

**ESTUDIO DEL DESEMPEÑO DE UN SISTEMA DE GASIFICACIÓN DE  
BIOMASA PARA ALIMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE  
POTENCIA EN UNA ZONA NO INTERCONECTADA USANDO LA  
HERRAMIENTA ASPEN HYSYS**

**MIGUEL ÁNGEL MÁRQUEZ BERRIO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECHANICAS  
INGENIERÍA EN ENERGÍA  
BUCARAMANGA  
2017**

**ESTUDIO DEL DESEMPEÑO DE UN SISTEMA DE GASIFICACIÓN DE  
BIOMASA PARA ALIMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE  
POTENCIA EN UNA ZONA NO INTERCONECTADA USANDO LA  
HERRAMIENTA ASPEN HYSYS**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE:  
INGENIERO EN ENERGÍA**

**AUTOR: MIGUEL ÁNGEL MÁRQUEZ BERRIO**

**DIRECTOR: M.Sc. CARLOS ALIRIO DÍAZ**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECHANICAS**

**INGENIERÍA EN ENERGÍA**

**BUCARAMANGA**

**2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

Al director de Proyecto, Carlos Alirio Díaz, por su voto de confianza y apoyo incondicional en cada una de las etapas del proyecto.

A mi familia por su gran apoyo durante mi ciclo profesional.

A amigos que estuvieron constantemente motivando a culminar las diferentes etapas.

A la universidad Autónoma de Bucaramanga, por habernos permitido culminar nuestro ciclo profesional brindándonos de manera íntegra las cualidades necesarias para ser un gran profesional el día de mañana

A todas las personas que, de una u otra manera, brindaron apoyo y colaboración en este trabajo de grado.

## DEDICATORIA

*A Dios y sus grandes bendiciones que me brindó día a día a mí*

*Familia por su incondicional y*

*E incomparable amor paciencia*

*A mi madre por motivarme día a*

*Día con palabras de aliento y fortaleza,*

*A mi hermano por siempre creer en mí de la forma que lo hace  
un padre*

## Contenido

|                                                                      | pag. |
|----------------------------------------------------------------------|------|
| INTRODUCCIÓN .....                                                   | 21   |
| 1. JUSTIFICACIÓN.....                                                | 23   |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....                                   | 24   |
| 3. ANTECEDENTES DE SIMULACIONES DE GASIFICACIÓN CON BIOMASA<br>..... | 25   |
| 4. OBJETIVOS.....                                                    | 27   |
| 4.1. OBJETIVO GENERAL .....                                          | 27   |
| 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                      | 27   |
| 5. MARCO CONCEPTUAL .....                                            | 28   |
| 5.1. CONTEXTUALIZACIÓN .....                                         | 28   |
| 5.2 CAÑA FLECHA ARUNDO DONAX.....                                    | 29   |
| 5.3 ANÁLISIS PRÓXIMO.....                                            | 30   |
| 5.4 ANÁLISIS ÚLTIMO .....                                            | 30   |
| 5.5 CAÑA FLECHA ARUNDO DONAX EN COLOMBIA.....                        | 31   |
| 5.6 GASIFICACIÓN DE LA CAÑA FLECHA ARUNDO DONAX.....                 | 32   |
| 5.7 SECADO.....                                                      | 33   |
| 5.8 PIROLISIS .....                                                  | 34   |
| 5.9 OXIDACIÓN.....                                                   | 34   |
| 5.10 REDUCCIÓN .....                                                 | 34   |
| 5.11 TIPOS DE GASIFICADORES.....                                     | 34   |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 5.12 FLUJO DE ARRASTRE .....                              | 35 |
| 5.13 LECHO FIJO.....                                      | 35 |
| 5.14 DOWN DRAFT (CORRIENTE PARALELA).....                 | 36 |
| 5.15 CROSS DRAFT (CORRIENTE CRUZADA) .....                | 36 |
| 5.16 LECHO FLUIDIZADO .....                               | 37 |
| 5.17 AGENTE GASIFICANTE .....                             | 38 |
| 5.18 TERMOQUÍMICA DEL PROCESO DE GASIFICACIÓN .....       | 39 |
| 5.19 PIROLISIS .....                                      | 39 |
| 5.20 OXIDACIÓN O COMBUSTIÓN.....                          | 39 |
| 5.21 REDUCCIÓN .....                                      | 39 |
| 5.22 FACTORES DE OPERACIÓN .....                          | 40 |
| 5.23 REACTOR WGS (Water Gas Shift) .....                  | 43 |
| 5.24 REACTOR GIBBS .....                                  | 44 |
| 5.25 ECUACIÓN DE ESTADO .....                             | 45 |
| 5.26 MODELO TEÓRICO DE COMBUSTIÓN .....                   | 46 |
| 6. MODELAMIENTO Y SIMULACION .....                        | 47 |
| 6.1 PLANTEAMIENTO DEL MODELO .....                        | 47 |
| 6.2 SIMULACION DE LA CORRIENTE DE CAÑA ARUNDO DONAX ..... | 50 |
| 6.3 SIMULACION DE LA CORRIENTE DE AGENTE GASIFICADOR..... | 51 |
| 6.4 SIMULACION DE LA ETAPA DE PIROLISIS .....             | 51 |
| 6.5 SIMULACION DE LA ETAPA DE GASIFICACIÓN .....          | 52 |
| 6.6 SIMULACION DE LA ETAPA DE OXIDACIÓN .....             | 53 |
| 6.7 SIMULACION DE LA ETAPA DE REDUCCIÓN .....             | 53 |
| 6.8 SIMULACION DE LA ETAPA DE COMPRESIÓN .....            | 54 |
| 7. DISEÑO METODOLÓGICO .....                              | 54 |

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| 7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....                 | 54  |
| 8. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA SIMULACION ..... | 57  |
| 8.1 RESULTADOS .....                            | 59  |
| 9. CONCLUSIONES .....                           | 125 |
| 10. RECOMENDACIONES .....                       | 127 |
| 11. BIBLIOGRAFÍA.....                           | 128 |
| 12. ANEXOS.....                                 | 131 |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Análisis Próximo Arundo Donax .....                                       | 30 |
| Tabla 2. Análisis Último Arundo Donax .....                                        | 31 |
| Tabla 3. Características principales de cada tipo de Gasificador. ....             | 37 |
| Tabla 4. Agentes Gasificante y su gas obtenido .....                               | 38 |
| Tabla 5. REACCIONES EN EL PROCESO DE GASIFICACIÓN .....                            | 40 |
| Tabla 6. Características Gasificador Down draft .....                              | 48 |
| Tabla 7. Ventajas del Gasificador Down draft .....                                 | 49 |
| Tabla 8. Corriente Caña flecha Arundo Donax Hysys V.9.0.....                       | 50 |
| Tabla 9. Corriente Agente Gasificante Aire Hysys V.9.0 .....                       | 51 |
| Tabla 10. Relación Biomasa/A. G (1)- Temperatura 500°C.....                        | 59 |
| Tabla 11. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (1) ... | 60 |
| Tabla 12. Relación Biomasa/A. G (1)- Temperatura 600°C.....                        | 60 |
| Tabla 13. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (1) ... | 61 |
| Tabla 14. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (1) ... | 62 |
| Tabla 15. Relación Biomasa/A. G (1)- Temperatura 800°C.....                        | 62 |
| Tabla 16. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (1) ... | 63 |
| Tabla 17. Relación Biomasa/A. G (1)- Temperatura 900°C.....                        | 63 |
| Tabla 18. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (1) ... | 64 |
| Tabla 19. Relación Biomasa/A. G (1)- Temperatura 1000°C.....                       | 64 |
| Tabla 20. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (1) .  | 65 |



|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 21. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 .....                 | 65 |
| Tabla 22. Relación Biomasa/A. G (1.5)- Temperatura 500°C.....                              | 67 |
| Tabla 23. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (1.5)           | 68 |
| Tabla 24. Relación Biomasa/A. G (1.5)- Temperatura 600°C.....                              | 68 |
| Tabla 25. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (1.5)           | 69 |
| Tabla 26. Relación Biomasa/A. G (1.5)- Temperatura 700°C.....                              | 69 |
| Tabla 27. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (1.5)           | 70 |
| Tabla 28. Relación Biomasa/A. G (1.5)- Temperatura 800°C.....                              | 70 |
| Tabla 29. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (1.5)           | 71 |
| Tabla 30. Relación Biomasa/A. G (1.5)- Temperatura 900°C.....                              | 71 |
| Tabla 31. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (1.5)           | 72 |
| Tabla 32. Relación Biomasa/A. G (1.5)- Temperatura 1000°C.....                             | 72 |
| Tabla 33. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (1.5)<br>..... | 73 |
| Tabla 34. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 .....                 | 74 |
| Tabla 35. Producción en m3 Vs Temperatura de reacción.....                                 | 75 |
| Tabla 36. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 500°C.....                               | 76 |
| Tabla 37. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (2) ...         | 76 |
| Tabla 38. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 600°C.....                               | 77 |
| Tabla 39. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (2) ...         | 77 |
| Tabla 40. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 700°C.....                               | 78 |
| Tabla 41. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (2) ...         | 78 |
| Tabla 42. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 800°C.....                               | 79 |
| Tabla 43. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (2) ...         | 79 |
| Tabla 44. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 900°C.....                               | 80 |

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 45. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (2) ...         | 80 |
| Tabla 46. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 1000°C.....                              | 81 |
| Tabla 47. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (2) .          | 81 |
| Tabla 48. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 (2).....              | 82 |
| Tabla 49. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 500°C.....                               | 84 |
| Tabla 50. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (2.5)           | 84 |
| Tabla 51. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 600°C.....                               | 85 |
| Tabla 52. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (2.5)           | 85 |
| Tabla 53. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 700°C.....                               | 86 |
| Tabla 54. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (2.5)           | 86 |
| Tabla 55. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 800°C.....                               | 87 |
| Tabla 56. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (2.5)           | 87 |
| Tabla 57. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 900°C.....                               | 88 |
| Tabla 58. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (2.5)           | 88 |
| Tabla 59. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 1000°C.....                              | 89 |
| Tabla 60. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (2.5)<br>..... | 89 |
| Tabla 61. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 (2.5).....            | 90 |
| Tabla 62. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 500°C.....                               | 92 |
| Tabla 63. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 600°C.....                               | 93 |
| Tabla 64. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 700°C.....                               | 94 |
| Tabla 65. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (2.5)           | 94 |
| Tabla 66. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 800°C.....                               | 95 |
| Tabla 67. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (4) ...         | 95 |
| Tabla 68. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 900°C.....                               | 96 |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 69. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (4) ... | 96  |
| Tabla 70. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 1000°C.....                      | 97  |
| Tabla 71. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (4) .  | 97  |
| Tabla 72. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 (4).....      | 97  |
| Tabla 73. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 500°C.....                       | 100 |
| Tabla 74. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (6) .   | 100 |
| Tabla 75. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 600°C.....                       | 101 |
| Tabla 76. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (6) .   | 101 |
| Tabla 77. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 700°C.....                       | 102 |
| Tabla 78. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (6) .   | 102 |
| Tabla 79. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 800°C.....                       | 103 |
| Tabla 80. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (6) .   | 103 |
| Tabla 81. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 900°C.....                       | 104 |
| Tabla 82. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (6) .   | 104 |
| Tabla 83. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 1000°C.....                      | 105 |
| Tabla 84. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (6)    | 105 |
| Tabla 85. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 (6).....      | 106 |
| Tabla 86. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 500°C.....                       | 107 |
| Tabla 87. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (8) .   | 108 |
| Tabla 88. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 600°C.....                       | 109 |
| Tabla 89. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (8) .   | 109 |
| Tabla 90. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 700°C.....                       | 110 |
| Tabla 91. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (8) .   | 110 |
| Tabla 92. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 800°C.....                       | 111 |
| Tabla 93. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (8) .   | 111 |

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 94. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 900°C.....                               | 112 |
| Tabla 95. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (8).            | 112 |
| Tabla 96. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 1000°C.....                              | 113 |
| Tabla 97. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (8)            | 113 |
| Tabla 98. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 (8).....              | 113 |
| Tabla 99. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 500°C.....                              | 115 |
| Tabla 100. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (10)<br>.....  | 115 |
| Tabla 101. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 600°C.....                             | 116 |
| Tabla 102. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (10)<br>.....  | 116 |
| Tabla 103. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 700°C.....                             | 117 |
| Tabla 104. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (10)<br>.....  | 117 |
| Tabla 105. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 800°C.....                             | 118 |
| Tabla 106. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (10)<br>.....  | 118 |
| Tabla 107. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 900°C.....                             | 119 |
| Tabla 108. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (10)<br>.....  | 119 |
| Tabla 109. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 1000°C.....                            | 120 |
| Tabla 110. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (10)<br>..... | 120 |
| Tabla 111. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 (10)...              | 121 |

## LISTA DE GRAFICAS

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Grafica 1. Poder calorífico Vs Temperatura de reacción .....                                  | 66  |
| Grafica 2. Producción en m <sup>3</sup> Vs Temperatura de reacción .....                      | 66  |
| Grafica 3. Poder calorífico Vs Temperatura de reacción .....                                  | 74  |
| Grafica 4. Producción en m <sup>3</sup> Vs Temperatura de reacción .....                      | 75  |
| Grafica 5. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m <sup>3</sup> .....       | 82  |
| Grafica 6. Producción en m <sup>3</sup> Vs Temperatura de reacción .....                      | 83  |
| Grafica 7. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m <sup>3</sup> (2.5) ..... | 90  |
| Grafica 8. Producción en m <sup>3</sup> Vs Temperatura de reacción .....                      | 91  |
| Grafica 9. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m <sup>3</sup> (2.5) ..... | 98  |
| Grafica 10. Producción en m <sup>3</sup> Vs Temperatura de reacción .....                     | 99  |
| Grafica 11. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m <sup>3</sup> (6) .....  | 106 |
| Grafica 12. Producción en m <sup>3</sup> Vs Temperatura de reacción (6).....                  | 107 |
| Grafica 13. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m <sup>3</sup> (8) .....  | 114 |
| Grafica 14. Producción en m <sup>3</sup> Vs Temperatura de reacción (8).....                  | 114 |
| Grafica 15. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m <sup>3</sup> (10) ...   | 121 |
| Grafica 16. Producción en m <sup>3</sup> Vs Temperatura de reacción (10).....                 | 122 |

## LISTA FIGURAS

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Localización Arundo Donax en Colombia.....               | 32 |
| Figura 2. Gasificación del Arundo Donax .....                      | 33 |
| Figura 3. Tipos de Gasificadores.....                              | 35 |
| Figura 4. Configuración de los Gasificadores.....                  | 36 |
| Figura 5. Reactor GIBBS.....                                       | 44 |
| Figura 6. Etapa Pirolisis Hysys V9.0 .....                         | 52 |
| Figura 7. Etapa Gasificación en Hysys v.9.0.....                   | 52 |
| Figura 8. Etapa Oxidación en Hysys v.9.0.....                      | 53 |
| Figura 9. Etapa Reducción en Hysys v.9.0.....                      | 53 |
| Figura 10. Etapa Compresión en Hysys v.9.0 .....                   | 54 |
| Figura 11. Simulación proceso de Gasificación en Hysys v.9.0 ..... | 57 |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| ANEXO 1. Relación Biomasa/A. G (1) - Temperatura 500°C     | 131 |
| ANEXO 2. Relación Biomasa/A. G (1) - Temperatura 600°C     | 133 |
| ANEXO 3. Relación Biomasa/A. G (1) - Temperatura 700°C     | 135 |
| ANEXO 4. Relación Biomasa/A. G (1) - Temperatura 800°C     | 137 |
| ANEXO 5. Relación Biomasa/A. G (1) - Temperatura 900°C     | 139 |
| ANEXO 6. Relación Biomasa/A. G (1) - Temperatura 1000°C    | 141 |
| ANEXO 7. Relación Biomasa/A. G (1.5) - Temperatura 500°C   | 143 |
| ANEXO 8. Relación Biomasa/A. G (1.5) - Temperatura 600°C   | 145 |
| ANEXO 9. Relación Biomasa/A. G (1.5) - Temperatura 700°C   | 147 |
| ANEXO 10. Relación Biomasa/A. G (1.5) - Temperatura 800°C  | 149 |
| ANEXO 11. Relación Biomasa/A. G (1.5) - Temperatura 900°C  | 151 |
| ANEXO 12. Relación Biomasa/A. G (1.5) - Temperatura 1000°C | 153 |
| ANEXO 13. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 500°C    | 155 |
| ANEXO 14. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 600°C    | 157 |
| ANEXO 15. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 700°C    | 159 |
| ANEXO 16. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 800°C    | 161 |
| ANEXO 17. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 900°C    | 163 |
| ANEXO 18. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 1000°C   | 165 |
| ANEXO 19. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 500°C  | 167 |
| ANEXO 20. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 600°C  | 169 |
| ANEXO 21. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 700°C  | 171 |
| ANEXO 22. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 800°C  | 173 |
| ANEXO 23. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 900°C  | 175 |

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| ANEXO 24. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 1000°C | 177 |
| ANEXO 25. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 500°C    | 179 |
| ANEXO 26. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 600°C    | 181 |
| ANEXO 27. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 700°C    | 183 |
| ANEXO 28. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 800°C    | 185 |
| ANEXO 29. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 900°C    | 187 |
| ANEXO 30. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 1000°C   | 189 |
| ANEXO 31. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 500°C    | 191 |
| ANEXO 32. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 600°C    | 193 |
| ANEXO 33. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 700°C    | 195 |
| ANEXO 34. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 800°C    | 197 |
| ANEXO 35. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 900°C    | 199 |
| ANEXO 36. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 1000°C   | 201 |
| ANEXO 37. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 500°C    | 203 |
| ANEXO 38. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 600°C    | 205 |
| ANEXO 39. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 700°C    | 207 |
| ANEXO 40. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 800°C    | 209 |
| ANEXO 41. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 900°C    | 211 |
| ANEXO 42. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 1000°C   | 213 |
| ANEXO 43. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 500°C   | 215 |
| ANEXO 44. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 600°C   | 217 |
| ANEXO 45. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 700°C   | 219 |
| ANEXO 46. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 800°C   | 221 |
| ANEXO 47. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 900°C   | 223 |
| ANEXO 48. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 1000°C  | 225 |



## **RESUMEN**

### **TITULO:**

Simulación de un sistema de gasificación con materia prima caña flecha Arundo Donax para la producción de gas con alto contenido de poder calorífico.

### **AUTOR:**

Miguel Ángel Márquez Berrio

### **PALABRAS CLAVE:**

Gasificador, biomasa, poder calorífico, Arundo Donax, Reactor, Energía libre de GIBBS, hidrogeno, Análisis Ultimo, Poder Calorífico Inferior,

### **DESCRIPCIÓN:**

El objetivo de esta tesis, es evaluar el sistema de generación de energía de gasificación de biomasa, como una alternativa viable para suplir la demanda de energía en una zona no interconectada, localizada en mapiripan municipio del meta, en la cual se están haciendo estudios de otros tipos de tecnologías con el fin de determinar la más viable para su implementación. Para ello, haremos el análisis de las diferentes configuraciones del sistema de gasificación haciendo uso de la herramienta Aspen Hysys en la cual nos permitirá determinar la relación Biomasa/Agente Gasificante más viable no solo económicamente si no energéticamente.

Se determinaron las ecuaciones del proceso de gasificación y su modelamiento mediante la ecuación de Peng-Robinson con la cual se trabaja generalmente cuando se desea realizar una simulación con gases, se debe tener en cuenta que

dicha herramienta de simulación no maneja sólidos por ende esta biomasa se trabajó con su análisis último con el fin de facilitar su modelamiento.

En los procesos de gasificación se manejan diferentes tipos de agentes Gasificantes dependiendo a su disponibilidad y requerimientos energéticos en dichos procesos se manejan como agente Gasificantes el vapor de Agua, Nitrógeno, Aire, Hidrogeno entre otros. En este caso, se desea hacer uso del aire con el fin de mitigar altos costos y determinar la mejor viabilidad para su implementación en dicho proyecto.

Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Ingeniería en Energía. Director: M.Sc.  
Carlos Alirio Díaz

## **ABSTRACT**

### **TITTLE:**

Simulation of a gasification system with raw material cane arrow for the production of gas with a high content of calorific value.

### **AUTHOR:**

Miguel Angel Márquez Berrio

### **KEY WORDS:**

Gasifier, biomass, calorific value, Arundo Donax, Reactor, Gibbs free energy, hydrogen, Ultimate Analysis, Lower Calorific Power,

### **DESCRIPTION:**

The objective of this grade Word is to evaluate the energy generation system of biomass gasification, as a viable alternative to supply the energy demand in a non-interconnected zone, located in the municipality of metair where the studies are being carried out. Other types of technologies in order to determine the most viable for its implementation. To do the Project we will analyze the different configurations of the gasification system using the Aspen Hysys tool, which allow us to determine the biomass/ Gassing Agent ratio that is more viable not only economically but also energetically.

The equations of the gasification process and its modeling were determined by means of the Peng-Robinson equation witch wichs it is generally worked when it is desired perform a simulation with gases, it should be taken into account that the simulation tools does not handle solids therefore this biomass we worked with his last analysis in order to facilitate his modeling

In gasification processes, different types of gasifying agents are managed, depending on their availability and energy requirements. Gasification agents are used to steam water, nitrogen, air, hydrogen, among others. In this case, it is desired to make use of the air in order to mitigate high costs and determine the best feasibility for its implementation in said project.

Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Ingeniería en Energía. Director: M.Sc. Carlos Alirio Díaz

## INTRODUCCIÓN

El tema a desarrollar se basa en un análisis energético de diferentes configuraciones de un sistema de gasificación de biomasa, seleccionada previamente en este caso caña flecha como fuente de generación de energía en un sistema de gasificación de biomasa. Se realizará la variación de los diferentes parámetros e indicadores de desempeño energético de los cuales se seleccionarán los parámetros más adecuados para establecer la configuración más adecuada para el sistema Gasificador.

Para dicho estudio, se harán variaciones en condiciones de entrada de la materia prima a gasificar, el tipo de Gasificador más adecuado y el agente Gasificador que nos brinde mayor calidad en el gas de síntesis, este será evaluado mediante el poder calorífico que se obtenga de dicho gas en la etapa final del sistema, para ello, Se hará uso del software de simulación ASPEN HYSYS con el fin de poder realizar varias simulaciones modificando parámetros en cada una de las etapas del proceso.

Los procesos empleados para la conversión de la biomasa como fuente de energía se clasifican en procesos físicos (Extracción de aceites o frutos como la palma de aceite), procesos de transesterificación para la producción de biodiesel, procesos termoquímicos como lo es la pirolisis, la licuefacción y la combustión, dichos procesos son los que han permitido evidenciar el avance de la utilización de la biomasa como fuente de generación de energía en aplicaciones de bajo consumo energético.

Actualmente existe una problemática mundial sobre la contaminación y la explotación de los combustibles fósiles puesto que estos, son los que suplen gran parte de la demanda energética, estos, representan daños irreparables en el planeta mediante emisiones de gases y muchos otros efectos secundarios, hoy en día el hombre se encuentra en búsqueda de fuentes de energía renovables, con el fin de

mitigar impactos al medio ambiente, de esta forma las opciones que se han encontrado son el uso de fuentes renovables como el agua, sol, aire y la biomasa, estas fuentes al mantener un equilibrio entre la generación de energía y consciencia con el medio ambiente, son grandes tecnologías que a futuro serán bastante prometedoras.

La biomasa constituye una alternativa, que reúne las características necesarias para cumplir con los requerimientos tanto energéticos como ambientales puesto que su vector energético se encuentra en crecimiento, tanto para asegurar que a futuro será una de las energías que sustituirá lo combustibles fósiles que actualmente suplen la mayor parte de la demanda energética.

El cultivo de la caña flecha, es uno de los más conocidos en diferentes zonas del país, por su gran disponibilidad de territorio para cultivo y las propiedades que presenta dicha caña flecha más conocida como Arundo Donax, a pesar de que no todo es utilizado para cultivar, se prevé que este al ser utilizado como materia prima en el proceso de gasificación, brindará grandes aportes a la tecnología de la gasificación

En este documento, se presentará el proceso de obtención de energía más conocido como gasificación, se evaluará mediante sus ventajas y desventajas con respecto a otro tipo de tecnologías, con el fin de determinar la viabilidad de implementación de alguna de ellas en una zona no interconectada del municipio del meta mapiripan, analizando su viabilidad.

## 1. JUSTIFICACIÓN

El gran consumo de los recursos energéticos y la globalización, han traído varios efectos secundarios entre esos, el gran incremento de los gases de efecto invernadero como el  $\text{CO}_2$ , el cual afecta de manera directa las variaciones climáticas. De esta forma, resulta indispensable, la búsqueda de una alternativa de generación de energía como solución a dicha problemática, debido a esto, se busca una alternativa que cumpla con los requerimientos mínimos no solo ambientalmente sino también de manera energética, pues esta alternativa será implementada como fuente energética en varios sectores de la industria.

Para ello, se hará uso de la gasificación como proceso de obtención de energía, el cual garantizará una alternativa con mínimas afectaciones al ecosistema, haciendo uso de una materia prima que tampoco representa una amenaza para el medio ambiente, de esta forma se presentará una alternativa que promete suplir cierta parte de la demanda energética disminuyendo, el uso de las tecnologías que afectan de manera directa al medio ambiente.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Hoy en día, existen zonas en Colombia en las cuales, por diferentes factores geográficos, económicos y sociales, se encuentran por fuera del sistema interconectado nacional (SIN), causando que el suministro de energía, no cumpla los parámetros de calidad y confiabilidad afectando el desarrollo de estas regiones.

Entre las posibles soluciones a esta problemática esta la gasificación de biomasa y el aprovechamiento de este gas de síntesis, en motores de combustión interna para generación de energía. Los procesos de gasificación tienen variaciones en sus características y equipos utilizados por lo que las simulaciones que se realizan en herramientas computacionales, permiten estudiar el desempeño de estos procesos y establecer las condiciones más adecuadas para su implementación como solución a la problemática planteada.



### **3. ANTECEDENTES DE SIMULACIONES DE GASIFICACIÓN CON BIOMASA**

- Simulación de gasificación de biomasa híbrida usando aspen plus: un análisis de desempeño comparativo para alimentos, sólidos municipales y desechos de aves de corral.

En este trabajo, se llevó a cabo un proceso de gasificación usando la herramienta de simulación Aspen Plus, estos modelos pueden ser utilizados para la predicción de la optimización del rendimiento de un Gasificador

El Gasificador se ha modelado en tres etapas. En la primera etapa, el contenido de humedad de la alimentación de biomasa es reducido. En la segunda etapa, la biomasa se descompone en sus elementos al especificar el rendimiento Distribución. En la etapa 3 las reacciones de gasificación se han modelado utilizando GIBBS libre enfoque de minimización de la energía. [13]

- Gasificación residual de palma de la mano en Gasificador de corriente descendente y simulación utilizando ASPEN HYSYS

La presente investigación tiene como objetivo estudiar la simulación de la gasificación de residuos de palma datilera utilizando ASPEN HYSYS. UN Se ha desarrollado una simulación en estado estable del Gasificador de tiro descendente, disparando hojas de palmera datilera. El modelo es capaz de predecir la composición del gas de síntesis con precisión de sonido y puede usarse para encontrar condiciones de operación óptimas del Gasificador. La biomasa se define como un componente sólido hipotético no convencional en HYSYS. [10]

- Gasificación de biomasa para generación combinada de calor y energía en el Contexto cubano: análisis energético y económico

En el presente trabajo se realiza un análisis técnico y económico de una combinación de calor y potencia sistema de generación (CHP), diseñado para funcionar acoplado a un motor de combustión interna (ICE) alimentado con gas productor de biomasa, para generar electricidad y agua caliente para comunidades de poder aisladas red de distribución. En la configuración de sistema propuesta, la energía de los gases de escape calientes del motor. [14]

- Simulación de gasificación de biomasa en reactor de lecho fluidizado  
Usando ASPEN PLUS

Se desarrolla un modelo de proceso integral para la gasificación de biomasa en una atmósfera de un Gasificador de lecho fluidizado utilizando el simulador ASPEN PLUS. El modelo propuesto aborda ambos parámetros hidrodinámicos y modelado cinético de reacción hidrodinámico se adoptan ecuaciones para un lecho burbujeante y expresiones cinéticas para la combustión de carbón de la literatura. Cuatro modelos de reactores ASPEN PLUS y subrutinas FORTRAN externas para hidrodinámica y cinética anidada en ASPEN PLUS, simula el proceso de gasificación. Se usan diferentes conjuntos de condiciones de operación para un Gasificador de pino a escala de laboratorio para demostrar validación del modelo. La temperatura aumenta la producción de hidrógeno y mejora la conversión de carbono eficiencia. [12]

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

Estudiar el desempeño de un Gasificador de biomasa para la generación de gas de síntesis que alimente un sistema de generación de potencia con base un motor de combustión interna alternativo

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Modelar el proceso de gasificación de la biomasa seleccionada, ante la variación de diferentes parámetros de operación y de la materia prima
- Determinar parámetros de desempeño del sistema de gasificación y de calidad del gas de síntesis generado.
- Comparar los indicadores de desempeño del sistema de gasificación y de calidad del gas
- Determinar el proceso de gasificación más adecuado.

## **5. MARCO CONCEPTUAL**

### **5.1. CONTEXTUALIZACIÓN**

El proceso de gasificación, presenta un potencial energético, puesto que es una tecnología que, a futuro, nos permitirá aprovechar todo el potencial agrícola con fines energéticos, manteniendo el equilibrio entre el desarrollo de las nuevas tecnologías de obtención de energía y su consciencia con el medio ambiente, reduciendo las emisiones de los gases de efecto invernadero a la atmosfera

Los residuos orgánicos biodegradables son originarios a partir de un compuesto de órganos naturales, estos desechos pueden llegar a recuperarse mediante algún proceso de reutilización con el fin de mejorar su aprovechamiento energético, en el caso de un combustible es toda sustancia que al llevar a cabo su proceso de reacción junto con el oxígeno, desprende calor el cual, posteriormente será usado para diferentes usos

Dicha tecnología consiste en aprovechar el potencial agrícola que poseemos convirtiéndose en un gas de síntesis rico en componentes como el monóxido, dióxido de carbono, hidrogeno, nitrógeno etc. los cuales son utilizados como materias primas en industrias químicas y de energía. Para ello, debemos tener en cuentas las diferentes etapas que se llevan a cabo en el proceso de gasificación: Secado, pirolisis y gasificación, para ellos existen diferentes tipos de Gasificadores, estos son usados dependiendo al tipo de proceso o configuración deseada en el proceso a desarrollar.

Para evaluar el tipo de Gasificador que se desea utilizar, se requiere inicialmente determinar los parámetros de operación con los cuales se desea llevar a cabo la gasificación, entre esos hablamos de flujo másico, potencia, tipo de materia prima,

solido o líquido, se debe tener en cuenta que dicha materia prima debe ser tratada antes de pasar por el Gasificador cuando hablamos de un sólido, este debe ser pulverizado etc. El syngas posee componentes de un proceso termoquímico, dicho gas es conocido por tener componentes como, hidrogeno, nitrógeno, monóxido, dióxido de carbono y en algunos casos, agua.

La concentración de estos componentes varían dependiendo al tipo de materia prima utilizada, actualmente los procesos de conversión de biomasa en gas combustible no resultan tan aptos en cuestión de obtención de altos poderes caloríficos, se estima que en un futuro dichos procesos mejoren obteniendo el mayor aprovechamiento del potencial de la biomasa , en el caso de Arundo Donax, posee altos contenidos de carbón lo cual lo hace una materia prometedora pues se busca que este gas tenga un alto poder calorífico inferior por kg de biomasa

## **5.2 CAÑA FLECHA ARUNDO DONAX**

La caña flecha Arundo Donax, pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceae) de las cuales hacen parte otras seis especies nativas de climas cálidos de Europa, Asia y África. Esta especie es una de las de mayor tamaño del genero sus hojas alternan de color verde glauco o pueden mantener verdes todo el año, la parte aérea de la caña está formada por tallos de diferentes alturas llegan 5-6 m esta presenta una rizoma leñoso, grueso y largo del cual nacen los tallos lignificados de 1 a 2 cm de diámetro, luego del 2do año, estos producen ramificaciones laterales. En sus partes laterales se pueden apreciar pequeñas flores agrupadas normalmente en 3 para formar numerosas espiguillas que generan grandes panículas para su defensa. Esta caña tolera un cierto grado de salinidad estas pueden mantenerse muchos años sobre tierras removidas alejadas de las fuentes de humedad.

La parte subterránea se encuentra estructurada por un rizoma canoso el cual tiene como función almacenar carbohidratos el cual a su vez es el responsable de la producción de nuevos tallos a una profundidad variable entre 5-15 centímetros.

### 5.3 ANÁLISIS PRÓXIMO

El Análisis próximo, nos muestra la fracción del peso que se encuentra contenido en lo que conocemos como cenizas, material volátil o carbono fijo, este representa el que abandona el sólido en el proceso de pirolisis

**Tabla 1.** Análisis Próximo Arundo Donax

| <b>Propiedad</b>       | <b>Unidad</b> | <b>Porcentaje</b> | <b>Valor en SECO</b> |
|------------------------|---------------|-------------------|----------------------|
| <b>Humedad</b>         | Wt%           | 42,01             | -                    |
| <b>Cenizas</b>         | Wt%           | 1,99              | 3,43                 |
| <b>Materia Volátil</b> | Wt%           | 46,50             | 80,19                |
| <b>Carbono</b>         | Wt%           | 9,50              | 16,96                |

**Fuente:** Idaho National Laboratory, enero 2012 [2]

### 5.4 ANÁLISIS ÚLTIMO

El análisis último, nos muestra la cantidad de contenido de cada uno de los siguientes componentes como: carbono, nitrógeno, hidrogeno, azufre presente en un gran amplio de muestras presentes en la naturaleza orgánica e inorgánica tanto sólido como liquida, esta se basa en la oxidación de la muestra mediante la combustión completa del oxígeno puro a altas temperaturas.

**Tabla 2.** Análisis Último Arundo Donax

| Propiedad | Unidad | Porcentaje (%) | Valor en SECO |
|-----------|--------|----------------|---------------|
| Carbón    | Wt%    | 38,7           | 48,73         |
| Hidrogeno | Wt%    | 5,52           | 6,05          |
| Nitrógeno | Wt%    | 20             | 0,62          |
| Oxigeno   | Wt%    | 35,5           | 0,12          |
| Azufre    | Wt%    | 0,02           | 44,27         |
| Total     | Wt%    | 100,00         | 100,00        |

**Fuente:** Idaho National Laboratory, enero 2012 [2]

## 5.5 CAÑA FLECHA ARUNDO DONAX EN COLOMBIA

En Colombia el Arundo Donax tiene varios nombres dependientes al sector del país, generalmente se conoce como caña de castilla o caña brava en los sectores de Boyacá, caldas y Cundinamarca), se le llama Caña de queco en Cundinamarca y el Huila juco, cañote y carrizo en el sector de Antioquia caldas, Nariño, Norte de Santander, Putumayo y Quindío).

La especie originaria viene de las regiones más cálidas del viejo mundo, introducida en américa en la época colonial. En Colombia se encuentra cultivada o espontanea en climas templados o fríos y crece en sitios abiertos y soleados formando densos cañales en potreros a lo largo de cauces, las partes utilizadas de la caña generalmente son los tallos (cañas) en Colombia dicha materia prima tiene diferentes usos de los cuales se resaltan los productos artesanales como las canastas, petacas, baúles, pañaleras, poncheras, jarrones, lámparas. Dicha actividad artesanal se encuentra bastante apegada a las comunidades campesinas de Boyacá tales como tenza, raquita, tinjacá, Moniquita, guacamayas y soata.

Otros usos del Arundo Donax radica en ejes o cañas se emplean como la principal materia prima de construcción en montajes de techos o cielos rasos los cuales por propiedades y características presentan una gran utilidad en estos modelos de techos, elaborando todo tipo de paredes de bareque, cercas, puertas de corrales entre otros.

**Figura 1.** Localización Arundo Donax en Colombia



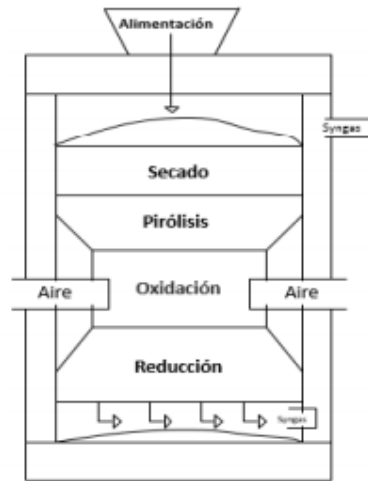
**Fuente:** Artesanías de Colombia 2017[1]

## 5.6 GASIFICACIÓN DE LA CAÑA FLECHA ARUNDO DONAX

El proceso de gasificación, se denomina como un proceso termo-químico, en el cual la materia prima generalmente biomasa es llevada por medio de un proceso de transformación en un gas combustible el cual conocemos como syngas, este gas pobre con bajo poder calorífico con componentes tales como CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, vapor de agua entre otros componentes que se encuentran en menor cantidad



**Figura 2.** Gasificación del Arundo Donax



**Fuente:** Proceso de Gasificación de Biomasa [14]

En la gasificación encontramos diferentes etapas en su proceso y distintas condiciones de operación para ello, describiremos cada una de las etapas del proceso de gasificación de biomasa, desde el secado, pirólisis, oxidación hasta la reducción en la cual sale finalmente el gas producido con los componentes del syngas.

## 5.7 SECADO

En la primera parte del proceso de gasificación se incluye un proceso de secado, en esta etapa se busca eliminar cualquier cantidad de agua presentada en la materia prima, con el fin de garantizar una biomasa seca, pues esta al contener alguna humedad, afectará de manera directa el proceso de gasificación, disminuyendo la calidad, produciendo un gas pobre.

De esta manera, en esta etapa la biomasa es llevada a una temperatura de 100°C para arriba con el fin de eliminar cualquier humedad presentada, una vez alcanzada

dicha temperatura, se logra el secado de la biomasa por evaporación del agua, absorbiendo el calor sensible para elevar la temperatura.

## **5.8 PIROLISIS**

Posteriormente en la etapa de la pirolisis, se da una ruptura por altas temperaturas pues se busca romper las moléculas de gran tamaño dando lugar a cadenas más corta favoreciendo la temperatura del reactor, entregando los productos en fase gaseosa, la biomasa al encontrarse en un medio en ausencia de aire permite la combustión parcial o total de la materia prima

## **5.9 OXIDACIÓN**

En esta etapa se desea obtener la mayor cantidad de estos componentes por ello, se incorpora un agente Gasificante el cual por lo general es el aire con el fin de disminuir los costos. La oxidación parcial de los productos de la combustión tiene como productos el monóxido de carbono el cual es uno de los componentes que se espera que se produzca debido a sus grandes variedades de usos en la industria.

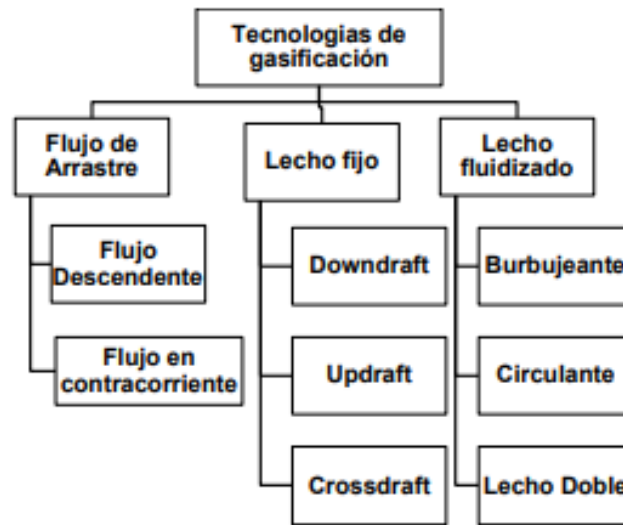
## **5.10 REDUCCIÓN**

En esta etapa se convierte mediante la oxidación parcial a temperaturas elevadas la biomasa en gas de un bajo poder calorífico (Syngas) conformado por gases como: Nitrógeno, hidrogeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, Hidrogeno

## **5.11 TIPOS DE GASIFICADORES**

En la actualidad, encontramos diferentes tipos de gasificadores, pues su selección Depende del uso o la disposición final del gas producido deseado para ello, se clasifican en diferentes grupos los cuales son entre flujos de arrastre, lecho fijo y lecho fluidizado.

**Figura 3. Tipos de Gasificadores**



**Fuente:** *Universidad EAFIT 2008 [11]*

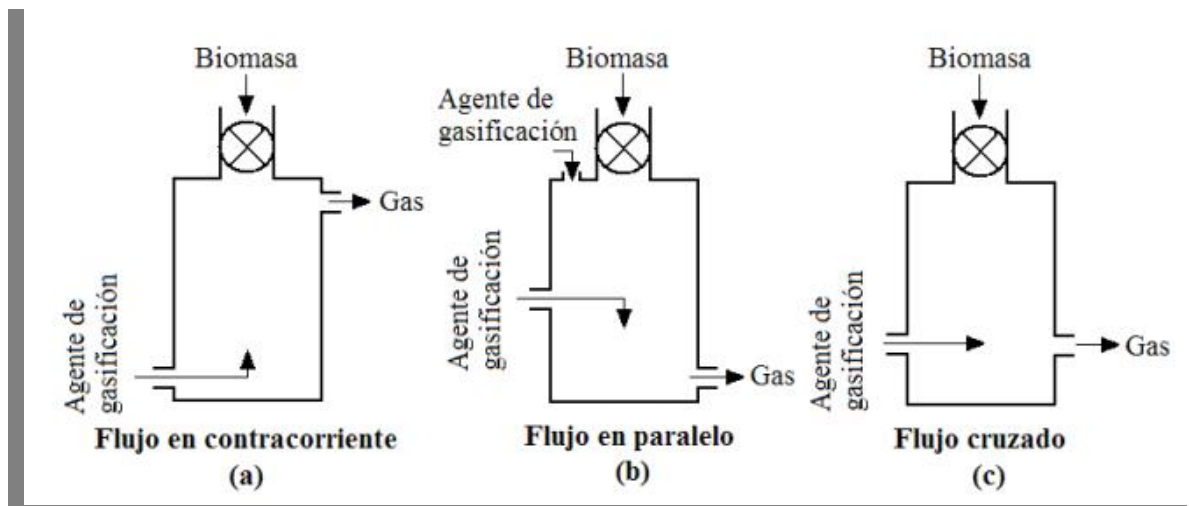
### **5.12 FLUJO DE ARRASTRE**

En estos gasificadores se da un proceso casi que instantáneo debido a las altas temperaturas de reacción, las cuales están alrededor de los 1200°C, lo cual sirve como un catalizador en la reacción aumentando las velocidades y por ende la baja concentración de alquitranes en el gas producido.

### **5.13 LECHO FIJO**

Estos gasificadores presentan una tecnología un poco más fácil de asimilar y fácil de operar, su funcionamiento o alimentación puede ser por lotes, este proceso necesita ayuda de agentes Gasificantes los cuales son introducidos por la parte interior en contra corriente con el material alimentado por la parte superior del Gasificador, en este tipo, existen 3 de los cuales varían su configuración entre esos están:

**Figura 4. Configuración de los Gasificadores**



**Fuente:** Universidad Nacional De Colombia 2007 [20]

#### **5.14 DOWN DRAFT (CORRIENTE PARALELA)**

En este tipo de Gasificador la alimentación de los residuos orgánicos, se hace por la parte superior mientras que el agente Gasificante se introduce a cierta altura por encima de las zonas de oxidación y el gas producido sale por la parte superior.

#### **5.15 CROSS DRAFT (CORRIENTE CRUZADA)**

La gasificación en este equipo se genera de forma concéntrica, haciendo que el gas de síntesis salga por la parte opuesta de donde se inyecta el agente Gasificante, la materia prima o residuos orgánicos, se inyectan por la parte superior del Gasificador.

Básicamente la diferencia entre estos tres tipos de gasificadores es el contenido del gas producido debido a que unos presenta mayor calidad que otros, en el caso del Down draft el gas obtenido presenta un bajo contenido de alquitranes a diferencia del Updraft el cual contiene grandes porcentajes de alquitranes, en el Cross draft se

presenta en el gas producido una alta temperatura de salida del gas lo que puede ser una desventaja para su manejo y además contiene una alta cantidad de cenizas en los gases producidos.

## 5.16 LECHO FLUIDIZADO

La inyección de la materia prima o residuos orgánicos se realiza desde la parte superior del Gasificador y el agente Gasificante se introduce por la parte inferior, el material a alimentar debe ser de alta calidad para facilitar el contacto de las 2 fases presentes en el proceso, en este caso se presenta una alta velocidad de reacción y un bajo tiempo de residencia de los sólidos, su desventaja es la cantidad de polvo contenido en la fase gaseosa y cierto contenido de alquitranes en este tipo de gasificadores se encuentran 3 tipos:

1. Lecho fluidizado burbujeante
2. Lecho fluidizado Circulante
3. Lecho fluidizado presurizado

**Tabla 3.** Características principales de cada tipo de Gasificador.

| Tipo de gasificador      | Característica         |                             |
|--------------------------|------------------------|-----------------------------|
|                          | Capacidad máxima (t/h) | Temperatura de operación °C |
| <b>Lecho fijo</b>        |                        |                             |
| Downdraft                | 0.5                    | 1000                        |
| Crossdraft               | 1                      | 900                         |
| Updraft                  | 10                     | 1000                        |
| <b>Lecho fluidizado</b>  |                        |                             |
| Lecho f. doble           | 10                     | 800                         |
| Lecho f. ciculante       | 20                     | 850                         |
| Lecho f. burbujeante     | 20                     | 1000                        |
| <b>Flujo de arrastre</b> | 38                     | 1200                        |

Fuente: (Castells & García, 2012) y (Lee, 2006)

## 5.17 AGENTE GASIFICANTE

Se denomina como agente Gasificante al gas inyectado en el proceso termoquímico de la gasificación, para producir un gas que tenga propiedades de combustible, la composición de este gas, este gas es el encargado de llevar a cabo la mayoría de las reacciones en el proceso de gasificación produciendo así un syngas con una composición rica en hidrogeno, nitrógeno, monóxido de carbono, metano, dióxido de carbono entre otros componentes, los cuales varían dependiendo al tipo de agente Gasificante utilizado.

Los agentes Gasificante pueden ser, hidrogeno, oxigeno, vapor de agua hasta aire, se utiliza dependiendo al requerimiento del gas producido, puesto que cada uno de estos agentes, me entrega composiciones distintas en el syngas producido, a continuación, veremos una tabla en la cual se muestran resultados que comúnmente se obtienen al utilizar cada uno de los agentes Gasificante con su respectiva composición.

**Tabla 4.** Agentes Gasificante y su gas obtenido

| AGENTE GASIFICANTE | PCS (MJ/m <sup>3</sup> ) | COMPOSICION DEL GAS OBTENIDO (% en volumen) |    |                 |                 |                |                | USO                            |
|--------------------|--------------------------|---------------------------------------------|----|-----------------|-----------------|----------------|----------------|--------------------------------|
|                    |                          | H <sub>2</sub>                              | CO | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> | C <sub>2</sub> |                                |
| Aire               | < 6                      | 16                                          | 20 | 12              | 2               | 50             | -              | combustible                    |
| Oxígeno            | 10-20                    | 32                                          | 48 | 15              | 2               | 3              | -              | combustible<br>gas de síntesis |
| Vapor de agua      | 10-20                    | 50                                          | 20 | 22              | 6               | -              | 2              | combustible<br>gas de síntesis |
| Hidrógeno          | >30                      |                                             |    |                 |                 |                |                | sustituto del<br>gas natural   |

**Fuente:** Centro politécnico superior Universidad de Zaragoza[23]

## **5.18 TERMOQUÍMICA DEL PROCESO DE GASIFICACIÓN**

En el proceso de gasificación se tienen gran variedad de reacciones cuyo orden depende de las condiciones de operación y varios factores de operación como el agente Gasificante a utilizar, presión y temperatura, estas se pueden clasificar en tres etapas:

### **5.19 PIROLISIS**

En esta etapa el sólido se descompone mediante el calor, una mezcla de sólido, líquido, gas. Al sólido originado en esta etapa se le suele denominar como char y a los líquidos debido a su gran presencia de alquitranes y gases se le llama tar, esto se incluyen en un proceso llamado secado en el cual la biomasa entra en el Gasificador sin implicar ninguna reacción química, en esta etapa se consume una gran cantidad de energía por sus altas temperaturas requeridas en dicha etapa.

### **5.20 OXIDACIÓN O COMBUSTIÓN**

Esta etapa se lleva a cabo, cuando se inyecta el agente Gasificante al proceso de gasificación, ya sea oxígeno o aire, este implica un conjunto de reacciones de oxidación las cuales se pueden categorizar entre reacciones homogéneas y heterogéneas endotérmicas, en las cuales se genera todo el calor requerido para mantener el proceso

Constante

### **5.21 REDUCCIÓN**

Las reacciones sólido-gas se dan en esta etapa en la cual el sólido se convierte en gas de forma endotérmica, las etapas de oxidación pueden considerarse como una sola etapa puesto que sus reacciones posibles se dan de manera conjunta

**Tabla 5.** REACCIONES EN EL PROCESO DE GASIFICACIÓN

| Nombre Reacción                              | Reacción                            |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Oxidación Incompleta                      | $C + 0.5O_2 \rightarrow CO$         |
| 2. Bourdoudard                               | $C + CO_2 \rightarrow 2CO$          |
| 3. Cambio Heterogéneo                        | $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$     |
| 4. Hidro gasificación                        | $C + 2H_2 \rightarrow CH_4$         |
| 5. Combustión Parcial de monóxido de Carbono | $CO + 0.5O_2 \rightarrow CO_2$      |
| 6. Combustión Parcial                        | $H_2 + 0.5O_2 \rightarrow H_2O$     |
| 7. Ecuación cambio de agua y gas             | $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$  |
| 8. Reformado de vapor y metano               | $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$ |

**Fuente:** Universidad Industrial de Santander [15]

## 5.22 FACTORES DE OPERACIÓN

### TEMPERATURA

La temperatura es uno de los indicadores con mayor importancia en cada una de las etapas del proceso de gasificación pues tiene una relación directa con el factor de conversión de la biomasa, es decir, con el gas producido en la etapa final del proceso de gasificación, también se entiende que la temperatura de reacción funciona también como un catalizador en la velocidad de reacción puesto que al hablar de altas temperaturas también se habla de una alta velocidad de calentamiento.



También se tiene en cuenta que la reversibilidad de la mayoría de las reacciones en dicho proceso, son influidas por la temperatura y por ende en los equilibrios de reacción, es decir para cada uno de los combustibles, el aumento de la temperatura favorece el aumento del contenido en el gas producido de H<sub>2</sub> y CO en entregando así un gas con un poder calorífico mayor.

## **PRESIÓN**

En la literatura se determina que el aumento en la presión es uno de los factores que más desfavorecen en las reacciones de gasificación pues al aumentar dicha variable, los porcentajes de hidrocarburos y alquitranes aumentan de manera directa junto con esta, por eso en todos los procesos de gasificación, se maneja temperatura constante en cada una de sus etapas para evitar la producción de dichos componentes.

## **RELACIÓN DE AGENTE GASIFICANTE/MATERIA PRIMA**

Este indicador viene siendo el factor más importante en el proceso de gasificación, esta relación me indica a mí la cantidad de gas producido o materia prima que debo utilizar para poder obtener dicho gas con la cantidad de poder calorífico suficiente, de esta forma puedo obtener coeficientes de conversión, cantidad de materia prima a utilizar, costos de inversión, normalmente en los procesos de gasificación, esta relación es baja a comparación de otras materias primas pues al aumentar la relación, se aumenta la materia prima producida pero se obtiene un gas con un poder calorífico bastante inferior.

## **TIEMPO DE RESIDENCIA**

Periodo en el cual las partículas de residuo carbonoso(char) permanecen en el reactor, su residencia debe ser lo bastante larga con el fin de asegurar que todas las reacciones en dicha etapa se realicen de manera satisfactoria, los reactores de

lecho fijo se caracterizan por sus altos tiempos de permanencia en los reactores mientras que los de lecho fluidizado tienen tiempos de permanencia bastante cortos, definimos como un tiempo, optimo entre 1,6 segundos menos de eso, no permite que las reacciones se lleven a cabo con satisfacción en el proceso de gasificación

## **DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO**

EL dimensionamiento de este, se realiza mediante algunos parámetros como las variables de salida en cuestión de potencia del gas producido su flujo volumétrico, la cantidad de materia prima usada como alimentación del proceso, temperatura, presión pues dependiendo al requerimiento o al uso final que se le desee dar al gas producido se tendrán los parámetros de diseño necesarios para su selección, al tener todos estos parámetros definidos se establece la capacidad de diseño del Gasificador su tiempo de residencia y los materiales con los cuales será elaborado.

## **HUMEDAD**

La humedad es una variable en la cual se representa el contenido de agua que puede llegar a tener los residuos de la biomasa el cual se presentara en el preso del material posteriormente.

Esta humedad contenida en la biomasa, afecta de manera directa la eficiencia de las reacciones en los procesos de gasificación pues para eliminar dicho contenido posteriormente en el proceso se debe emplear un gasto de energía para evaporarlo, obteniendo así un poder calorífico bastante bajo causando bajas temperaturas en la etapa de oxidación ayudando a la producción de alquitranes afectando la producción de dicho gas en cuestión de calidad por dicho motivo es importante manejar la materia prima en base seca para evitar gastos de energía, un bajo poder calorífico y formación de alquitranes

## TAMAÑO DE PARTÍCULA

Este factor define el comportamiento de la biomasa dentro de los gasificadores y resulta ser un parámetro de selección para las unidades de operación, se recomienda que para el proceso de gasificación los tamaños empleados de la materia prima oscilen en un rango de 1mm- 15 cm dependiendo el Gasificador a utilizar, con una composición homogénea para permitir una reacción uniforme de la biomasa en todo el Gasificador.

### 5.23 REACTOR WGS (Water Gas Shift)

Normalmente en los procesos de obtención de hidrogeno, se opta por obtener a partir del reformado o la oxidación parcial de algunos hidrocarburos. Estos procesos producen una corriente compuesta por hidrogeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono y pequeñas cantidades de metano.

Para reducir el contenido de CO se utiliza la reacción de desplazamiento de gas a partir de agua o más conocido como wáter gas shift, la cual tiene como función disminuir la concentración de CO y aumentar la producción de hidrogeno



Esta reacción es fuertemente controlada por el equilibrio químico y también es un punto a favor que esta es independiente de las bajas temperaturas de reacción y de la presión, por ello tiene grandes usos como en aplicaciones de celdas de combustible como en diseño de reactores.

En este caso, las reacciones limitadas, como la WGS el desplazamiento se logra por medio de una membrana que consigue permear en forma preferencial o selectiva alguno de los productos de la reacción, el desplazamiento del equilibrio no solo podría aumentar la conversión paso por paso, reduciendo la cantidad necesaria

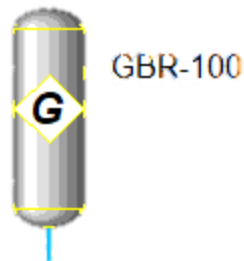
y sus costos de operación del proceso si no que para una conversión dada permitirá reducir la masa del catalizador.

## 5.24 REACTOR GIBBS

En Hysys se simulo mediante el reactor GIBBS debido a su fácil manejo y operación, este con simples datos de entrada, calcula las corrientes de salida teniendo en cuenta las reacciones necesarias para llevar a cabo el proceso de gasificación, también calcula las composiciones en estado de equilibrio en las fases líquida y vapor determinadas.

En este caso, la composición de la corriente de salida se realiza aplicando la condición termodinámica del cambio de energía libre de GIBBS de un sistema reaccionante el cual debe ser un mínimo en el estado de equilibrio químico, su gran ventaja radica en que no es necesariamente especificar la estequiometria de la reacción para la determinación del mínimo de energía libre de GIBBS para el cálculo de las respectivas composiciones en el estado de equilibrio.

**Figura 5. Reactor GIBBS**



**Fuente:** Autor Hysys V9.0

## 5.25 ECUACIÓN DE ESTADO

La ecuación de estado que se utilizará para la simulación de la gasificación por sus propiedades, es la ecuación de Peng-Robinson debido a que es la más ampliamente usada en termodinámica de Ingeniería Química. Se puede decir, que esta ecuación, proporciona mejores predicciones para densidades de líquidos que la ecuación Soave-Redlich- Kwong, esta requiere algunos parámetros por compuesto puro:  $T_c$ ,  $p_c$  y el factor acéntrico  $\omega$ .

Los parámetros habían de poder ser expresados en función de dichas propiedades, se debe tener en cuenta que este debe ser razonablemente cerca al punto crítico, también para cálculos del factor de compresibilidad y la densidad líquida, las reglas de mezclado no deben emplear más que un parámetro sobre las interacciones binarias, que debía ser independiente de la presión, temperatura y composición.

La ecuación debía ser aplicable a todos los cálculos de todas las propiedades de los fluidos en procesos naturales de gases, por ende, esta ecuación es la más viable para usar en esta simulación debido a sus propiedades de predicción.

$$P = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a\alpha}{V_m^2 + 2bV_m - b^2}$$

R=Constante universal de los gases (8,31451 j/mol\*K)

$$a = \frac{0,45723553R^2T_c^2}{P_c}$$

$$b = \frac{0,07779607RTc}{Pc}$$

$$\alpha = (1 + (0,37464 + 1,54226\omega - 0,26992\omega^2)(1 - Tr^{0,5}))^2$$

$$Tr = \frac{T}{Tc}$$

## 5.26 MODELO TEÓRICO DE COMBUSTIÓN

Mediante el modelo teórico de combustión, se realizará el balance de masa y energía con el fin de determinar el poder calorífico de cada una de las configuraciones de la simulación con el fin de determinar cuál de ellas es la que me entrega un poder calorífico inferior más alto, para ellos necesitamos las diferentes entalpías de formación de cada uno de los compuestos para posteriormente reemplazar en la formula en la cual no tendremos en cuenta las entalpías estándar debido a que las condiciones de entrada son las ambiente:

$$PCI = HP - HR$$

$$HP = nmoles * (Hf_{productos})$$

$$HR = nmoles * (Hf_{reactivos})$$

Siendo Hf la entalpia de formación de cada uno de los componentes del gas producido

De esta forma, hallamos el poder calorífico inferior entregado en cada una de las Configuraciones teniendo en cuenta las variaciones de sus porcentajes variando los factores de operación como la temperatura de reacción y la relación entre la materia prima biomasa y el agente Gasificante.

Debemos tener en cuenta que las entalpías de formación de los compuestos puros como el Nitrógeno, Oxígeno entre otros es 0 por ende la formula se verá más simplificada y facilitará la obtención de la data en cada una de las configuraciones

## **6. MODELAMIENTO Y SIMULACION**

El modelamiento del proceso de gasificación de la caña flecha Arundo Donax para producción de un syngas con un requerimiento de 50m<sup>3</sup>, el cual, será comprimido y almacenado para su posterior uso, fue simulado utilizando la herramienta de simulación de procesos ASPEN HYSYS V 9.0.

### **6.1 PLANTEAMIENTO DEL MODELO**

Para la selección de las diferentes unidades de operación se tuvieron en cuenta los siguientes factores o criterios.

1. Tamaño de las partículas de la biomasa
2. Producción requerida limpia de los diferentes componentes que desfavorecen las
3. Reacciones de gasificación como los alquitranes, cenizas y polvo.

4. Capacidad de procesamiento del Gasificador y factores de operación de este.
5. Alto índice de conversión de biomasa.

Entre estos objetivos, se busca obtener el syngas con mayor poder calorífico posible, con el fin de su posterior uso para generación de energía en una zona no interconectada.

El reactor que cumple con cada uno de los requisitos previstos para llevar a cabo este proceso de gasificación, con un alto índice de conversión y obtención de altos poderes caloríficos, se optó por hacer uso del **Gasificador Down draft** el cual producirá según la teoría un gas con un mayor poder calorífico.

Adicionalmente, este Gasificador presenta varias ventajas, pues su fácil construcción y operación lo hacen bastante viable en cuestiones de inversión económica, junto con su baja producción de alquitranes puesto que este maneja altas temperaturas en sus zonas de oxidación.

**Tabla 6. Características Gasificador Down draft**

| <b>Características</b>        | <b>Valor</b> |
|-------------------------------|--------------|
| Humedad                       | 10-20%       |
| Tamaño Partícula              | 2-20cm       |
| Contenido de Cenizas          | 5%           |
| Temperatura de salida del gas | Baja         |
| Capacidad Máxima              | 350kW        |

**Fuente:** (Stassen & Knoef, 1980)



**Tabla 7. Ventajas del Gasificador Down draft**

| <b>Ventaja</b>                       | <b>Descripción</b>                                                                                                            |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diseño y características Técnicas    | Equipos con un básico manejo y adecuados para aplicaciones a pequeña escala                                                   |
| Experiencia                          | Se encuentran actualmente en países de Europa, India y estados unidos empleados para distintos tipos de biomasa               |
| Características de los residuos      | Se utilizan para operar con materiales que posean un tamaño uniforme y homogéneo en sus partículas y un contenido de humedad. |
| Calidad de los productos             | Bajo contenido de alquitranes debido a una alta temperatura en su zona de oxidación generando descomposición                  |
| Tratamientos posteriores al producto | No requiere limpieza después del proceso, productos con una alta calidad                                                      |
| Eficiencia Energética                | Alta eficiencia energética y de conversión.                                                                                   |

**Fuente:** *Autor*

## 6.2 SIMULACION DE LA CORRIENTE DE CAÑA ARUNDO DONAX

Inicialmente debemos tener en cuenta que Hysys es un software de simulación que no maneja sólidos, por lo tanto, trabajaremos la corriente del Arundo Donax con su análisis último, las condiciones de operación de entrada al Gasificador son a temperatura y presión ambiente con una biomasa en base seca.

El balance de masa es fundamental en los datos de entrada como la composición fisicoquímica pues por medio del balance se podrá determinar las variables de poder calorífico inferior de salida, flujos volumétricos y el flujo de aire real.

**Tabla 8. Corriente Caña flecha Arundo Donax Hysys V.9.0**

The screenshot shows the 'Material Stream: Arundo Donax' window in Hysys V.9.0. The 'Worksheet' tab is active, displaying a table of properties for the 'Arundo Donax' stream. The table has three columns: Property Name, Value, and Unit. The 'Arundo Donax' column is highlighted in yellow. The 'Vapour Phase' column is also highlighted in yellow. The 'OK' button is visible at the bottom of the window.

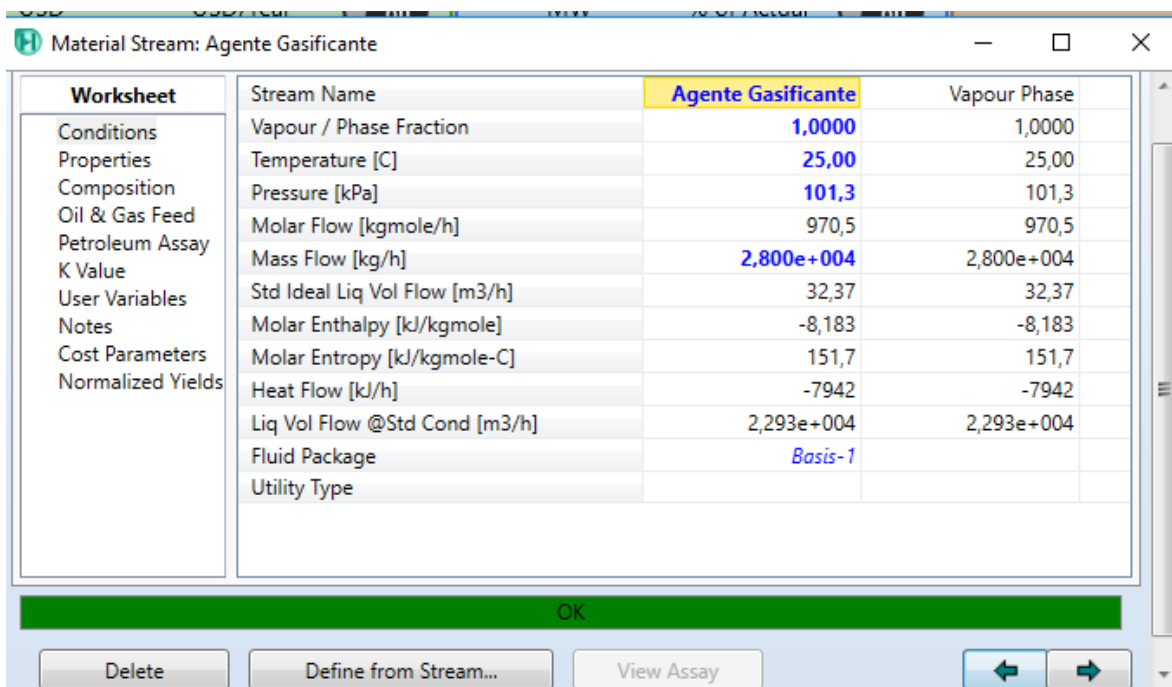
| Worksheet         | Stream Name                   | Arundo Donax | Vapour Phase |
|-------------------|-------------------------------|--------------|--------------|
| Conditions        | Vapour / Phase Fraction       | 0,5860       | 0,5860       |
| Properties        | Temperature [C]               | 25,00        | 25,00        |
| Composition       | Pressure [kPa]                | 101,3        | 101,3        |
| Oil & Gas Feed    | Molar Flow [kgmole/h]         | 2186         | 1281         |
| Petroleum Assay   | Mass Flow [kg/h]              | 2,800e+004   | 1,713e+004   |
| K Value           | Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h] | 44,53        | 37,91        |
| PSD Property      | Molar Enthalpy [kJ/kgmole]    | 0,2069       | -2,607       |
| User Variables    | Molar Entropy [kJ/kgmole-C]   | 84,21        | 140,1        |
| Notes             | Heat Flow [kJ/h]              | 452,1        | -3338        |
| Cost Parameters   | Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h] | 3,029e+004   | 3,028e+004   |
| Normalized Yields | Fluid Package                 | Basis-1      |              |
|                   | Utility Type                  |              |              |

Fuente: Autor Hysys .9.0

### 6.3 SIMULACION DE LA CORRIENTE DE AGENTE GASIFICADOR

Para la simulación del agente oxidante que se definió al inicio como aire por cuestiones de operativas de costos y fácil manejo, se simuló con datos iniciales de entrada de temperatura y presión ambiente, este es uno de los parámetros que hace parte de los factores de operación pues al agente Gasificante se le varió su flujo másico desde 19000 kg/h hasta 31000 kg/h

**Tabla 9. Corriente Agente Gasificante Aire Hysys V.9.0**



The screenshot shows the 'Material Stream: Agente Gasificante' dialog box in Hysys V9.0. The 'Worksheet' tab is selected, showing various properties for the stream. The 'Stream Name' is 'Agente Gasificante' and the 'Vapour Phase' is 'Vapour Phase'. The 'Mass Flow [kg/h]' is 2,800e+004. The 'Temperature [C]' is 25,00 and the 'Pressure [kPa]' is 101,3. The 'Fluid Package' is 'Basis-1'.

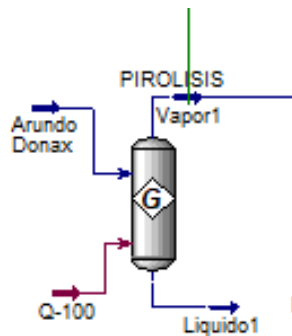
| Worksheet         | Stream Name                   | Agente Gasificante | Vapour Phase |
|-------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|
| Conditions        | Vapour / Phase Fraction       | 1,0000             | 1,0000       |
| Properties        | Temperature [C]               | 25,00              | 25,00        |
| Composition       | Pressure [kPa]                | 101,3              | 101,3        |
| Oil & Gas Feed    | Molar Flow [kgmole/h]         | 970,5              | 970,5        |
| Petroleum Assay   | Mass Flow [kg/h]              | 2,800e+004         | 2,800e+004   |
| K Value           | Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h] | 32,37              | 32,37        |
| User Variables    | Molar Enthalpy [kJ/kgmole]    | -8,183             | -8,183       |
| Notes             | Molar Entropy [kJ/kgmole-C]   | 151,7              | 151,7        |
| Cost Parameters   | Heat Flow [kJ/h]              | -7942              | -7942        |
| Normalized Yields | Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h] | 2,293e+004         | 2,293e+004   |
|                   | Fluid Package                 | Basis-1            |              |
|                   | Utility Type                  |                    |              |

**Fuente:** Autor Hysys V9.0

### 6.4 SIMULACION DE LA ETAPA DE PIROLISIS

Se simulará la etapa de pirolisis mediante altas temperaturas, para ello le daremos parámetros de salida de temperatura y presión en el reactor GIBBS con el fin de simular la unidad de pulverización con sus respectivas ecuaciones predeterminadas ya sea que se especifiquen o que el mismo reactor calcule las reacciones de pirolisis, pues esta es una de las ventajas que presenta reactor GIBBS.

**Figura 6. Etapa Pirolisis Hysys V9.0**

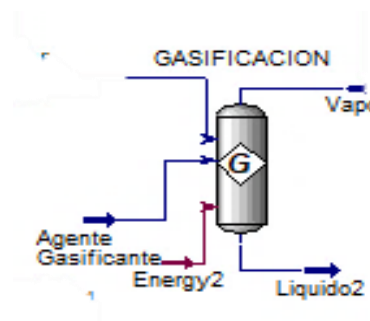


**Fuente:** Autor Hysys V9.0

## 6.5 SIMULACION DE LA ETAPA DE GASIFICACIÓN

En esta etapa, tenemos una biomasa en base seca, en la cual se inyectará el agente Gasificante al reactor GIBBS el cual, para este caso por costos y operación, se trabajará el aire como oxidante, inicialmente inyectamos una relación 1/1 hasta la relación 10 entre el agente y la biomasa con el fin de analizar su comportamiento y concluir la configuración más adecuada en cuanto a producción costos y utilidad de las etapas de gasificación en la simulación.

**Figura 7. Etapa Gasificación en Hysys v.9.0**

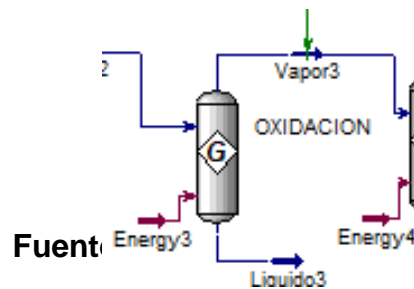


**Fuente:** Autor Hysys V9.0

## 6.6 SIMULACION DE LA ETAPA DE OXIDACIÓN

De esta forma, llegamos a la etapa de gasificación mostrada en la figura 8, en la cual tenemos una biomasa reaccionante con el agente Gasificante el cual se llevan a cabo las reacciones de oxidación parcial y el cambio de agua a gas con el fin de obtener una mayor producción de hidrogeno

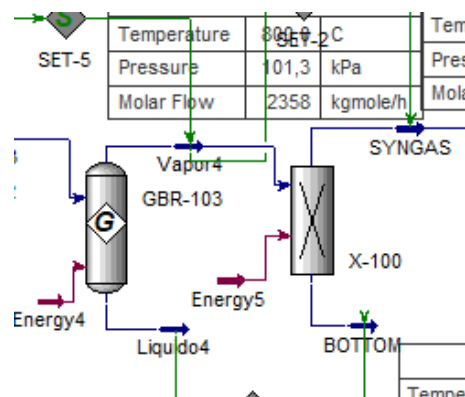
**Figura 8. Etapa Oxidación en Hysys v.9.0**



## 6.7 SIMULACION DE LA ETAPA DE REDUCCIÓN

En esta etapa logramos convertir toda la biomasa junto con su agente Gasificante mediante una oxidación parcial a temperaturas elevadas en un gas moderado o gas de síntesis el cual nos aportara el poder calorífico necesario para los diferentes procesos.

**Figura 9. Etapa Reducción en Hysys v.9.0**

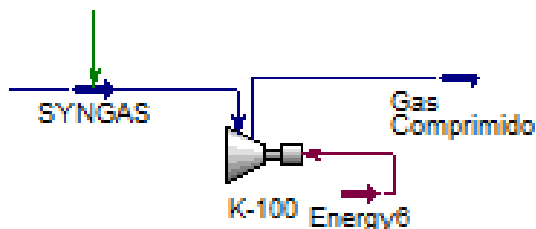


Fuente: Autor Hysys V9.0

## 6.8 SIMULACION DE LA ETAPA DE COMPRESIÓN

Se busca comprimir el gas para su fácil almacenamiento y transporte, por lo tanto, se simuló la etapa de compresión, dándole una presión de salida un poco mayor convirtiendo el gas en líquido.

**Figura 10. Etapa Compresión en Hysys v.9.0**



**Fuente:** Autor Hysys V9.0

## 7. DISEÑO METODOLÓGICO

### 7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación fue descriptiva, se realizó un análisis de los diferentes estudios ya realizados con respecto a simulaciones de gasificación de biomasa con el fin de determinar los criterios de selección de las tecnologías y las unidades de operación, posteriormente se realizaron las diferentes selecciones de dichas unidades las cuales garantizarían una mejor eficiencia en el proceso de obtención del syngas con el fin de suplir la demanda energética en una zona no interconectada en el sistema nacional.

Se realizaron las diferentes consideraciones de mayor pertinencia a lo largo de proyecto y del desarrollo de cada una de las etapas que mostraremos a continuación.

### **Inicio del proyecto**



### **Preliminares**

En esta etapa, se llevó a cabo la recopilación de los Diferentes fuentes de información como, tesis, artículos, libros, Sobre como modelar un proceso de gasificación en Hysys, selección De unidades de operación y condiciones de entrada del Gasificador.



### **Recopilación de datos y simulación**

Mediante el estudio de las diferentes simulaciones realizadas, Resaltamos las variables que afectan de manera directa el proceso De gasificación, como la temperatura, tiempo de permanencia, relación De Biomasa, Agente Gasificante



### **Análisis de resultados**

Se estudian las diferentes configuraciones realizadas en la simulación Con el fin de analizar la alternativa más viable en cuestión de costos y Poder calorífico



### **Finalización del proyecto**

A partir de los resultados, se hicieron recomendaciones sobre la configuración más apta y con mayor índice de conversión de energía Utilizando la menor cantidad de biomasa posible para cumplir con la Demanda de syngas requerida.

**Fuente:** Autor

## **ETAPA 1: ANÁLISIS**

En esta etapa se tuvo como objetivo realizar las investigaciones y recopilación de los diferentes estados del arte que tuvieron como estructura en sus trabajos la simulación de biomasa para la obtención de energía con el fin de analizar y comparar las condiciones de operación y las unidades utilizadas para llevar a cabo la simulación

## **ETAPA 2: PARÁMETROS DE DISEÑO**

Ya hecha la revisión bibliográfica, se siguió con la determinación de las unidades de operación necesarias en la simulación pues dependiendo a la materia prima y la finalidad del syngas producido, se clasifican las unidades de operación teniendo en cuenta, volumen del gas requerido, flujos másicos, temperaturas de reacción. tiempo de permanencia de los residuos.

## **ETAPA 3: COMPARACIÓN DE RESULTADOS**

Realizada la simulación, se inició la variación de parámetros de diseño que afectan de manera directa los productos del syngas pues se buscó los parámetros óptimos de relación de agente Gasificante vs biomasa, temperatura de reacción, con el fin de obtener una simulación con un alto grado de conversión con el mayor poder calorífico posible.

## **ETAPA 4. ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES**

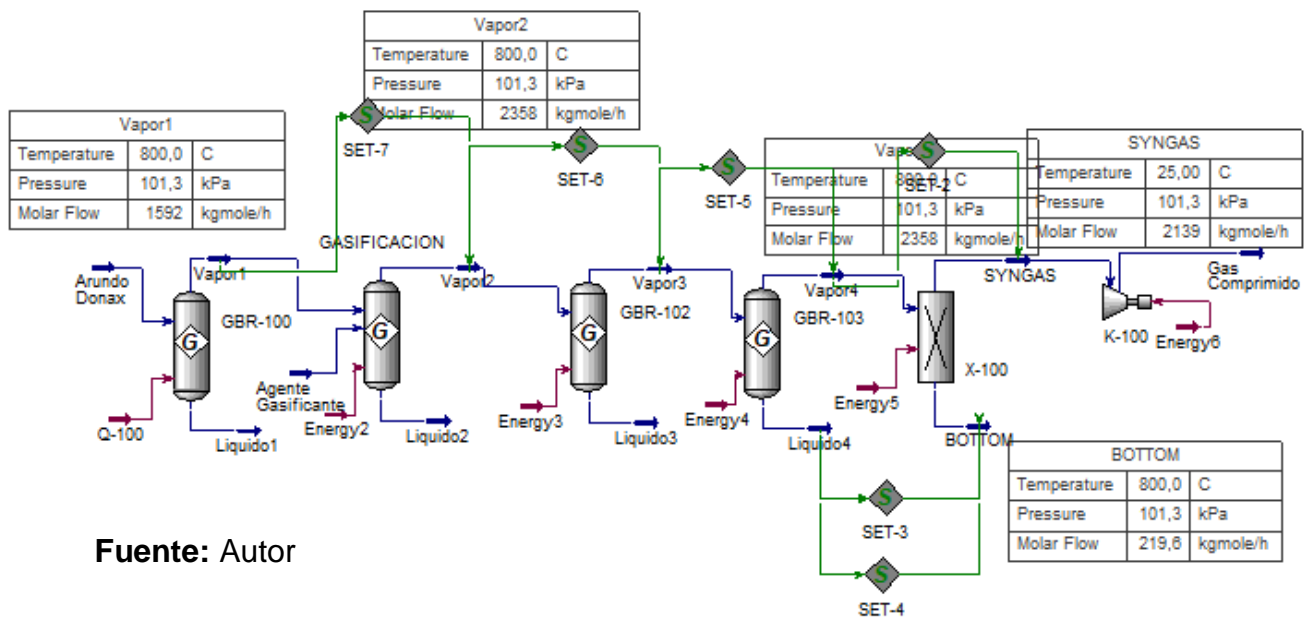
Una vez realizada la configuración más óptima, se hacen algunas recomendaciones sobre el proceso, teniendo en cuenta el tipo de biomasa a utilizar y los posibles resultados a obtener, de esta manera se determina si esta tecnología resulta viable para implementar en una zona no interconectada.



## 8. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA SIMULACION

Luego de haber realizado satisfactoriamente la simulación teniendo en cuentas las condiciones de operación de los gasificadores y el requerimiento de gas producido de 50m<sup>3</sup>, se empezaron a varían los factores de operación con el fin de determinar la mejor configuración de estos para obtener la mejor calidad y poder calorífico posible del syngas producido, las variaciones de temperatura se analizaron dentro de la simulación en un rango desde 500°C hasta 1000°C y las relación entre biomasa y agente Gasificante se variaron desde la relación 1 hasta la relación 10.

Figura 11. Simulación proceso de Gasificación en Hysys v.9.0



Fuente: Autor

Teniendo en cuentas las variaciones de los factores de operación de la simulación, se modificaron parámetros como la temperatura de reacción junto con la relación de Biomasa/Agente Gasificante para determinar la configuración más apta, garantizando los 50m<sup>3</sup> requeridos en el syngas producido.

Empezamos las variaciones desde una temperatura de reacción de 500°C con 19 toneladas de biomasa y 19 toneladas de agente Gasificante, es decir, una relación 1/1 mientras se le aumenta su temperatura, de esta forma, analizamos el comportamiento de los componentes del gas producido y la producción de m<sup>3</sup> junto con el poder calorífico obtenido.

En la siguiente tabla se describen algunos parámetros siendo  $h_f$ , la entalpia de formación de cada uno de los compuestos  $N_r$ , son las moles obtenidas en la composición del gas de síntesis y las variables X,Y,Z son variables las cuales se hallaron mediante el modelo teórico de combustión el cual me ayudará a calcular el factor de aireación junto con la entalpia de los productos y reactivos para finalmente, hallar el poder calorífico inferior, en las ultimas casillas, se dan los m<sup>3</sup> producidos y el flujo másico.

## 8.1 RESULTADOS

### 1. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE 1 A 500°C

Para la toma de resultados, se hicieron variaciones en los flujos de entrada tanto en la biomasa como en el agente Gasificante, inicialmente la relación 1 tiene como flujos de entrada 19 toneladas de biomasa y 19 toneladas de agente Gasificante lo cual dio como resultado lo siguiente:

**Tabla 10. Relación Biomasa/A. G (1)- Temperatura 500°C**

| 500°C - Relación B/A.G(1) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,087          | 0,3381 | 0,3112 | 0,26705        | 1,286208 | 49,2          | 33320              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,5248         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,0489         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,2022         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,1372         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,3112         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

En la tabla 10, se obtuvieron datos de los porcentajes de composición de los componentes del syngas producido junto con su entalpia de formación de cada uno de los compuestos para posteriormente ser calculado su poder calorífico inferior, junto con esos cálculos también se obtienen datos de producción de m3 y de flujos másico.

**Tabla 11. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (1)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG) |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| -208303     | -91486,611  | -116816,89   | 26,6268    | -4387      |

**Fuente:** Autor

Posteriormente se calculó el poder calorífico restando la entalpia de los productos menos la entalpia de los reactivos, esta se obtiene en KJ/Kmol luego con el peso molecular de la mezcla del gas producido, se calcula el poder calorífico inferior en KJ/KG de esta configuración dando -4387 KJ/KG lo cual se caracteriza como un gas pobre.

## 2. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (1) A 600°C

**Tabla 12. Relación Biomasa/A. G (1)- Temperatura 600°C**

| 600°C - Relacion B/A.G(1) |                |         |                |        |        |                |         |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|---------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z       | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,0293         | 0,3026 | 0,2862 | 0,239          | 1,18074 | 51,13         | 33510              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |        |        |                |         |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,4698         |        |        |                |         |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,1332         |        |        |                |         |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,1401         |        |        |                |         |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,2276         |        |        |                |         |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,2862         |        |        |                |         |               |                    |

**Fuente:** Autor

Se observó en la tabla 12, el aumento en la producción de m3 mientras que su poder calorífico inferior aumenta junto con la temperatura, esto se debe a que la producción de monóxido de carbono el cual es uno de los componentes con una entalpia de formación grande, aumentó su porcentaje en el gas producido.

**Tabla 13. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (1)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG) |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| -188288     | -72047,853  | -116240,18   | 23,9724    | -4849      |

Fuente: Autor

### 3. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (1) A 700°C

**Tabla 14. Relación Biomasa/A. G (1)- Temperatura 700°C**

| 700°C - Relacion B/A.G(1) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,0027         | 0,2891 | 0,2673 | 0,2283         | 1,140508 | 51,48         | 33350              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,4489         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,1839         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,1025         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,2619         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,2673         |        |        |                |          |               |                    |

Fuente: Autor

A medida que se aumentó la temperatura, el poder calorífico aumenta pues hay un mayor índice de conversión de la biomasa mostrada en la tabla 14 junto con el flujo másico el cual también tiene una relación directa con la temperatura.

**Tabla 15. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (1)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG) |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| -178405     | -60864,362  | -117540,76   | 22,7954    | -5156      |

Fuente: Autor

#### 4. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (1) A 800°C

**Tabla 16. Relación Biomasa/A. G (1)- Temperatura 800°C**

| 800°C - Relacion B/A.G(1) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,0002         | 0,2913 | 0,2568 | 0,2301         | 1,147276 | 50,69         | 33020              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,4523         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,203          |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,0881         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,2564         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,2568         |        |        |                |          |               |                    |

Fuente: Autor

En esta temperatura, se observo como el flujo másico junto con los m3 de producción de gas no aumentan, mientras que el poder calorífico inferior del gas producido sí esto se debe a la variación de porcentajes de los compuestos producidos en el syngas.

**Tabla 17. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (1)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG) |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| -176732     | -57121,672  | -119610,08   | 22,7408    | -5260      |

**Fuente:** Autor

Se observo según la tabla 17, como aumenta el poder calorífico inferior a medida que aumentamos la temperatura de reacción, en esta configuración, obtenemos un poder calorífico inferior un poco más alto, cumpliendo con el requerimiento de los 50m<sup>3</sup> de gas, lo cual resulta ideal.

## 5. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (1) A 900°C

**Tabla 18. Relación Biomasa/A. G (1)- Temperatura 900°C**

| 900°C - Relación B/A.G(1) |                |         |                |        |        |                |          |                           |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch <sub>4</sub>           | 16             | -74850  | 0              | 0,2944 | 0,2485 | 0,23255        | 1,156488 | 49,95                     | 32730              |
| O <sub>2</sub>            | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |                           |                    |
| N <sub>2</sub>            | 28             | 0       | 0,4571         |        |        |                |          |                           |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,2166         |        |        |                |          |                           |                    |
| CO <sub>2</sub>           | 44             | -393520 | 0,0778         |        |        |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub>            | 2              | 0       | 0,2485         |        |        |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub> O          | 18             | -241820 | 0,2485         |        |        |                |          |                           |                    |

**Fuente:** Autor

En esta configuración se analizó en la tabla 18 a pesar de aumentar su poder calorífico inferior, los m<sup>3</sup> descienden a menos de 50m<sup>3</sup> lo que hace que esta configuración no sea viable a la hora de su implementación.

**Tabla 19. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (1)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG) |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| -175945     | -54556,654  | -121387,90   | 22,7838    | -5328      |

**Fuente:** Autor

## 6. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (1) A 1000°C

**Tabla 20. Relación Biomasa/A. G (1)- Temperatura 1000°C**

| 1000°C - Relación B/A.G(1) |                |         |                |       |        |                |          |                           |                    |
|----------------------------|----------------|---------|----------------|-------|--------|----------------|----------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                  | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X     | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch <sub>4</sub>            | 16             | -74850  | 0              | 0,297 | 0,2418 | 0,2346         | 1,164196 | 49,36                     | 32510              |
| O <sub>2</sub>             | 32             | 0       | 0              |       |        |                |          |                           |                    |
| N <sub>2</sub>             | 28             | 0       | 0,4611         |       |        |                |          |                           |                    |
| CO                         | 28             | -110530 | 0,2274         |       |        |                |          |                           |                    |
| CO <sub>2</sub>            | 44             | -393520 | 0,0696         |       |        |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub>             | 2              | 0       | 0,2418         |       |        |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub> O           | 18             | -241820 | 0,2418         |       |        |                |          |                           |                    |

**Fuente:** Autor

En esta configuración, se ve determinó el incremento del porcentaje del compuesto de monóxido de carbono el cual, por su entalpia de formación, y su alto porcentaje, hace que el poder calorífico inferior sea bastante alto, pero el



requerimiento de energía para los 1000°C, es bastante alto, al igual los m<sup>3</sup> producidos de syngas, no cumplen con el requerimiento.

**Tabla 21. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (1)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG) |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| -175348     | -52523,514  | -122824,00   | 22,824     | -5381      |

**Fuente:** Autor

Se analizo el comportamiento de la relación 1/1 entre la biomasa y el agente Gasificante en el rango de temperaturas de 500-1000°C, 19 toneladas de cada uno, obtenemos la siguiente tabla22.

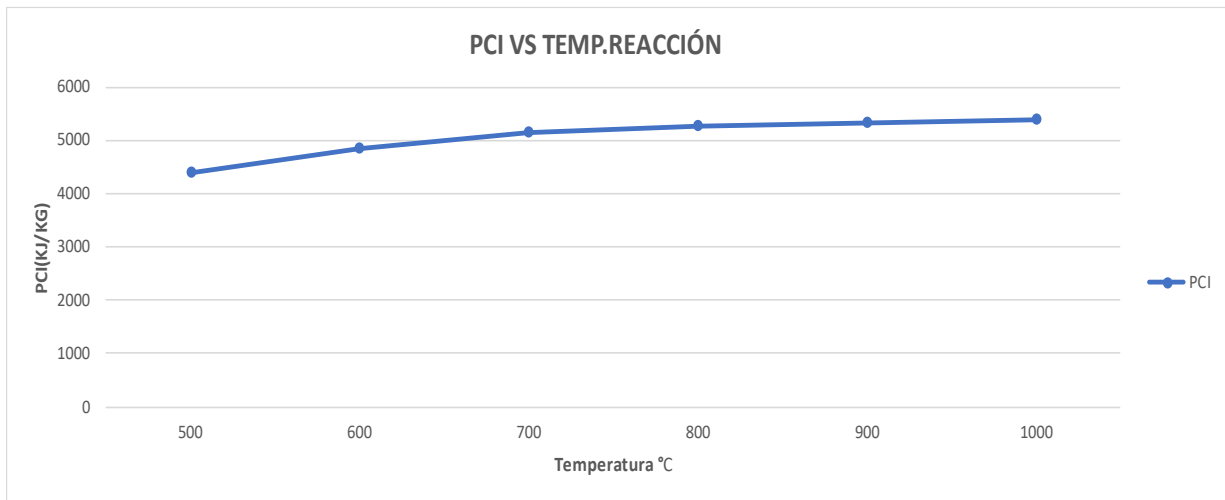
**Tabla 22. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m<sup>3</sup>**

| Temp | PCI  | Flujo Masico | KJ/KG       | m <sup>3</sup> (1) |
|------|------|--------------|-------------|--------------------|
| 500  | 4387 | 33320        | 146181238,8 | 49,2               |
| 600  | 4849 | 33510        | 162487215,8 | 51,13              |
| 700  | 5156 | 33350        | 171963826,6 | 51,48              |
| 800  | 5260 | 33020        | 173675721,2 | 50,69              |
| 900  | 5328 | 32730        | 174379431,8 | 49,95              |
| 1000 | 5381 | 32510        | 174947787,6 | 49,36              |

**Fuente:** Autor

Para pudo observar de una forma más detallada en la cual observamos el comportamiento del poder calorífico inferior vs Temperatura de reacción del syngas producido en la simulación, se presenta la siguiente gráfica.

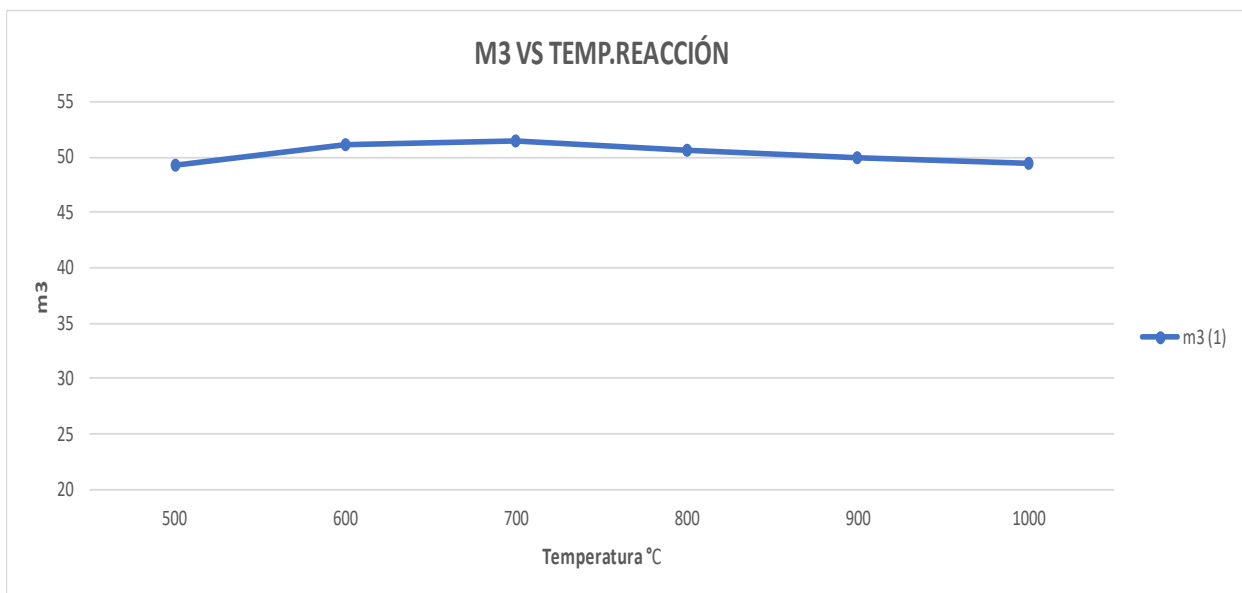
**Grafica 1. Poder calorífico Vs Temperatura de reacción**



**Fuente:** Autor

Se analizó en la gráfica 1, las mejores condiciones de operación en esta relación 1, vemos que desde la temperatura 600°C la producción de gas en m<sup>3</sup> se cumple, pero a medida que aumentamos la temperatura de reacción, obtenemos un poder calorífico inferior más alto, es decir, la temperatura tiene una relación directa con el poder calorífico inferior.

**Grafica 2. Producción en m3 Vs Temperatura de reacción**



**Fuente:** Autor

Se determino que desde los 600°C hasta los 900°C dicho requerimiento de 50m3 se cumple por lo que se entraría a evaluar las configuraciones restantes que, a pesar de tener un alto poder calorífico inferior, no cumplen con la producción en m3.

## 7. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (1.5) A 500°C

Para la toma de resultados, se hicieron variaciones en los flujos de entrada tanto en la biomasa como en el agente Gasificante, inicialmente la relación 1 tiene como flujos de entrada 23 toneladas de biomasa y 15,3 toneladas de agente Gasificante lo cual dio como resultado lo siguiente:

**Tabla 23. Relación Biomasa/A. G (1.5)- Temperatura 500°C**

| 500°C - Relacion B/A.G(1.5) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|-----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                   | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                         | 16             | -74850  | 0,1307         | 0,4016 | 0,4018 | 0,3612         | 1,640212 | 51,39         | 33370              |
| O2                          | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                          | 28             | 0       | 0,458          |        |        |                |          |               |                    |
| CO                          | 28             | -110530 | 0,0592         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                         | 44             | -393520 | 0,2117         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                          | 2              | 0       | 0,1404         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                         | 18             | -241820 | 0,4018         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

Ahora la configuración que realizamos en esta fase es de 1.5 mostrada en la tabla 23, aumentamos la cantidad de flujo de entrada de biomasa de 19 toneladas a 23 toneladas y disminuimos el flujo de entrada del agente Gasificante a 15,3 toneladas con el fin de evaluar su comportamiento ante dichas variaciones

**Tabla 24. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (1.5)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG) |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| -255201     | -99634,455  | -155566,45   | 26,1684    | -5945      |

**Fuente:** Autor

Vemos que, ante la variación de los flujos másicos de entrada, la cantidad de gas producido sigue cumpliendo con los 50m<sup>3</sup>, dándonos un poder calorífico inferior más alto mostrado en la anterior tabla 24.

## 8. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (1.5) A 600°C

**Tabla 25. Relación Biomasa/A. G (1.5)- Temperatura 600°C**

| 600°C - Relación B/A.G(1.5) |                |         |                |        |       |                |         |                           |                    |
|-----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|-------|----------------|---------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                   | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y     | a <sub>t</sub> | Z       | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch <sub>4</sub>             | 16             | -74850  | 0,0554         | 0,3513 | 0,359 | 0,316          | 1,47026 | 53,7                      | 33560              |
| O <sub>2</sub>              | 32             | 0       | 0              |        |       |                |         |                           |                    |
| N <sub>2</sub>              | 28             | 0       | 0,4006         |        |       |                |         |                           |                    |
| CO                          | 28             | -110530 | 0,1622         |        |       |                |         |                           |                    |
| CO <sub>2</sub>             | 44             | -393520 | 0,1337         |        |       |                |         |                           |                    |
| H <sub>2</sub>              | 2              | 0       | 0,2482         |        |       |                |         |                           |                    |
| H <sub>2</sub> O            | 18             | -241820 | 0,359          |        |       |                |         |                           |                    |

**Fuente:** Autor

En esta relación 1.5, se observó el aumento de el flujo de entrada de biomasa a 25 toneladas y disminuimos el flujo de agente Gasificante entrante el cual vemos que ante esta variación, la producción de m<sup>3</sup> de syngas, aumenta sobrepasando el

requerimiento lo cual no es viable pues estos m<sup>3</sup> de más, serian un sobre costo innecesario mostrado en la grafica 25.

**Tabla 26. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (1.5)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG) |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| -225057     | -74688,28   | -150368,68   | 23,024     | -6531      |

Fuente: Autor

## 9. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (1.5) A 700°C

**Tabla 27. Relación Biomasa/A. G (1.5)- Temperatura 700°C**

| 700°C - Relacion B/A.G(1.5) |                |         |                |       |        |                |          |                           |                    |
|-----------------------------|----------------|---------|----------------|-------|--------|----------------|----------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                   | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X     | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                         | 16             | -74850  | 0,0082         | 0,321 | 0,3292 | 0,2887         | 1,367612 | 55,2                      | 33600              |
| O2                          | 32             | 0       | 0              |       |        |                |          |                           |                    |
| N2                          | 28             | 0       | 0,3661         |       |        |                |          |                           |                    |
| CO                          | 28             | -110530 | 0,2318         |       |        |                |          |                           |                    |
| CO2                         | 44             | -393520 | 0,081          |       |        |                |          |                           |                    |
| H2                          | 2              | 0       | 0,3128         |       |        |                |          |                           |                    |
| H2O                         | 18             | -241820 | 0,3292         |       |        |                |          |                           |                    |

Fuente: Autor

En esta relación mostrada en la tabla 27, se determinó el aumento de la temperatura, vemos que el índice de conversión también aumenta pues el volumen de gas producido sobrepasa el requerimiento y el flujo másico permanece bajo los mismos rangos entre 33-34mil kg/h

**Tabla 28. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (1.5)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG) |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| -205927     | -58109,744  | -147817,32   | 21,062     | -7018      |

**Fuente:** Autor

Se determino un syngas con un poder calorífico bastante alto a comparación de la inicial mostrado en la tabla 28 pero con una sobreproducción en volumen pues, restan 5 m3 los cuales producirán sobrecostos

### 10. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (1.5) A 800°C

**Tabla 29. Relación Biomasa/A. G (1.5)- Temperatura 800°C**

| 800°C - Relacion B/A.G(1.5) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|-----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                   | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                         | 16             | -74850  | 0,0007         | 0,3189 | 0,3188 | 0,28685        | 1,360656 | 54,83         | 33360              |
| O2                          | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                          | 28             | 0       | 0,3637         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                          | 28             | -110530 | 0,2535         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                         | 44             | -393520 | 0,0647         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                          | 2              | 0       | 0,3174         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                         | 18             | -241820 | 0,3188         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

Se observo el aumentar la temperatura a 800°C, disminuye la producción de volumen de syngas en 1 m3 lo cual sigue sin ser la configuración adecuada para su implementación mostrado en la tabla 29.

**Tabla 30. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (1.5)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG) |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| -202586     | -53532,494  | -149053,25   | 20,7744    | -7175      |

**Fuente:** Autor

La configuración 1.5 a 800°C mostrada en la tabla 30, nos representa un flujo másico bastante inferior a la inicial, pero con un alto poder calorífico inferior, en este punto se entra a evaluar su viabilidad pues la producción de 50m3 que es lo que se busca, se está sobrepasando con 3 m3 de mas

## 11. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (1.5) A 900°C

**Tabla 31. Relación Biomasa/A. G (1.5)- Temperatura 900°C**

| 900°C - Relacion B/A.G(1.5) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|-----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                   | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                         | 16             | -74850  | 0,0001         | 0,3213 | 0,3124 | 0,28905        | 1,368928 | 54,18         | 33100              |
| O2                          | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                          | 28             | 0       | 0,3665         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                          | 28             | -110530 | 0,2655         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                         | 44             | -393520 | 0,0557         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                          | 2              | 0       | 0,3122         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                         | 18             | -241820 | 0,3124         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

Se observo en la tabla 31 en el comportamiento de los m<sup>3</sup> producidos un sobrecosto en 4,18 metros cúbicos de más.

**Tabla 32. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (1.5)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG) |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| -201983     | -51272,264  | -150710,28   | 20,7728    | -7255      |

**Fuente:** Autor

Analizando la tabla 32, se determino la producción del syngas, vemos un gas con alto poder calorífico pero el volumen de gas producido sobrepasa el que es requerido en el sistema, por lo tanto, se estaría desperdiciando el exceso de gas dando perdidas en el sistema.

## 12. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (1.5) A 1000°C

**Tabla 33. Relación Biomasa/A. G (1.5)- Temperatura 1000°C**

| 1000°C - Relación B/A.G(1.5) |                |         |                |        |        |                |         |                           |                    |
|------------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|---------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                    | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z       | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch <sub>4</sub>              | 16             | -74850  | 0              | 0,3236 | 0,3073 | 0,291          | 1,37626 | 53,65                     | 32900              |
| O <sub>2</sub>               | 32             | 0       | 0              |        |        |                |         |                           |                    |
| N <sub>2</sub>               | 28             | 0       | 0,3691         |        |        |                |         |                           |                    |
| CO                           | 28             | -110530 | 0,2747         |        |        |                |         |                           |                    |
| CO <sub>2</sub>              | 44             | -393520 | 0,0489         |        |        |                |         |                           |                    |
| H <sub>2</sub>               | 2              | 0       | 0,3073         |        |        |                |         |                           |                    |
| H <sub>2</sub> O             | 18             | -241820 | 0,3073         |        |        |                |         |                           |                    |

**Fuente:** Autor



**Tabla 34. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (1.5)**

| 1000°C - Relación B/A.G(1.5) |                |         |                |        |        |                |         |               |                    |
|------------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|---------|---------------|--------------------|
| Compuesto                    | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z       | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                          | 16             | -74850  | 0              | 0,3236 | 0,3073 | 0,291          | 1,37626 | 53,65         | 32900              |
| O2                           | 32             | 0       | 0              |        |        |                |         |               |                    |
| N2                           | 28             | 0       | 0,3691         |        |        |                |         |               |                    |
| CO                           | 28             | -110530 | 0,2747         |        |        |                |         |               |                    |
| CO2                          | 44             | -393520 | 0,0489         |        |        |                |         |               |                    |
| H2                           | 2              | 0       | 0,3073         |        |        |                |         |               |                    |
| H2O                          | 18             | -241820 | 0,3073         |        |        |                |         |               |                    |

Fuente: Autor

**Tabla 35. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (1.5)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG) |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| -201654     | -49605,719  | -152048,64   | 20,7926    | -7313      |

Fuente: Autor

Se analizo el comportamiento de la relación 1.5 entre la biomasa y el agente Gasificante, mostrada en la tabla 35 es decir, 23 toneladas de agente Gasificante y 15,3 toneladas de Agente Gasificante, obtenemos la siguiente tabla:

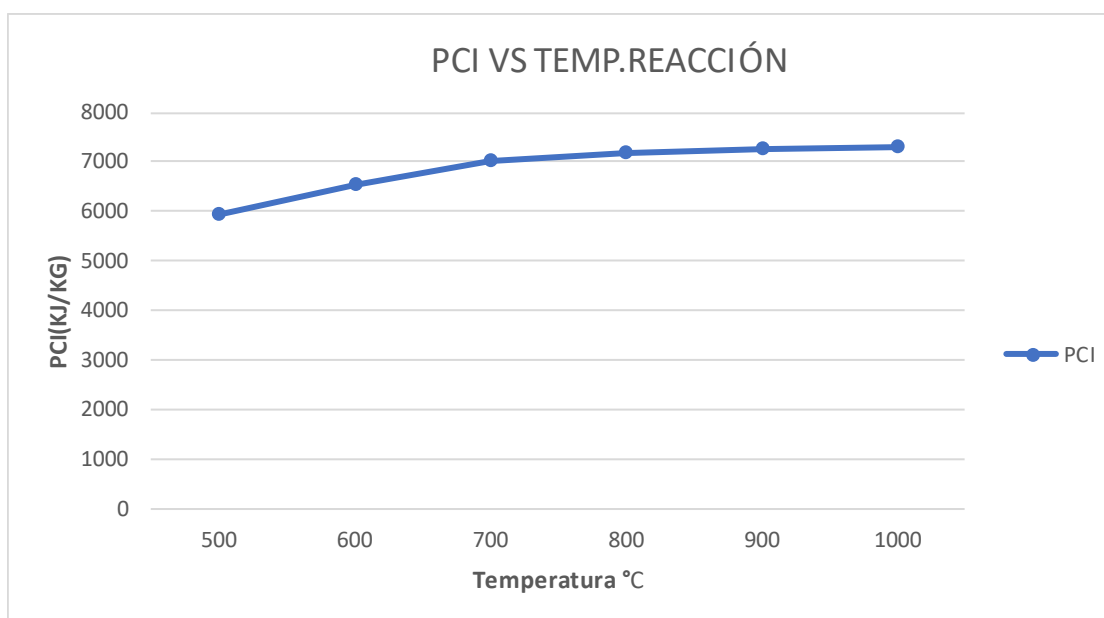
**Tabla 36. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3**

| Temp | PCI  | Flujo Masico | KJ/KG       | m3(1,5) |
|------|------|--------------|-------------|---------|
| 500  | 5945 | 33370        | 198378675,7 | 51,39   |
| 600  | 6531 | 33560        | 219178803,3 | 53,7    |
| 700  | 7018 | 33600        | 235811506,6 | 55,2    |
| 800  | 7175 | 33360        | 239353070,1 | 54,83   |
| 900  | 7255 | 33100        | 240146261,8 | 54,18   |
| 1000 | 7313 | 32900        | 240585603,7 | 53,65   |

**Fuente:** Autor

Para poder observar y analizar de una forma más detallada se presenta la siguiente gráfica 3.

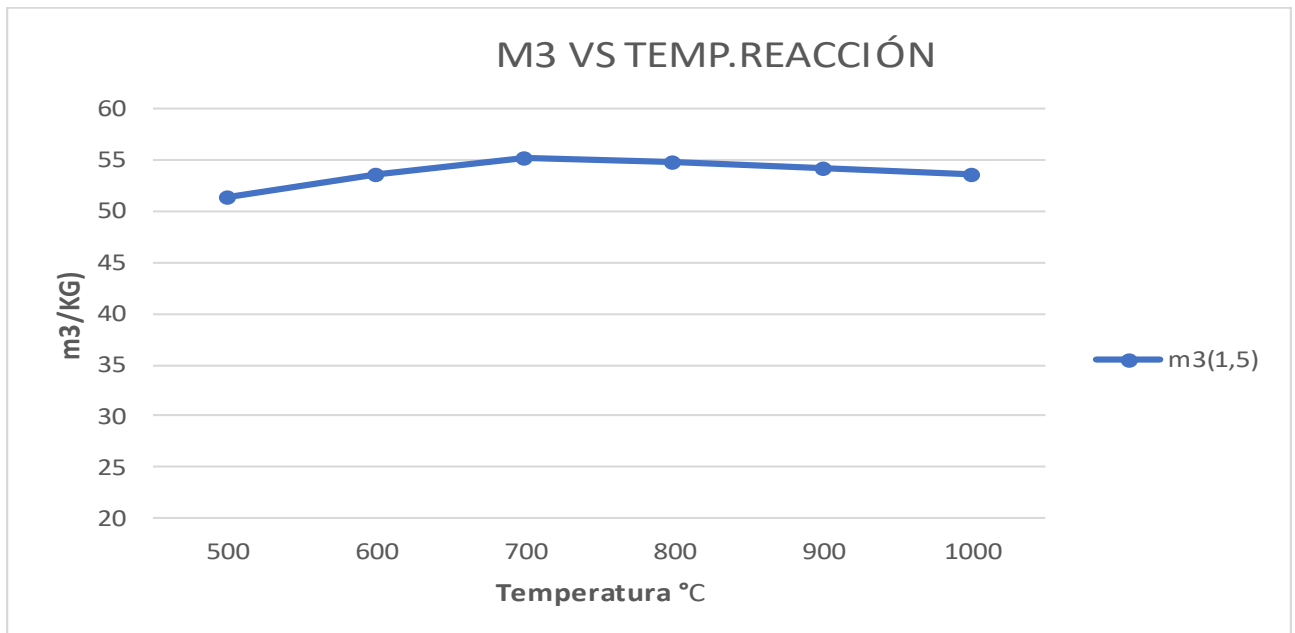
**Gráfica 3. Poder calorífico Vs Temperatura de reacción**



**Fuente:** Autor

En la gráfica 3, se describió el comportamiento de la producción de m3 en cada una de las temperaturas desde 500°C hasta 1000°C con el fin de determinar en cuales condiciones cumple con los 50m3

**Grafica 4. Producción en m3 Vs Temperatura de reacción**



**Fuente:** Autor

En la gráfica 4 mostrada anteriormente, se observó que la mayoría de las configuraciones a diferentes temperaturas, cumple con las condiciones de producción en volumen de syngas el problema es la sobreproducción en algunas de ellas pues este significaría un sobre costo en la implementación del sistema, por lo tanto, se analizará un escenario con menores flujos de entrada.

### **13. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (2) A 500°C**

En esta configuración, se aumentó la cantidad de flujo de biomasa de entrada y disminuimos el flujo de entrada de agente Gasificante, hablamos de 25 toneladas de biomasa y 12,5 toneladas de agente Gasificante

**Tabla 37. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 500°C**

| 500°C - Relación B/A.G(2) |                |         |                |       |        |                |       |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|-------|--------|----------------|-------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X     | Y      | a <sub>t</sub> | Z     | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,1598         | 0,444 | 0,4604 | 0,423          | 1,872 | 51,41         | 32510              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |       |        |                |       |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,4157         |       |        |                |       |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,0658         |       |        |                |       |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,2179         |       |        |                |       |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,1408         |       |        |                |       |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,4604         |       |        |                |       |               |                    |

Fuente: Autor

**Tabla 38. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (2)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)  |
|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|
| -285860,048 | -104981,912 | -180878,136  | 25,908     | -6981,55535 |

Fuente: **Autor**

Según la tabla 38, se analizó la configuración con un bajo poder calorífico el cual posee el requerimiento mínimo de producción de syngas en m3 el pero con un bajo poder calorífico, no resulta de gran viabilidad pues el gran requerimiento de flujos de entrada es bastante alto por ende su viabilidad no es óptima.

## 14. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (2) A 600°C

**Tabla 39. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 600°C**

| 600°C - Relación B/A.G(2) |                |         |                |       |        |                |       |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|-------|--------|----------------|-------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X     | Y      | a <sub>t</sub> | Z     | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,0741         | 0,384 | 0,4049 | 0,366          | 1,658 | 53,8          | 32690              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |       |        |                |       |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,3596         |       |        |                |       |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,1786         |       |        |                |       |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,131          |       |        |                |       |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,2567         |       |        |                |       |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,4049         |       |        |                |       |               |                    |

**Fuente:** Autor

Analizando la tabla 39, se observó el incremento en los porcentajes de N<sub>2</sub>, Co en los porcentajes de los componentes producidos del syngas traduciendo así un gas con un poder calorífico más alto pero la sobreproducción en m<sup>3</sup> no resulta viable para su posterior implementación.

**Tabla 40. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (2)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -248906,542 | -76838,163  | -172068,379  | 22,5326    | -7636,419188 |

**Fuente:** Autor

## 15. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (2) A 700°C

**Tabla 41. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 700°C**

| 700°C - Relacion B/A.G(2) |                |         |                |       |        |                |       |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|-------|--------|----------------|-------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X     | Y      | a <sub>t</sub> | Z     | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,014          | 0,342 | 0,3658 | 0,326          | 1,507 | 55,96         | 32840              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |       |        |                |       |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,3204         |       |        |                |       |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,2579         |       |        |                |       |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,0699         |       |        |                |       |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,3378         |       |        |                |       |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,3658         |       |        |                |       |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 42. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (2)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -222962,892 | -57060,635  | -165902,257  | 20,1676    | -8226,177483 |

**Fuente:** Autor

La tabla 42, muestra el comportamiento del poder calorífico a medida que aumentamos su temperatura de reacción esta sirve como catalizador en la reacción pues al aumentarla aumentamos la velocidad de reacción también por ende vemos los factores secundarios los cuales resultan

## 16. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (2) A 800°C

**Tabla 43. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 800°C**

| 800°C - Relación B/A.G(2) |                |         |                |       |       |                |       |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|-------|-------|----------------|-------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X     | Y     | a <sub>t</sub> | Z     | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,0013         | 0,335 | 0,354 | 0,319          | 1,483 | 56,05         | 32700              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |       |       |                |       |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,3138         |       |       |                |       |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,282          |       |       |                |       |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,0515         |       |       |                |       |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,3514         |       |       |                |       |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,354          |       |       |                |       |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 44. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (2)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -217354,776 | -51533,045  | -165821,731  | 19,672     | -8429,327521 |

**Fuente:** Autor

Según la tabla 44, muestra la sobreproducción de syngas con un valor de 56,05 m<sup>3</sup>, estos 6,03 m<sup>3</sup> de mas no resultan necesarios para la configuración del sistema pues su requerimiento solo es de 50 m<sup>3</sup>

## 17. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (2) A 900°C

**Tabla 45. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 900°C**

| 900°C - Relación B/A.G(2) |                |         |                |       |        |                |       |                           |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|-------|--------|----------------|-------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X     | Y      | a <sub>t</sub> | Z     | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch <sub>4</sub>           | 16             | -74850  | 0,0001         | 0,336 | 0,3485 | 0,321          | 1,488 | 55,54                     | 32490              |
| O <sub>2</sub>            | 32             | 0       | 0              |       |        |                |       |                           |                    |
| N <sub>2</sub>            | 28             | 0       | 0,3153         |       |        |                |       |                           |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,2927         |       |        |                |       |                           |                    |
| CO <sub>2</sub>           | 44             | -393520 | 0,0436         |       |        |                |       |                           |                    |
| H <sub>2</sub>            | 2              | 0       | 0,3483         |       |        |                |       |                           |                    |
| H <sub>2</sub> O          | 18             | -241820 | 0,3485         |       |        |                |       |                           |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 46. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (2)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -216654,398 | -49517,088  | -167137,31   | 19,6406    | -8509,786361 |

**Fuente:** Autor



## 18. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (2) A 1000°C

**Tabla 47. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 1000°C**

| 1000°C - Relacion B/A.G(2) |                |         |                |       |        |                |       |               |                    |
|----------------------------|----------------|---------|----------------|-------|--------|----------------|-------|---------------|--------------------|
| Compuesto                  | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X     | Y      | a <sub>t</sub> | Z     | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                        | 16             | -74850  | 0              | 0,338 | 0,3446 | 0,323          | 1,495 | 55,08         | 32320              |
| O2                         | 32             | 0       | 0              |       |        |                |       |               |                    |
| N2                         | 28             | 0       | 0,3171         |       |        |                |       |               |                    |
| CO                         | 28             | -110530 | 0,3005         |       |        |                |       |               |                    |
| CO2                        | 44             | -393520 | 0,0378         |       |        |                |       |               |                    |
| H2                         | 2              | 0       | 0,3446         |       |        |                |       |               |                    |
| H2O                        | 18             | -241820 | 0,3446         |       |        |                |       |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 48. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (2)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -216458,988 | -48089,321  | -168369,667  | 19,6452    | -8570,524454 |

**Fuente:** Autor

Se analizo el comportamiento de la relación 2 entre la biomasa y el agente Gasificante, mostrado en la tabla 47 y 48 es decir, 25 toneladas de agente Gasificante y 12,5 toneladas de Agente Gasificante, obtenemos la siguiente tabla:

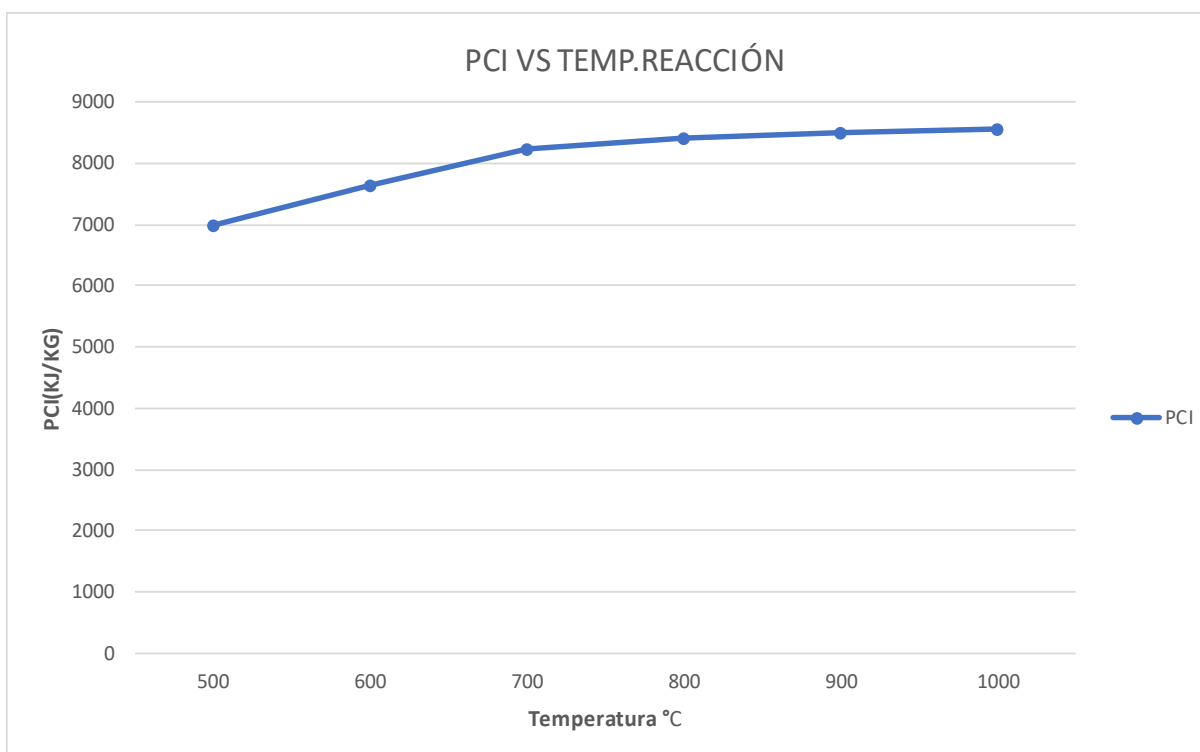
**Tabla 49. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 (2)**

| Temp | PCI        | Flujo Masico | KJ          | m3(2) |
|------|------------|--------------|-------------|-------|
| 500  | 6981,55535 | 32510        | 226970364,4 | 51,41 |
| 600  | 7636,41919 | 32690        | 249634543,3 | 53,8  |
| 700  | 8226,17748 | 32840        | 270147668,5 | 55,96 |
| 800  | 8429,32752 | 32700        | 275639009,9 | 56,05 |
| 900  | 8509,78636 | 32490        | 276482958,9 | 55,54 |
| 1000 | 8570,52445 | 32320        | 276999350,3 | 55,08 |

**Fuente:** Autor

En la tabla 49, se observó la producción de gas en m3 la cual desde pues de los 500°C, muestra una sobreproducción de gas el cual contiene un alto poder calorífico, pero se estaría desperdiciando desde el inicio la cantidad de flujo de entrada utilizados en dicha configuración.

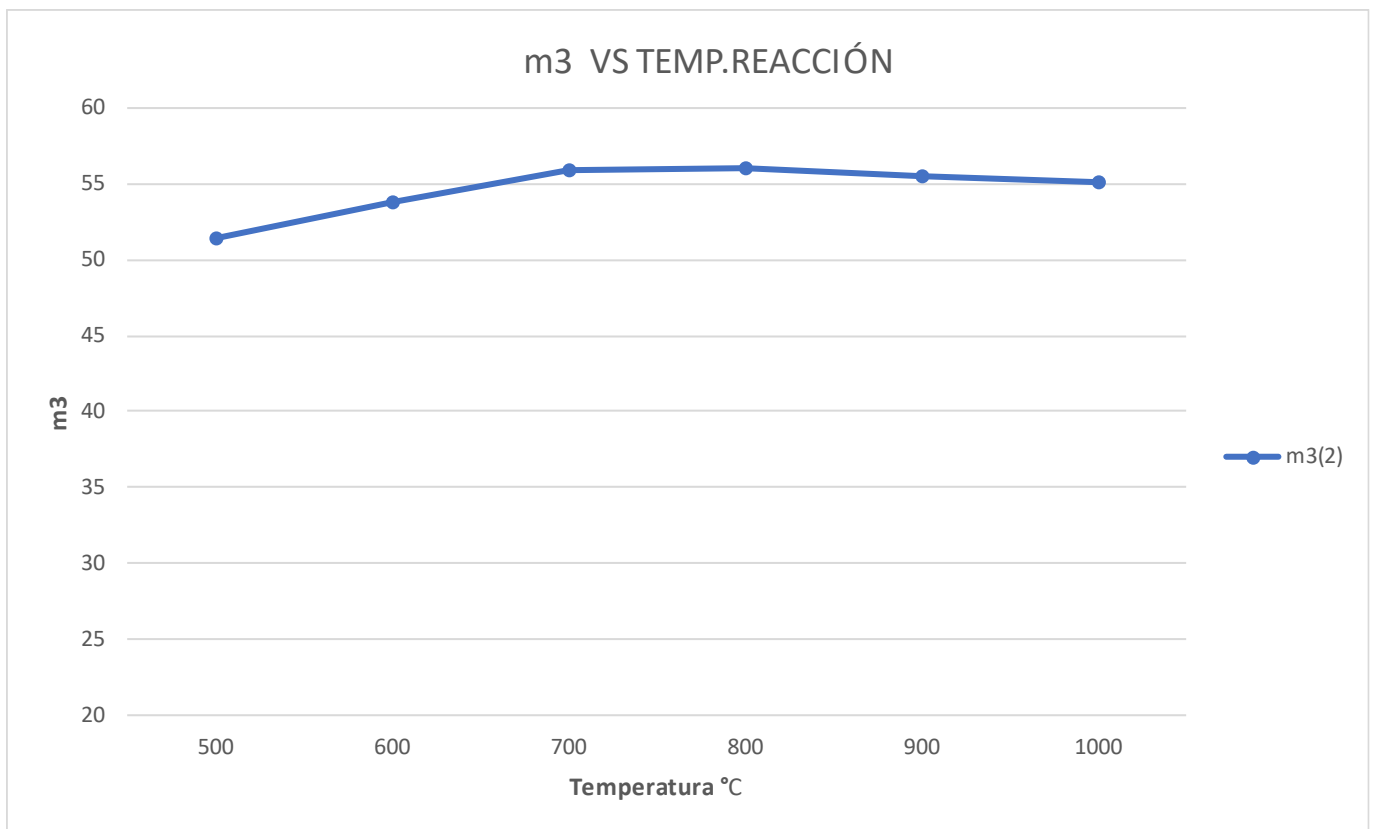
**Grafica 5. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3**



**Fuente:** Autor

En la gráfica 6 se analizó el comportamiento del gas producido en la relación 2 vs la temperatura en un rango de 500-1000°C observamos la diferencia entre los poderes caloríficos obtenidos anteriormente los cuales no pasaban los 5000KJ/KG, ahora obtenemos un syngas con poderes caloríficas mayores a 6000KJ/KG mientras más aumentamos la temperatura, obtenemos gases con estos poderes caloríficos.

**Gráfica 6. Producción en m3 Vs Temperatura de reacción**



**Fuente:** Autor

## 19. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (2.5) A 500°C

Para la toma de resultados, se hicieron variaciones en los flujos de entrada tanto en la biomasa como en el agente Gasificante, inicialmente la relación 1 tiene como flujos de entrada 26 toneladas de biomasa y 10,4 toneladas de agente Gasificante lo cual dio como resultado lo siguiente:

**Tabla 50. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 500°C**

| 500°C - Relacion B/A.G(2.5) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|-----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                   | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                         | 16             | -74850  | 0,1809         | 0,4738 | 0,5023 | 0,46735        | 2,039336 | 50,64         | 31440              |
| O2                          | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                          | 28             | 0       | 0,3857         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                          | 28             | -110530 | 0,0706         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                         | 44             | -393520 | 0,2223         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                          | 2              | 0       | 0,1405         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                         | 18             | -241820 | 0,5023         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

Según la tabla 50, la relación de 2.5 entre la biomasa y el agente Gasificante la cual corresponde a 26 toneladas de biomasa y 10,4 toneladas de agente Gasificante.

**Tabla 51. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (2.5)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -307915,962 | -108823,279 | -199092,683  | 25,733     | -7736,862511 |

**Fuente:** Autor

## 20. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (2.5) A 600°C

**Tabla 52. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 600°C**

| 600°C - Relación B/A.G(2.5) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|-----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                   | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                         | 16             | -74850  | 0,0881         | 0,4073 | 0,4375 | 0,40165        | 1,792304 | 53,03         | 31590              |
| O2                          | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                          | 28             | 0       | 0,3315         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                          | 28             | -110530 | 0,1896         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                         | 44             | -393520 | 0,1296         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                          | 2              | 0       | 0,2613         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                         | 18             | -241820 | 0,4375         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 53. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (2.5)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -266076,946 | -78550,965  | -187525,981  | 22,2254    | -8437,462588 |

**Fuente:** Autor

## 21. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (2.5) A 700°C

**Tabla 54. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 700°C**

| 700°C - Relación B/A.G(2.5) |                |         |                |        |        |                |          |                           |                    |
|-----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                   | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch <sub>4</sub>             | 16             | -74850  | 0,0194         | 0,3571 | 0,3911 | 0,3522         | 1,606372 | 55,55                     | 31810              |
| O <sub>2</sub>              | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |                           |                    |
| N <sub>2</sub>              | 28             | 0       | 0,2907         |        |        |                |          |                           |                    |
| CO                          | 28             | -110530 | 0,2745         |        |        |                |          |                           |                    |
| CO <sub>2</sub>             | 44             | -393520 | 0,0632         |        |        |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub>              | 2              | 0       | 0,3523         |        |        |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub> O            | 18             | -241820 | 0,3911         |        |        |                |          |                           |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 55. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (2.5)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -235101,794 | -56663,039  | -178438,755  | 19,6214    | -9094,088852 |

**Fuente:** Autor

## 22. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (2.5) A 800°C

**Tabla 56. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 800°C**

| 800°C - Relación B/A.G(2.5) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|-----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                   | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                         | 16             | -74850  | 0,002          | 0,3456 | 0,3771 | 0,3408         | 1,563508 | 56,03         | 31770              |
| O2                          | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                          | 28             | 0       | 0,2813         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                          | 28             | -110530 | 0,3005         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                         | 44             | -393520 | 0,0431         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                          | 2              | 0       | 0,3731         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                         | 18             | -241820 | 0,3771         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 57. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (2.5)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)  |
|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|
| -227190,834 | -50324,677  | -176866,157  | 18,965     | -9325,92444 |

**Fuente:** Autor

## 23. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (2.5) A 900°C

**Tabla 58. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 900°C**

| 900°C - Relación B/A.G(2.5) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|-----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                   | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                         | 16             | -74850  | 0,0002         | 0,3463 | 0,3722 | 0,34145        | 1,565952 | 55,66         | 31600              |
| O2                          | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                          | 28             | 0       | 0,2819         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                          | 28             | -110530 | 0,3103         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                         | 44             | -393520 | 0,0358         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                          | 2              | 0       | 0,3718         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                         | 18             | -241820 | 0,3722         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 59. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (2.5)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -226281,38  | -48400,445  | -177880,935  | 18,9036    | -9409,897321 |

**Fuente:** Autor



## 24. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (2.5) A 1000°C

**Tabla 60. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 1000°C**

| 1000°C - Relación B/A.G(2.5) |                |         |                |        |        |                |         |               |                    |
|------------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|---------|---------------|--------------------|
| Compuesto                    | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z       | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                          | 16             | -74850  | 0              | 0,3479 | 0,3689 | 0,343          | 1,57178 | 55,27         | 31450              |
| O2                           | 32             | 0       | 0              |        |        |                |         |               |                    |
| N2                           | 28             | 0       | 0,2832         |        |        |                |         |               |                    |
| CO                           | 28             | -110530 | 0,3171         |        |        |                |         |               |                    |
| CO2                          | 44             | -393520 | 0,0308         |        |        |                |         |               |                    |
| H2                           | 2              | 0       | 0,3689         |        |        |                |         |               |                    |
| H2O                          | 18             | -241820 | 0,3689         |        |        |                |         |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 61. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (2.5)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -226113,006 | -47169,479  | -178943,527  | 18,9014    | -9467,210207 |

**Fuente:** Autor

En la tabla 61, se observó el comportamiento del poder calorífico inferior en el rango de temperaturas de 500°C-1000°C

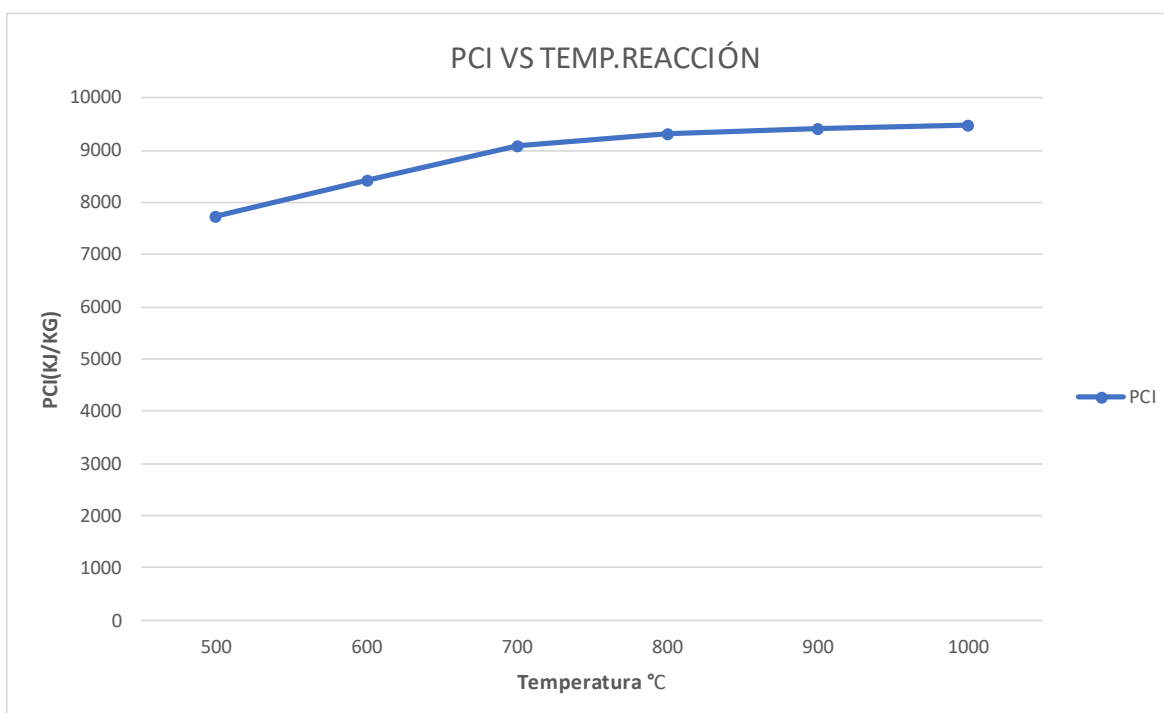
**Tabla 62. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 (2.5)**

| Temp | PCI        | Flujo Masico | KJ          | m3(2,5) |
|------|------------|--------------|-------------|---------|
| 500  | 7736,86251 | 31440        | 243246957,4 | 50,64   |
| 600  | 8437,46259 | 31590        | 266539443,2 | 53,03   |
| 700  | 9094,08885 | 31810        | 289282966,4 | 55,55   |
| 800  | 9325,92444 | 31770        | 296284619,5 | 56,03   |
| 900  | 9409,89732 | 31600        | 297352755,3 | 55,66   |
| 1000 | 9467,21021 | 31450        | 297743761   | 55,27   |

**Fuente:** Autor

En la tabla 62, se puede apreciar la relación entre la temperatura y el aumento del poder calorífico a medida que se aumenta dicha variable, pero en todas las configuraciones la producción de volumen del syngas, es apropiada pues se esperan 50m3 lo que no resulta viable cuando se sobrepasa dicho requerimiento.

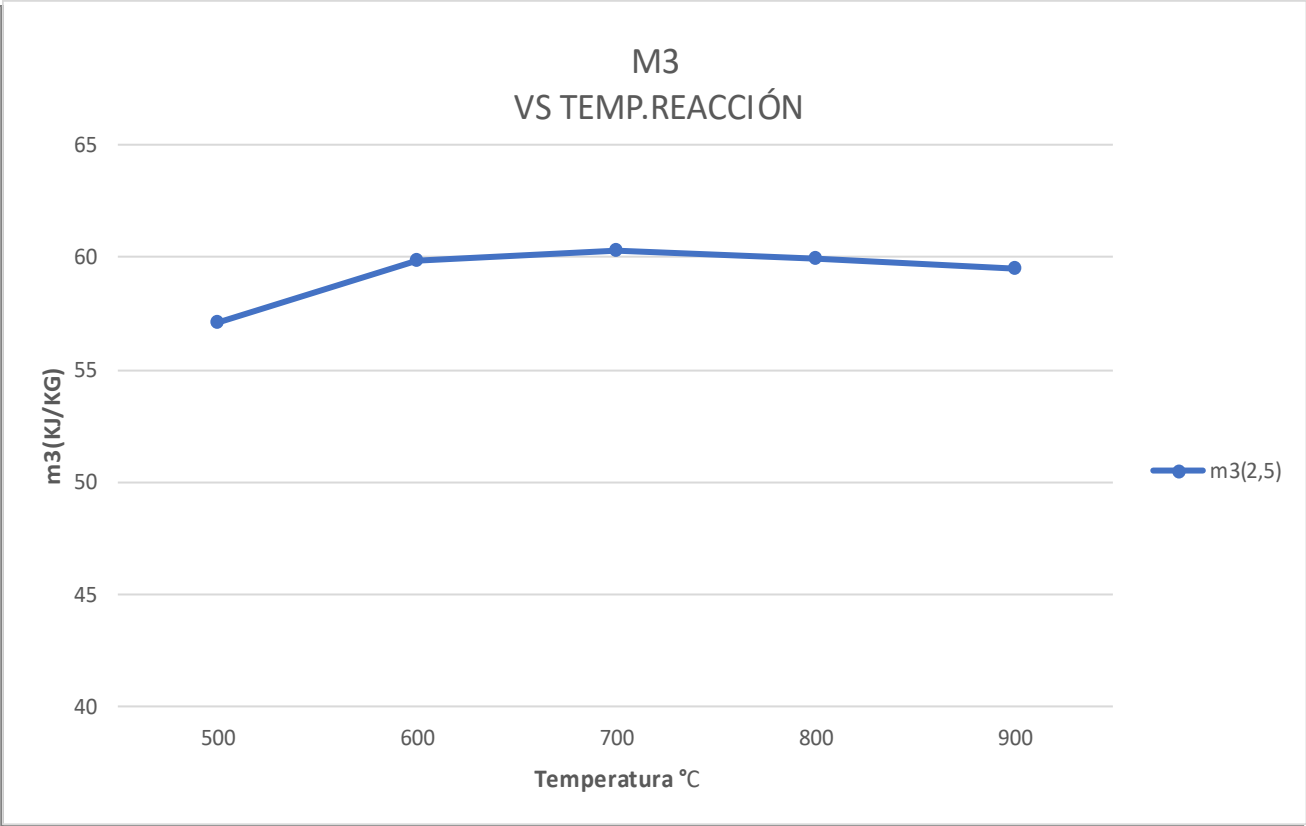
**Grafica 7. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3(2.5)**



**Fuente:** Autor

A medida que se aumenta la relación entre biomasa y agente Gasificante, se observo, el aumento del poder calorífico inferior con el inconveniente de una sobreproducción de syngas que sobrepasa el requerimiento, en esta configuración observamos dicho problema desde los 500°C hasta los 1000°C

**Grafica 8. Producción en m3 Vs Temperatura de reacción**



Fuente: Autor

## 25. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (4) A 500°

En esta relación 4, tenemos un aumento a 26 toneladas de biomasa contra 6,5 toneladas de agente Gasificante como flujos de entrada al proceso de gasificación

**Tabla 63. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 500°C**

| 500°C - Relación B/A.G(4) |                |         |                |        |        |                |         |                           |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|---------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z       | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch <sub>4</sub>           | 16             | -74850  | 0,2189         | 0,5284 | 0,5768 | 0,547          | 2,33882 | 46,36                     | 27870              |
| O <sub>2</sub>            | 32             | 0       | 0              |        |        |                |         |                           |                    |
| N <sub>2</sub>            | 28             | 0       | 0,3326         |        |        |                |         |                           |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,0794         |        |        |                |         |                           |                    |
| CO <sub>2</sub>           | 44             | -393520 | 0,2301         |        |        |                |         |                           |                    |
| H <sub>2</sub>            | 2              | 0       | 0,139          |        |        |                |         |                           |                    |
| H <sub>2</sub> O          | 18             | -241820 | 0,5768         |        |        |                |         |                           |                    |

Fuente: Autor

**Tabla 64. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (4)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)  |
|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|
| -347417,744 | -115709,699 | -231708,045  | 25,4408    | -9107,73423 |

Fuente: Autor

## 26. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (4) A 600°

**Tabla 65. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 600°C**

| 600°C - Relación B/A.G(4) |                |         |                |        |        |                |         |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|---------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z       | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,1139         | 0,4497 | 0,4951 | 0,4655         | 2,03238 | 48,57         | 27970              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |        |        |                |         |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,283          |        |        |                |         |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,2081         |        |        |                |         |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,1277         |        |        |                |         |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,2673         |        |        |                |         |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,4951         |        |        |                |         |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 66. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (4)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -296691,026 | -81779,212  | -214911,814  | 21,7266    | -9891,644988 |

**Fuente:** Autor

En esta configuración de relación 4 mostrada en la tabla 66, tenemos una producción de syngas de un volumen más acorde al requerido pues anteriormente se tenía una sobreproducción de 4m3 de más, ahora seguimos teniendo una sobreproducción, pero un poco más cerca del requerimiento, lo ventajoso es el alto poder calorífico obtenido de este gas pues la composición ha variado aumentando

el porcentaje de los componentes con una entalpia de formación alta, entregan la energía suficiente para aumentar el poder calorífico.

## 27. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (4) A 700°

**Tabla 67. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 700°C**

| 700°C - Relación B/A.G(4) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,0311         | 0,3851 | 0,4346 | 0,39865        | 1,781024 | 51,4          | 28260              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,2424         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,3005         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,0535         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,3724         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,4346         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 68. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (4)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -256639,524 | -56595,42   | -200044,104  | 18,7976    | -10642,00238 |

**Fuente:** Autor

Según la tabla 68, se obtiene por fin un syngas con un poder calorífico mayor a 10.000KJ/KG lo cual significa que dicha configuración tiene un potencial energético

bastante alto pero seguimos en búsqueda de una configuración que entregue un alto poder calorífico y no produzca más de 50m3.

## 28. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (4) A 800°

**Tabla 69. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 800°C**

| 800°C - Relacion B/A.G(4) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,0043         | 0,3641 | 0,4154 | 0,37695        | 1,699432 | 52,57         | 28390              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,2292         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,3299         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,0299         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,4068         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,4154         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 70. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (4)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -243732,66  | -48551,95   | -195180,71   | 17,8528    | -10932,77861 |

**Fuente:** Autor

## 29. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (4) A 900°

**Tabla 71. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 900°C**

| 900°C - Relacion B/A.G(4) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,0005         | 0,3623 | 0,4107 | 0,37505        | 1,692288 | 52,5          | 28310              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,228          |        |        |                |          |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,3384         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,0234         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,4097         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,4107         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 72. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (4)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -241887,77  | -46649,145  | -195238,625  | 17,7162    | -11020,34437 |

**Fuente:** Autor

La producción del syngas, en esta configuración mostrada en la tabla 72, inició bien con respecto a los m3 producidos, pero al seguir aumentando la temperatura desde los 600°C, la sobreproducción de m3 de syngas fue más visible, lo cual no la hace viable para implementarse.



### 30. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (4) A 1000°

**Tabla 73. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 1000°C**

| 1000°C - Relación B/A.G(4) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                  | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                        | 16             | -74850  | 0,0001         | 0,3631 | 0,4085 | 0,37595        | 1,695672 | 52,27         | 28220              |
| O2                         | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                         | 28             | 0       | 0,2286         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                         | 28             | -110530 | 0,3432         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                        | 44             | -393520 | 0,0198         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                         | 2              | 0       | 0,4083         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                        | 18             | -241820 | 0,4085         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 74. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (4)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -241670,582 | -45733,077  | -195937,505  | 17,6998    | -11070,04062 |

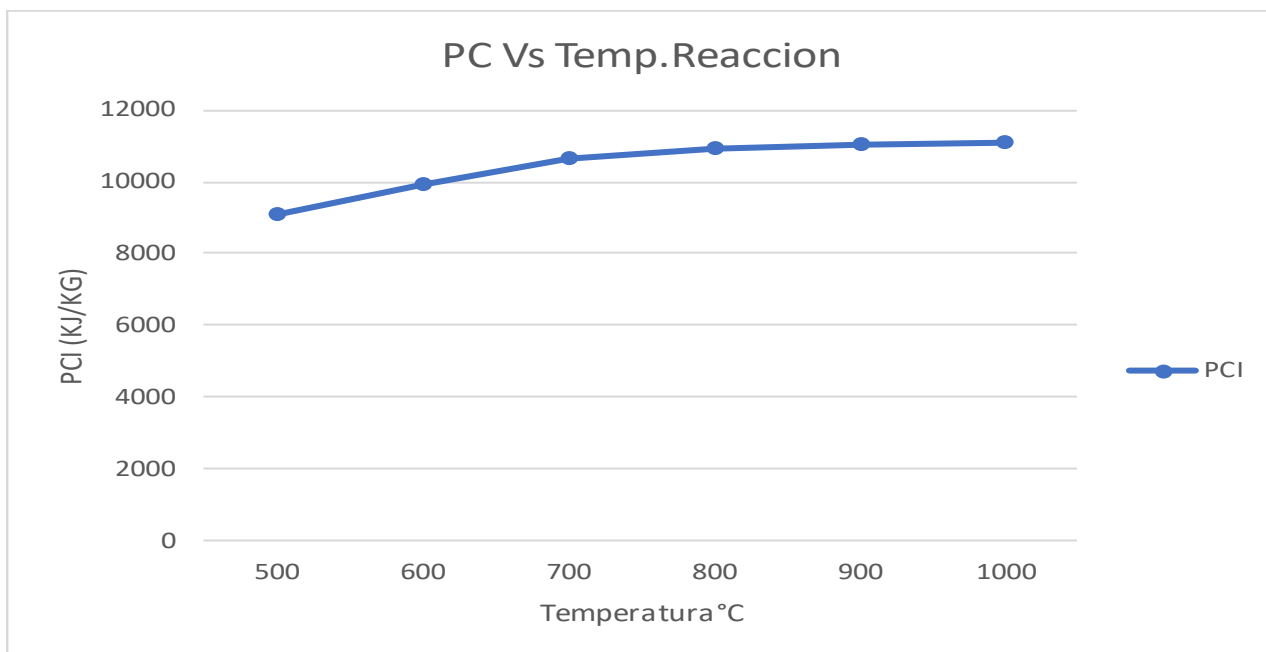
**Fuente:** Autor

**Tabla 75. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 (4)**

| Temp | PCI        | Flujo Masico | KJ          | m3 (4) |
|------|------------|--------------|-------------|--------|
| 500  | 9107,73423 | 27870        | 253832553   | 46,36  |
| 600  | 9891,64499 | 27970        | 276669310,3 | 48,57  |
| 700  | 10642,0024 | 28260        | 300742987,4 | 51,4   |
| 800  | 10932,7786 | 28390        | 310381584,8 | 52,57  |
| 900  | 11020,3444 | 28310        | 311985949,2 | 52,5   |
| 1000 | 11070,0406 | 28220        | 312396546,4 | 52,27  |

**Fuente:** Autor

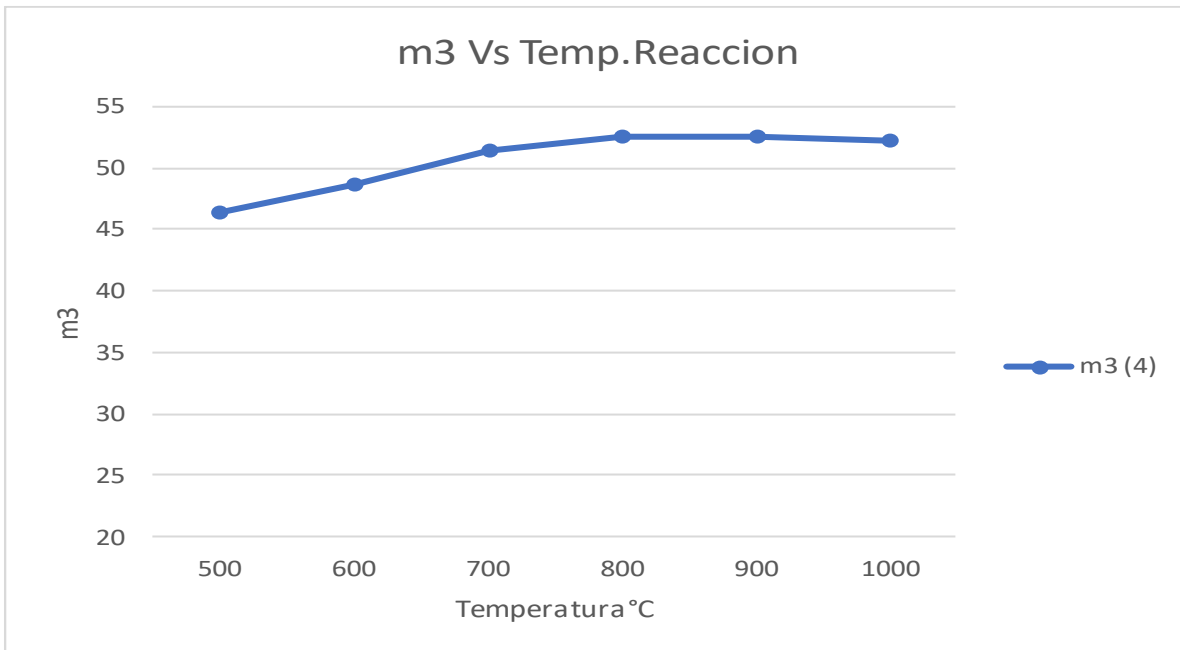
**Grafica 9. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3(4)**



**Fuente:** Autor

En la gráfica 9, se analizó el poder calorífico obtenido en cada una de las temperaturas de reacción y la relación directa entre estas variables pues al aumentar la temperatura el poder calorífico obtenido en el syngas producido es más alto.

**Grafica 10. Producción en m3 Vs Temperatura de reacción**



**Fuente:** Autor

En la gráfica 10, se puede apreciar esta configuración desde los 500°C, los m3 producidos son mayores a los requeridos y a medida que avanza la temperatura, vemos un alto crecimiento en su producción volumétrica, algo que no es viable en cuestión de costos.

### **31.RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (6) A 500°**

En esta relación 6, tenemos un aumento a 30 toneladas de biomasa contra 5 toneladas de agente Gasificante como flujos de entrada al proceso de gasificación para tal configuración, tenemos los siguientes resultados en la simulación.

**Tabla 76. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 500°C**

| 500°C - Relación B/A.G(6) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,2444         | 0,5649 | 0,6263 | 0,6002         | 2,538852 | 50,73         | 29870              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,2976         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,0853         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,2352         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,1375         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,6263         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 77. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (6)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -373751,314 | -120277,453 | -253473,861  | 25,2554    | -10036,42235 |

**Fuente:** Autor

En la tabla 77, se puede observar el alto contenido de poder calorífico con una excelente producción en m3 de syngas, esta configuración mostrada en la tabla 77, cumple con los parámetros requeridos en el montaje del sistema de gasificación de biomasa pues este gas posee un contenido de energía lo suficiente para suplir las demandas energéticas.

### 32. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (6) A 600°

**Tabla 78. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 600°C**

| 600°C - Relacion B/A.G(6) |                |         |                |       |       |                |          |                           |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|-------|-------|----------------|----------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X     | Y     | a <sub>t</sub> | Z        | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch <sub>4</sub>           | 16             | -74850  | 0,1314         | 0,478 | 0,533 | 0,5078         | 2,191428 | 53,14                     | 29950              |
| O <sub>2</sub>            | 32             | 0       | 0              |       |       |                |          |                           |                    |
| N <sub>2</sub>            | 28             | 0       | 0,2518         |       |       |                |          |                           |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,2198         |       |       |                |          |                           |                    |
| CO <sub>2</sub>           | 44             | -393520 | 0,1268         |       |       |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub>            | 2              | 0       | 0,2702         |       |       |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub> O          | 18             | -241820 | 0,533          |       |       |                |          |                           |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 79. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (6)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -316992,62  | -84028,12   | -232964,5    | 21,4268    | -10872,57547 |

**Fuente:** Autor

En esta configuración mostrada en la tabla 79, se observó una producción en volumen de 53,14 m<sup>3</sup> de syngas producido con una obtención de poder calorífico de 10872 KJ/KG lo cual representa un alto contenido para un gas que comúnmente

es catalogado como un gas pobre, ahora se tendría que analizar la viabilidad con respecto a la sobreproducción de los 3 m<sup>3</sup> de más que se están produciendo.

### 33. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (6) A 700°

**Tabla 80. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 700°C**

| 700°C - Relacion B/A.G(6) |                |         |                |        |        |                |          |                           |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch <sub>4</sub>           | 16             | -74850  | 0,0404         | 0,4045 | 0,4632 | 0,4298         | 1,898148 | 56,52                     | 30310              |
| O <sub>2</sub>            | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |                           |                    |
| N <sub>2</sub>            | 28             | 0       | 0,2131         |        |        |                |          |                           |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,3156         |        |        |                |          |                           |                    |
| CO <sub>2</sub>           | 44             | -393520 | 0,0485         |        |        |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub>            | 2              | 0       | 0,3824         |        |        |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub> O          | 18             | -241820 | 0,4632         |        |        |                |          |                           |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 81. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (6)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -271189,864 | -56992,928  | -214196,936  | 18,3488    | -11673,62095 |

**Fuente:** Autor

Los resultados de la tabla 81, muestran que al aumentar la temperatura en 100°C vemos como este factor de operación nos produce un syngas con 1000 KJ/KG de

más lo que indica que este factor de operación es crucial en la obtención de dicho gas producido.

### 34. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (6) A 800°

**Tabla 82. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 800°C**

| 800°C - Relación B/A.G(6) |                |         |                |        |        |                |          |                           |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch <sub>4</sub>           | 16             | -74850  | 0,007          | 0,3765 | 0,4392 | 0,4001         | 1,786476 | 58,32                     | 30560              |
| O <sub>2</sub>            | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |                           |                    |
| N <sub>2</sub>            | 28             | 0       | 0,1984         |        |        |                |          |                           |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,347          |        |        |                |          |                           |                    |
| CO <sub>2</sub>           | 44             | -393520 | 0,0225         |        |        |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub>            | 2              | 0       | 0,4252         |        |        |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub> O          | 18             | -241820 | 0,4392         |        |        |                |          |                           |                    |

**Fuente:** Autor

Se observo según la tabla 82, que al aumentar la temperatura, la producción que se tenía a los 500°C la cual era ideal con respecto al requerimiento de 50m<sup>3</sup>, se ve un aumento exponencial pues, ahora en 800°C, se observa una sobreproducción de 8,32 m<sup>3</sup> de más.

**Tabla 83. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (6)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -254367,624 | -47732,06   | -206635,564  | 17,2236    | -11997,23426 |

**Fuente:** Autor

A pesar del excelente contenido energético del gas mostrada en la tabla 83, su sobreproducción hace que esta configuración, no cumpla con los parámetros requeridos para su implementación pues 8m<sup>3</sup> es lo que tiene de sobreproducción.

### 35. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (6) A 900°

**Tabla 84. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 900°C**

| 900°C - Relacion B/A.G(6) |                |         |                |       |        |                |         |                           |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|-------|--------|----------------|---------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X     | Y      | a <sub>t</sub> | Z       | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch <sub>4</sub>           | 16             | -74850  | 0,0009         | 0,372 | 0,4338 | 0,39525        | 1,76824 | 58,54                     | 30560              |
| O <sub>2</sub>            | 32             | 0       | 0              |       |        |                |         |                           |                    |
| N <sub>2</sub>            | 28             | 0       | 0,196          |       |        |                |         |                           |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,3549         |       |        |                |         |                           |                    |
| CO <sub>2</sub>           | 44             | -393520 | 0,0162         |       |        |                |         |                           |                    |
| H <sub>2</sub>            | 2              | 0       | 0,432          |       |        |                |         |                           |                    |
| H <sub>2</sub> O          | 18             | -241820 | 0,4338         |       |        |                |         |                           |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 85. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (6)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -251290,956 | -45669,486  | -205621,47   | 17,0164    | -12083,72335 |

**Fuente:** Autor

En esta configuración se obtuvo un syngas con un alto poder calorífico de 12083 KJ/KG el cual resulta un gas con un buen contenido de energía según lo muestra la



tabla 85, lo cual resulta beneficioso pero la alta producción de volumen de syngas de 58m3 lo hace una configuración ineficiente.

### 36. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (6) A 1000°

**Tabla 86. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 1000°C**

| 1000°C - Relación B/A.G(6) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                  | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                        | 16             | -74850  | 0,0001         | 0,3722 | 0,4319 | 0,39535        | 1,768616 | 58,4          | 30490              |
| O2                         | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                         | 28             | 0       | 0,1961         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                         | 28             | -110530 | 0,3586         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                        | 44             | -393520 | 0,0135         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                         | 2              | 0       | 0,4317         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                        | 18             | -241820 | 0,4319         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 87. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (6)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -250910,202 | -44956,063  | -205954,139  | 16,9906    | -12121,65191 |

**Fuente:** Autor

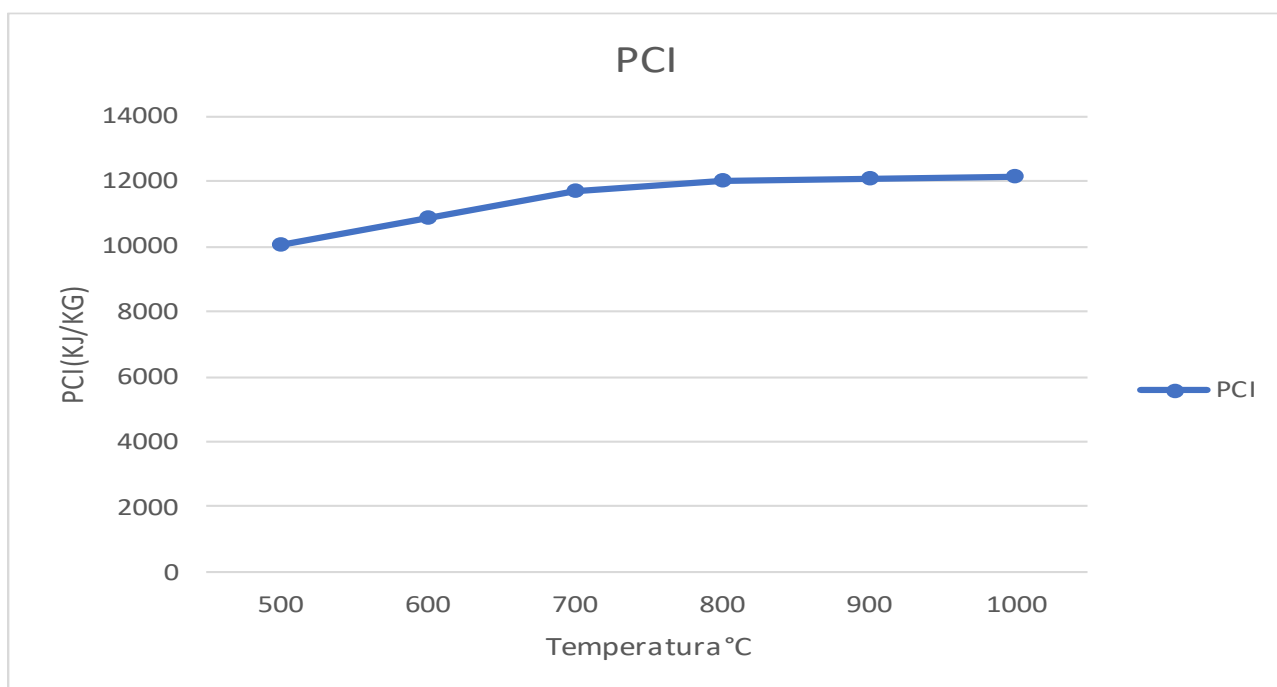
La tabla 87, muestra que medida que se aumenta la temperatura de reacción la variación de los componentes del syngas producido es un poco más clara, en este caso observamos el alto contenido de CO pues este a medida que aumentamos la temperatura, aumenta su porcentaje, al contener mayor CO el syngas hace que su poder calorífico sea mayor por su alta entalpía de formación.

**Tabla 88. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 (6)**

| Temp | PCI        | Flujo Masico | KJ          | m3(6) |
|------|------------|--------------|-------------|-------|
| 500  | 10036,4223 | 29870        | 299787935,6 | 50,73 |
| 600  | 10872,5755 | 29950        | 325633635,2 | 53,14 |
| 700  | 11673,6209 | 30310        | 353827450,9 | 56,52 |
| 800  | 11997,2343 | 30560        | 366635479   | 58,32 |
| 900  | 12083,7233 | 30560        | 369278585,6 | 58,54 |
| 1000 | 12121,6519 | 30490        | 369589166,8 | 58,4  |

**Fuente:** Autor

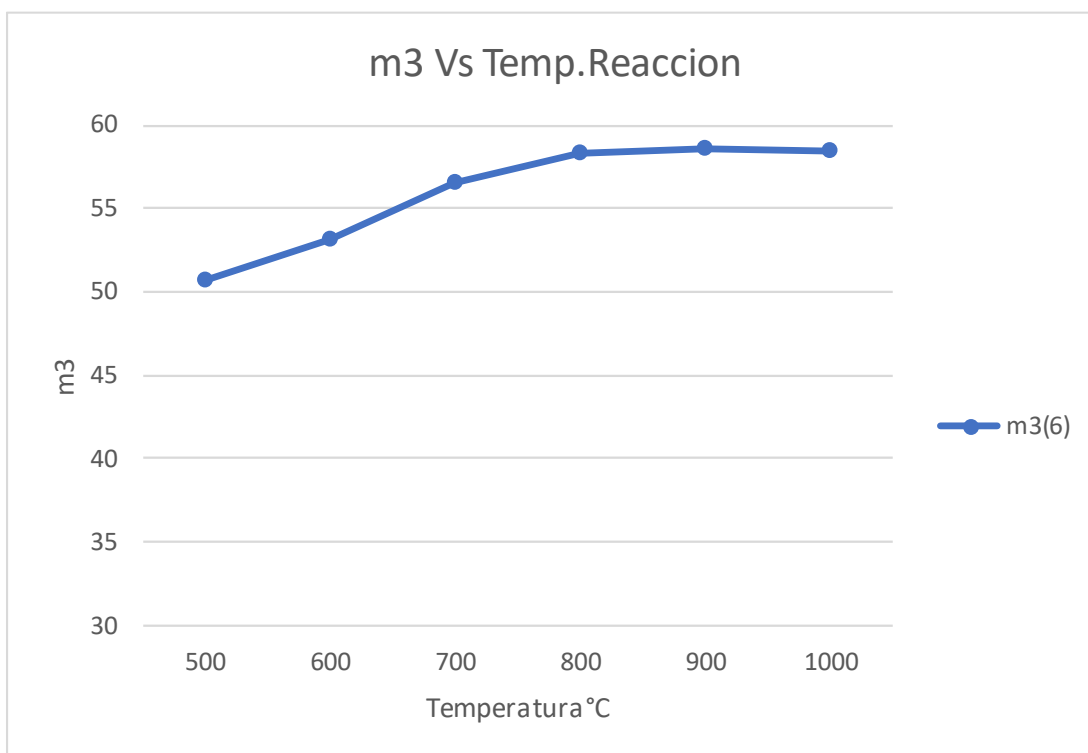
**Grafica 11. Poderes caloríficos en cada temperatura (6)**



**Fuente:** Autor

Según la grafica 11 se analizo, la obtención de estos poderes caloríficos tan altos, son debidos a los componentes obtenidos en las reacciones de la gasificación pues estos al tener una alta entalpia de formación entregan un gran contenido de energía.

**Grafica 12. Producción en m3 Vs Temperatura de reacción (6)**



Fuente: Autor

### 37. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (8) A 500°

**Tabla 89. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 500°C**

| 500°C - Relación B/A.G(8) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,2585         | 0,5851 | 0,6536 | 0,62965        | 2,649584 | 50,99         | 29670              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,2783         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,0887         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,2379         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,1366         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,6536         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 90. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (8)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -388302,104 | -122771,144 | -265530,96   | 25,1528    | -10556,71575 |

**Fuente:** Autor

Según la tabla 90, se observo un equilibrio ideal entre la producción de syngas con un alto contenido energético, hablamos de un gas con un poder calorífico de 10556KJ/KG, y su producción en m3 de 50,13 lo cual resulta beneficiosos no solo en cuestión de producción si no en costos, por ende, esta configuración la cual es a 500°C que a diferencia de las otras, no requiere un consumo energético alto, puede ser una de las opciones con más viabilidad para su implementación.

### 38. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (8) A 600°

**Tabla 91. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 600°C**

| 600°C - Relación B/A.G(8) |                |         |                |        |        |                |          |                           |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch <sub>4</sub>           | 16             | -74850  | 0,1413         | 0,4938 | 0,5541 | 0,5314         | 2,280164 | 53,4                      | 29740              |
| O <sub>2</sub>            | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |                           |                    |
| N <sub>2</sub>            | 28             | 0       | 0,2348         |        |        |                |          |                           |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,2261         |        |        |                |          |                           |                    |
| CO <sub>2</sub>           | 44             | -393520 | 0,1264         |        |        |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub>            | 2              | 0       | 0,2715         |        |        |                |          |                           |                    |
| H <sub>2</sub> O          | 18             | -241820 | 0,5541         |        |        |                |          |                           |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 92. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (8)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -328312,638 | -85308,066  | -243004,572  | 21,2706    | -11424,43429 |

**Fuente:** Autor

En este caso, la tabla 92 muestra una configuración la cual al aumentar la temperatura en 600°C , se observó, como el índice de conversión no solo afecta la producción de un gas con alto contenido energético, si no la producción de mayor volumen de syngas, traduciéndose así en sobrecostos en el sistema.

### 39. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (8) A 700°

**Tabla 93. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 700°C**

| 700°C - Relación B/A.G(8) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,0459         | 0,4154 | 0,4789 | 0,44705        | 1,963008 | 56,93         | 30120              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,1976         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,3234         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,0461         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,3871         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,4789         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 94. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (8)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -279275,806 | -57322,289  | -221953,517  | 18,125     | -12245,71128 |

**Fuente:** Autor

Según la tabla 94 se puede analizar el comportamiento del syngas a medida que aumentamos la temperatura, vemos el incremento en el volumen producido lo cual no es viable en este modelo.

#### 40. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (8) A 800°

**Tabla 95. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 800°C**

| 800°C - Relación B/A.G(8) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,0091         | 0,3837 | 0,4521 | 0,41295        | 1,834792 | 59            | 30430              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,1825         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,3556         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,019          |        |        |                |          |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,4339         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,4521         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 96. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (8)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -260320,446 | -47462,483  | -212857,963  | 16,9162    | -12583,08385 |

**Fuente:** Autor

#### 41. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (8) A 900°

**Tabla 97. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 900°C**

| 900°C - Relacion B/A.G(8) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|---------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                 | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                       | 16             | -74850  | 0,0013         | 0,3772 | 0,4459 | 0,40595        | 1,808472 | 59,42         | 30480              |
| O2                        | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                        | 28             | 0       | 0,1794         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                        | 28             | -110530 | 0,3634         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                       | 44             | -393520 | 0,0125         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                        | 2              | 0       | 0,4433         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                       | 18             | -241820 | 0,4459         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 98. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (8)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -256263,282 | -45182,907  | -211080,375  | 16,6558    | -12673,08535 |

**Fuente:** Autor



## 42. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (8) A 1000°

**Tabla 99. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 1000°C**

| 1000°C - Relación B/A.G(8) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                  | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                        | 16             | -74850  | 0,0002         | 0,3769 | 0,4443 | 0,4056         | 1,807156 | 59,36         | 30440              |
| O2                         | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                         | 28             | 0       | 0,1792         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                         | 28             | -110530 | 0,3665         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                        | 44             | -393520 | 0,0102         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                         | 2              | 0       | 0,4439         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                        | 18             | -241820 | 0,4443         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 100. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (8)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -255758,314 | -44538,119  | -211220,195  | 16,6194    | -12709,25515 |

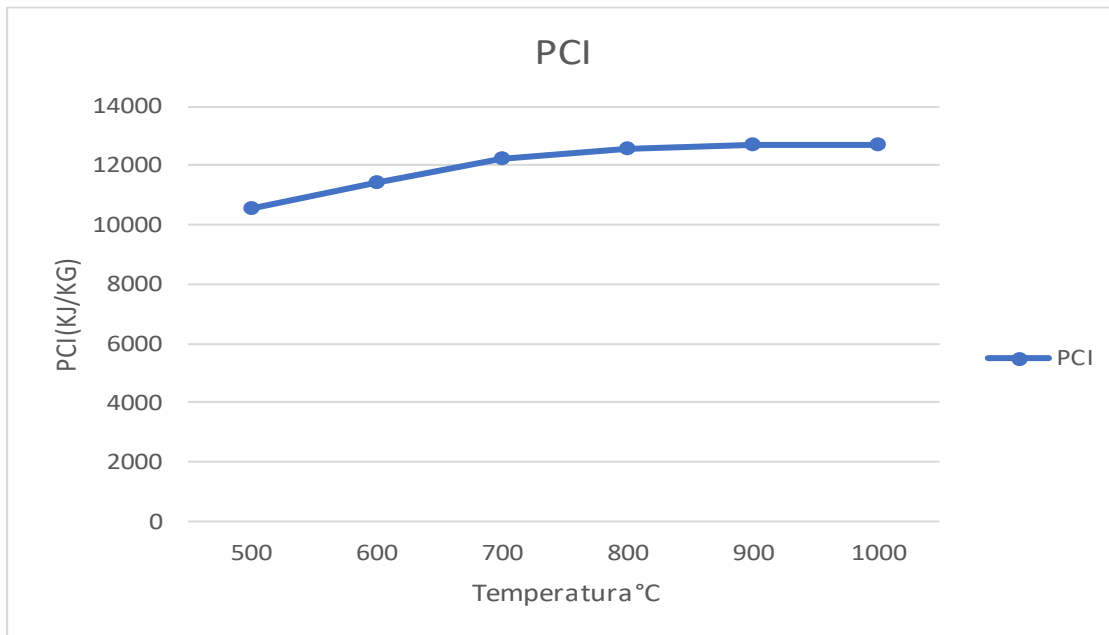
**Fuente:** Autor

**Tabla 101. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 (8)**

| Temp | PCI        | Flujo Masico | KJ        | m3(8) |
|------|------------|--------------|-----------|-------|
| 500  | 10556,7158 | 26800        | 282919982 | 50,99 |
| 600  | 11424,4343 | 26860        | 306860305 | 53,4  |
| 700  | 12245,7113 | 27200        | 333083347 | 56,93 |
| 800  | 12583,0838 | 27490        | 345908975 | 59    |
| 900  | 12673,0854 | 27530        | 348890040 | 59,42 |
| 1000 | 12709,2551 | 27500        | 349504517 | 59,36 |

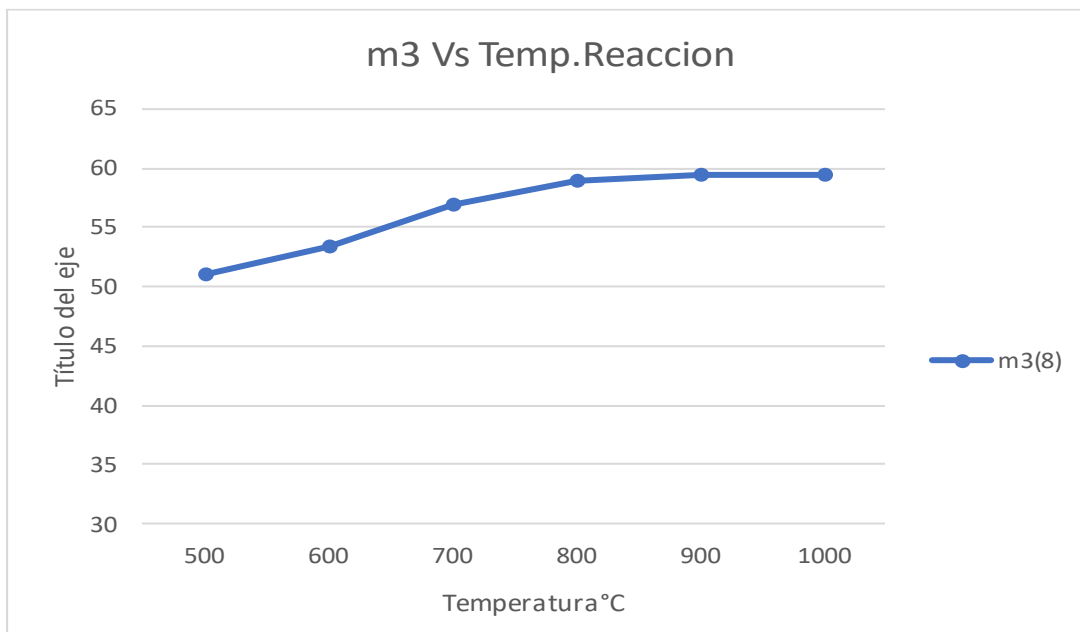
**Fuente:** Autor

**Grafica 13. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3(8)**



**Fuente:** Autor

**Grafica 14. Producción en m3 Vs Temperatura de reacción (8)**



**Fuente:** Autor

### 43. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (10) A 500°

**Tabla 102. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 500°C**

| 500°C - Relación B/A.G(10) |                |         |                |       |        |                |          |               |                    |
|----------------------------|----------------|---------|----------------|-------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                  | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X     | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                        | 16             | -74850  | 0,2675         | 0,598 | 0,6709 | 0,64835        | 2,719896 | 50,13         | 28960              |
| O2                         | 32             | 0       | 0              |       |        |                |          |               |                    |
| N2                         | 28             | 0       | 0,266          |       |        |                |          |               |                    |
| CO                         | 28             | -110530 | 0,0908         |       |        |                |          |               |                    |
| CO2                        | 44             | -393520 | 0,2397         |       |        |                |          |               |                    |
| H2                         | 2              | 0       | 0,1359         |       |        |                |          |               |                    |
| H2O                        | 18             | -241820 | 0,6709         |       |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 103. Poder calorífico inferior relación a 500°C Relación Biomasa/A. G (10)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -397561,998 | -124385,243 | -273176,755  | 25,089     | -10888,30782 |

**Fuente:** Autor

Según la tabla 103. En esta relación se obtuvo un gas con un poder calorífico de 10888 KJ/KG y una excelente obtención de m3 pues el requerimiento es de 50 m3 y en esta configuración la producción de m3 es de 50,13m3

#### 44. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (10) A 600°

**Tabla 104. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 600°C**

| 600°C - Relación B/A.G(10) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                  | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                        | 16             | -74850  | 0,1475         | 0,5036 | 0,5672 | 0,5461         | 2,335436 | 52,49         | 29010              |
| O2                         | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                         | 28             | 0       | 0,2241         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                         | 28             | -110530 | 0,23           |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                        | 44             | -393520 | 0,1261         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                         | 2              | 0       | 0,2722         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                        | 18             | -241820 | 0,5672         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 105. Poder calorífico inferior relación a 600°C Relación Biomasa/A. G (10)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -335336,976 | -86085,147  | -249251,829  | 21,1676    | -11775,15774 |

**Fuente:** Autor

Como lo muestra la tabla 105, a pesar de obtener un syngas con alto poder calorífico de 11775 KJ/KG la sobreproducción de m3 de 2,49 m3 hace que esta configuración entre a ser evaluada con el fin de evaluar si es más viable por alto contenido energético

#### 45. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (10) A 700°

**Tabla 106. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 700°C**

| 700°C - Relacion B/A.G(10) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                  | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                        | 16             | -74850  | 0,0496         | 0,4225 | 0,4889 | 0,45815        | 2,004744 | 56,03         | 29400              |
| O2                         | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                         | 28             | 0       | 0,1879         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                         | 28             | -110530 | 0,3282         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                        | 44             | -393520 | 0,0447         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                         | 2              | 0       | 0,3897         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                        | 18             | -241820 | 0,4889         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 107. Poder calorífico inferior relación a 700°C Relación Biomasa/A. G (10)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -284487,998 | -57578,85   | -226909,148  | 17,9906    | -12612,65038 |

**Fuente:** Autor

#### 46. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (10) A 800°

**Tabla 108. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 800°C**

| 800°C - Relación B/A.G(10) |                |         |                |        |        |                |          |                           |                    |
|----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------------------|--------------------|
| Compuesto                  | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m <sup>3</sup> Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                        | 16             | -74850  | 0,0107         | 0,3884 | 0,4602 | 0,42115        | 1,865624 | 58,22                     | 29740              |
| O2                         | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |                           |                    |
| N2                         | 28             | 0       | 0,1728         |        |        |                |          |                           |                    |
| CO                         | 28             | -110530 | 0,3607         |        |        |                |          |                           |                    |
| CO2                        | 44             | -393520 | 0,017          |        |        |                |          |                           |                    |
| H2                         | 2              | 0       | 0,4388         |        |        |                |          |                           |                    |
| H2O                        | 18             | -241820 | 0,4602         |        |        |                |          |                           |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 109. Poder calorífico inferior relación a 800°C Relación Biomasa/A. G (10)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -264128,732 | -47358,906  | -216769,826  | 16,7348    | -12953,23673 |

**Fuente:** Autor

#### 47. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (10) A 900°

**Tabla 110. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 900°C**

| 900°C - Relación B/A.G(10) |                |         |                |        |        |                |         |               |                    |
|----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|---------|---------------|--------------------|
| Compuesto                  | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z       | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                        | 16             | -74850  | 0,0017         | 0,3806 | 0,4535 | 0,41275        | 1,83404 | 58,77         | 29820              |
| O2                         | 32             | 0       | 0              |        |        |                |         |               |                    |
| N2                         | 28             | 0       | 0,1693         |        |        |                |         |               |                    |
| CO                         | 28             | -110530 | 0,3686         |        |        |                |         |               |                    |
| CO2                        | 44             | -393520 | 0,0103         |        |        |                |         |               |                    |
| H2                         | 2              | 0       | 0,4501         |        |        |                |         |               |                    |
| H2O                        | 18             | -241820 | 0,4535         |        |        |                |         |               |                    |

**Fuente:** Autor

**Tabla 111. Poder calorífico inferior relación a 900°C Relación Biomasa/A. G (10)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -259439,082 | -44921,859  | -214517,223  | 16,4418    | -13047,06437 |

**Fuente:** Autor

#### 48. RELACION BIOMASA AGENTE GASIFICANTE (10) A 1000°

**Tabla 112. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 1000°C**

| 1000°C - Relación B/A.G(10) |                |         |                |        |        |                |          |               |                    |
|-----------------------------|----------------|---------|----------------|--------|--------|----------------|----------|---------------|--------------------|
| Compuesto                   | Peso Molecular | hF°     | N <sub>r</sub> | X      | Y      | a <sub>t</sub> | Z        | m3 Producidos | Flujo Masico(kg/h) |
| Ch4                         | 16             | -74850  | 0,0003         | 0,3798 | 0,4519 | 0,4119         | 1,830844 | 58,76         | 29800              |
| O2                          | 32             | 0       | 0              |        |        |                |          |               |                    |
| N2                          | 28             | 0       | 0,1689         |        |        |                |          |               |                    |
| CO                          | 28             | -110530 | 0,3713         |        |        |                |          |               |                    |
| CO2                         | 44             | -393520 | 0,0082         |        |        |                |          |               |                    |
| H2                          | 2              | 0       | 0,4513         |        |        |                |          |               |                    |
| H2O                         | 18             | -241820 | 0,4519         |        |        |                |          |               |                    |

**Fuente:** Autor

En esta configuración se obtuvo el gas con mayor contenido de poder calorífico, pues el gas obtenido es de 13081 KJ/KG, el punto desfavorable es la sobreproducción de m3 ya que en esta configuración se obtiene 8,76 m3 como se puede observar en la tabla 112, lo cual indica sobrecostos en la implementación de esta configuración.

**Tabla 113. Poder calorífico inferior relación a 1000°C Relación Biomasa/A. G (10)**

| HP(KJ/Kmol) | HR(KJ/Kmol) | PCI(KJ/Kmol) | PM(Kg/Mol) | PCI(KJ/KG)   |
|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| -258737,354 | -44289,108  | -214448,246  | 16,3938    | -13081,05784 |

**Fuente:** Autor

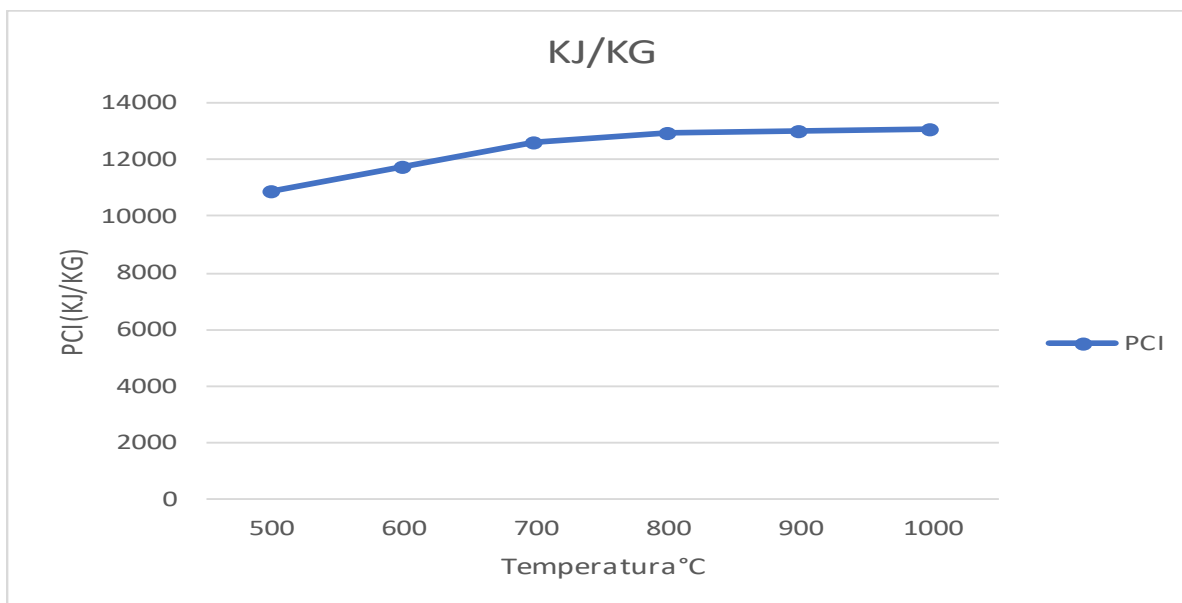


**Tabla 114. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3 (10)**

| Temp | PCI        | Flujo Masico | KJ        | m3(10) |
|------|------------|--------------|-----------|--------|
| 500  | 10888,3078 | 26160        | 284838133 | 50,13  |
| 600  | 11775,1577 | 26200        | 308509133 | 52,49  |
| 700  | 12612,6504 | 26550        | 334865868 | 56,03  |
| 800  | 12953,2367 | 26860        | 347923939 | 58,22  |
| 900  | 13047,0644 | 26940        | 351487914 | 58,77  |
| 1000 | 13081,0578 | 26920        | 352142077 | 58,76  |

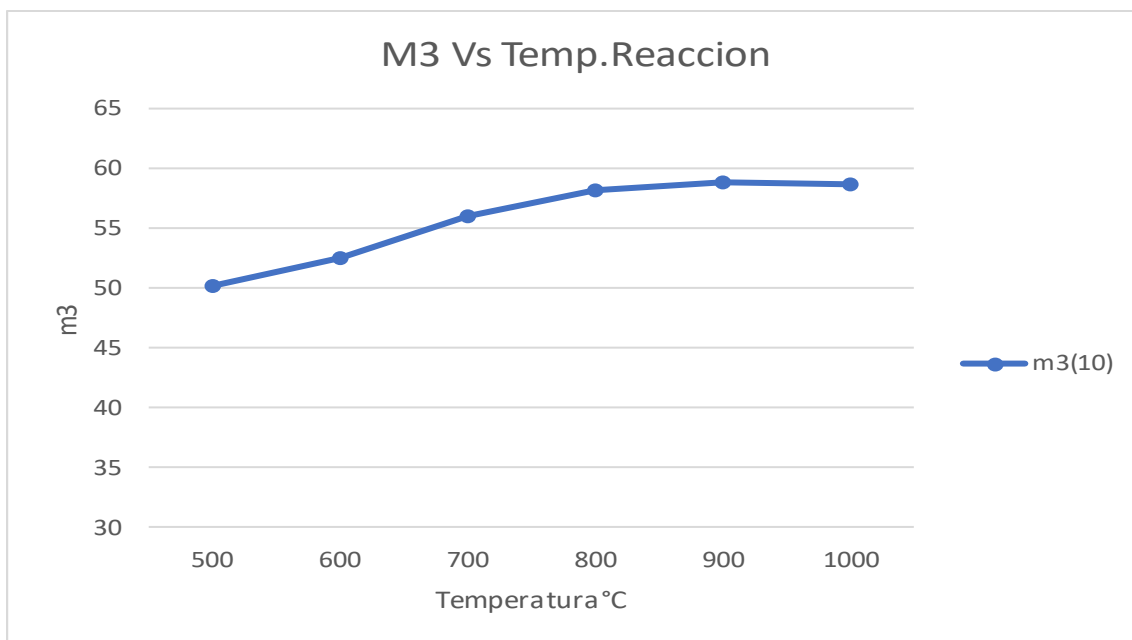
**Fuente:** Autor

**Grafica 15. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en m3(10)**



**Fuente:** Autor

**Grafica 16. Producción en m3 Vs Temperatura de reacción (10)**



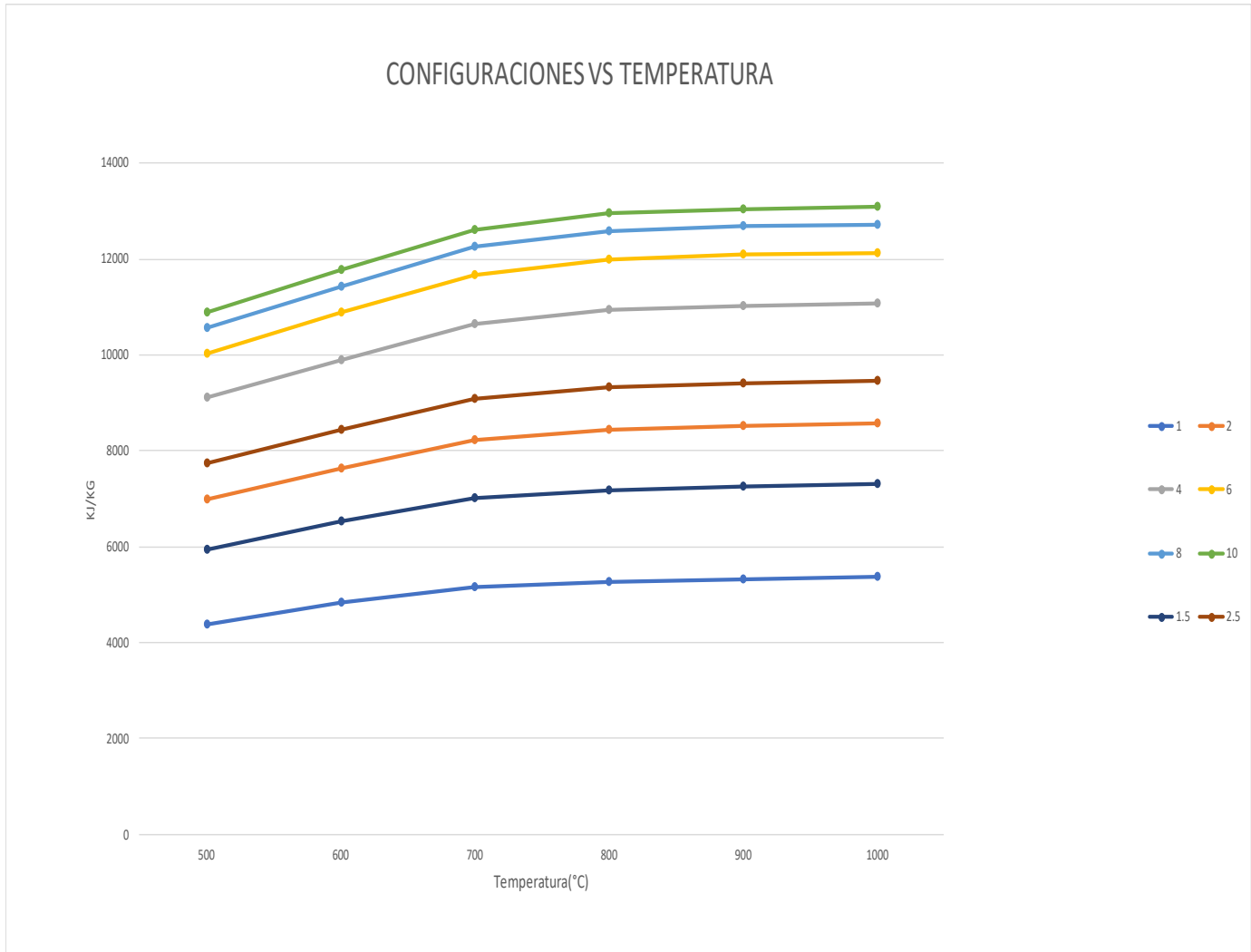
**Fuente:** Autor

**Tabla 115. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción en todas las configuraciones**

| Temp | Diferentes Relaciones BIOMASA/A.GASIFICANTE |      |             |             |             |             |             |             |
|------|---------------------------------------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|      | 1                                           | 1.5  | 2           | 2.5         | 4           | 6           | 8           | 10          |
| 500  | 4387                                        | 5945 | 6981,55535  | 7736,862511 | 9107,73423  | 10036,42235 | 10556,71575 | 10888,30782 |
| 600  | 4849                                        | 6531 | 7636,419188 | 8437,462588 | 9891,644988 | 10872,57547 | 11424,43429 | 11775,15774 |
| 700  | 5156                                        | 7018 | 8226,177483 | 9094,088852 | 10642,00238 | 11673,62095 | 12245,71128 | 12612,65038 |
| 800  | 5260                                        | 7175 | 8429,327521 | 9325,92444  | 10932,77861 | 11997,23426 | 12583,08385 | 12953,23673 |
| 900  | 5328                                        | 7255 | 8509,786361 | 9409,897321 | 11020,34437 | 12083,72335 | 12673,08535 | 13047,06437 |
| 1000 | 5381                                        | 7313 | 8570,524454 | 9467,210207 | 11070,04062 | 12121,65191 | 12709,25515 | 13081,05784 |

**Fuente:** Autor

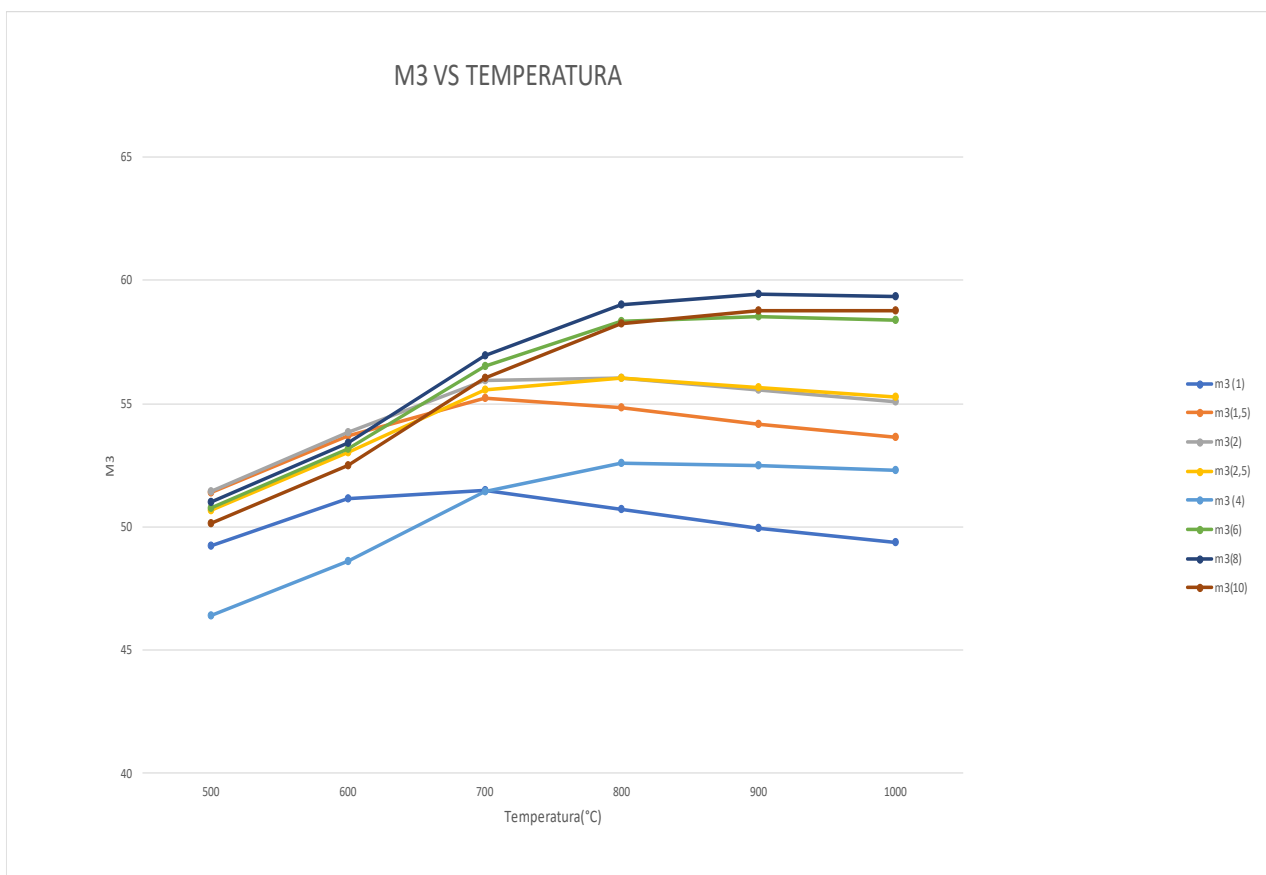
**Grafica 17. Poderes caloríficos en cada temperatura y producción de todas las configuraciones**



**Fuente:** Autor

Como se puede observar en la grafica17, observamos el contenido de poder calorífico en cada una de las temperaturas aumenta cuando aumentamos la temperatura, si el requerimiento fuera el obtener un syngas con el mayor poder calorífico optaríamos por escoger la configuración 10 pero la restricción es la cantidad de m3 obtenidos en cada una de las configuraciones.

**Grafica 18. Metros cúbicos producidos en cada temperatura y producción de todas las configuraciones**



**Fuente:** Autor

- En esta gráfica, observamos el comportamiento de todas las configuraciones desde el rango de temperatura de 500°C hasta 1000°C , de esta forma evaluamos las condiciones óptimas para su implementación, en este caso se puede analizar la relación directa entre la temperatura y el poder calorífico obtenido del gas producido pues a medida de que aumentamos la temperatura de reacción el poder calorífico va aumentando.

## 9. CONCLUSIONES

- Se logro el modelamiento del proceso de gasificación de biomasa con la materia prima Arundo Donax haciendo uso de la herramienta Aspen Hysys la cual proporciono los reactores GIBBS los cuales facilitaron en la simulación, las reacciones necesarias para gasificar con aire. Los resultados obtenidos se parametrizaron de acuerdo a la variación de factores de operación como la temperatura de la reacción de n y la relación biomasa-agente Gasificante.
- Se determinaron los parámetros de desempeño del sistema de gasificación como calidad del syngas obtenido y la cantidad en m<sup>3</sup> producidos en cada uno de los modelos, por medio de los porcentajes de los componentes obtenidos, se pudo obtener el poder calorífico inferior asociado al gas producido mediante el modelo teórico de combustión en cada una de los modelamientos realizados.
- Se realizo la comparación entre los parámetros de desempeño como la calidad obtenida, cantidad de syngas producido y el poder calorífico asociado a cada uno de los modelos realizados mediante variaciones de los factores de operación como la temperatura de reacción y relación entre biomasa-agente Gasificante.
- Se evidencio mediante la simulación del proceso de gasificación de Arundo Donax y la comparación indicadores de desempeño tanto de producción y calidad del syngas, que los mayores poderes caloríficos se obtienen a medida que aumentamos la relación agente Gasificante como se puede observar en la gráfica17, la configuración que cumplen con un buen poder

calorífico y una producción de syngas en m<sup>3</sup> con requerimiento de 50m<sup>3</sup> es la relación 4 a 700°C pues a pesar de que hay configuraciones mayores poderes caloríficos, esta cumple con 51,4 m<sup>3</sup> con un poder calorífico de 10642 KJ/KG con flujos de entrada de 26 toneladas de biomasa y 6,5 toneladas de agente Gasificante.

## 10.RECOMENDACIONES

- Se debe tener en cuenta que en esta simulación el estudio fue hecho con etapas pues HYSYS no es un software en el cual se pueda manejar la variable o el tiempo de residencia de la partícula en la reacción, por ello la única forma de llevar a cabo el proceso de una manera más corta se realizó la simulación en 4 etapas distintas.
- A pesar de que HYSYS v9.0 posee la herramienta de cálculo de costos e inversiones no se hizo tal calculo pues para la simulación se utilizaron 4 reactores GIBBS lo cual no es necesario en la vida real pues con un solo Gasificador se pueden llevar acabo todas las reacciones, sin embargo, las etapas y el mantener la velocidad de reacción lenta en la simulación fue esencial para obtención de altos contenidos energéticos en el syngas.
- Se recomienda hacer un estudio de impactos ambientales, el cual tenga en cuenta la afectación del uso de grandes zonas de cultivos de la caña flecha en el sector del meta, mapiripan con el fin de determinar los riesgos e impactos ambientales asociados a su uso como materia prima en el proceso de gasificación pues este requiere de grandes cantidades para su implementacion.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Colombia, A. (2017). *Localizacion Arundo Donax*. Colombia: Artesanias Colombia.
- [2] Corrie Nichol, T. L. (2012). *Arundo Donax Test Results*. Idaho: Idaho National Laboratory.
- [3] Dhruv Tapasvi a, R. S.-Q. (2014). *A simulation study on the torrefied biomass gasification*. Universidad de ciencia y tecnologia norway.
- [4] Eliseu Monteiro, M. B. (2012). *Syngas Application to spark Ignition Engine Working simulations by use of rapid compression Machine*. INTECH.
- [5] Ian Narva'ez, †. A. (s.f.). *Biomass Gasification with Air in an Atmospheric Bubbling*. Madrid: Universidad de Complutense y facultad de quimica.
- [6] J.A. Ruiz a, M. J. (2012). *Biomass gasification for electricity generation: Review of current*. Spain: Escuela tecnica superior de ingenieros industriales.
- [7] Javier Gil, J. C. (1999). *Biomass gasification in atmospheric and bubbling fluidized*. Madrid: Departamento de ingenieria quimica.
- [8] Krzysztof J. Ptasinski, M. J. (2005). *Exergetic evaluation of biomass gasification*. Netherlands: Universidad tecnologica Eindhoven.
- [9] M. Baratieri a, \*. P. (2009). *The use of biomass syngas in IC engines and CCGT plants: A comparative analysis*. Italia: Faculty of Science and Technology, Free University of Bolzano, Department of Civil and Environmental Engineering.
- [10] M. Bassyouni, S. W.-A.-S.-h. (2014). *Gasificacion Residual de palma con un gasificador de corriente descendiente utilizando Aspen Hysys*. Arabia Saudita, Egipto, Pakistan, Malasia: Universidad tecnologica de Malasia, Universidad Abdulaziz, Instituto de ciencias contemporenaeras Punjab .



- [11] Marcela Aristizabal Alvarez, L. V. (2015). *Diseño Conceptual de un gasificador para la producción de gas de síntesis a partir de residuos de poda generados en la Universidad EAFIT*. Medellín: Universidad EAFIT.
- [12] Mehrdokht B, N. M. (2008). *Simulación de gasificación de biomasa en un reactor de lecho fluidizado usando la herramienta Aspen Plus*. Canada: Universidad de Regina.
- [13] Naveed Ramzan, A. A. (2011). *Simulación de gasificación de biomasa híbrida usando Aspen Plus*. Pakistan: University of Engineering and Technology, G.T. Road.
- [14] Nestor Proenza Perez, E. B. (2015). *Gasificación de biomasa para la generación combinada de calor y energía en el contexto cubano: Análisis energético y económico*. Sao Paulo: Facultad de Ingeniería de Guaratingueta.
- [15] Nolberto Gonzales Laguado, V. A. (2008). *Simulación de un sistema de Gasificación de bagazo de caña de azúcar conectado a un reactor Wgs Para la producción de hidrógeno*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- [16] Nouh, A. H. (2016). *Simulation of biomass gasification*. Braganca: Instituto politecnico de branga.
- [17] Priyanka Kaushal, R. T. (s.f.). *Advanced simulation of biomass gasification in a fluidized bed reactor*. India: Departamento de energía y medio ambiente.
- [18] Rajvanshi, A. K. (1986). *Biomass Gasification*. Maharashtra, India: Agricultura y energía.
- [19] Richard P. Bates, a. K. (2017). *Syngas Use in Internal Combustion Engines*. Nueva York: Ingeniería de Bioprocesos .
- [20] Sonia Rincon, A. G. (2011). *Gasificación de Biomasa residual de procesamiento agroindustrial*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.

- [21] *Study of syngas Combustion Parameters effect on internal combustion Engine.* (2013). Malasya: Departamento de Ingenieria Mecanica Universidad tekhnology PETRONAS.
- [22] Subir Bhaduria, B. B. (2016). *HCCI engine operated with unscrubbed biomass syngas.* Universidad de Bruselles Belgium.
- [23] Unizar. (2009). *Descripcion proceso de gasificacion.* Zaragoza: Centro Politecnico Superior.
- [24] Wayne Doherty\*, A. R. (2010). *Computer simulation of a biomass gasification-solid oxide fuel cell power system.* Ireland: Departamento de ingenieria mecanica.

# 12.ANEXOS

## ANEXO 1. Relación Biomasa/A. G (1) - Temperatura 500°C

|    |                              |              |                                                          |                |             |                    |
|----|------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |                              |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  | Company Name Not Available   |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  | Bedford, MA                  |              | Date/Time: Sat Nov 11 11:07:51 2017                      |                |             |                    |
| 4  | USA                          |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b> |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b>      |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                              |              |                                                          |                |             | Fluid Pkg: All     |
| 11 | Name                         | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction              | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)              | 25.00 *      | 500.0 *                                                  | 500.0          | 500.0       | 500.0              |
| 14 | Pressure (kPa)               | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)        | 1483         | 1080                                                     | 191.2          | 1383        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)             | 1.900e+004 * | 1.670e+004                                               | 2296           | 3.570e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)    | 30.22        | 34.59                                                    | 1.398          | 51.60       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)             | 306.8        | -3.153e+007                                              | 1.390e+006     | -1.237e+008 | -0.0000            |
| 19 | Name                         | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction              | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)              | 500.0        | 500.0                                                    | 500.0          | 500.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)               | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)        | 1383         | 0.0000                                                   | 1383           | 0.0000      | 658.6              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)             | 3.570e+004   | 0.0000                                                   | 3.570e+004     | 0.0000      | 1.900e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)    | 51.60        | 0.0000                                                   | 51.60          | 0.0000      | 21.96              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)             | -1.237e+008  | -0.0000                                                  | -1.237e+008    | -0.0000     | -5389              |
| 27 | Name                         | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction              | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)              | 25.00 *      | 500.0                                                    | 103.5          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)               | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)        | 1251         | 132.6                                                    | 1251           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)             | 3.332e+004   | 2388                                                     | 3.332e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)    | 49.20        | 2.393                                                    | 49.20          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)             | -1.145e+008  | -2.980e+007                                              | -1.113e+008    |             |                    |
| 35 |                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 | <b>Compositions</b>          |              |                                                          |                |             | Fluid Pkg: All     |
| 37 | Name                         | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)     | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0787      | 0.0787             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)    | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.4745      | 0.4745             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)      | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)      | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)         | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0958      | 0.0958             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)         | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1828      | 0.1828             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)          | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.0442      | 0.0442             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)    | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.1240      | 0.1240             |
| 46 | Name                         | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)     | 0.0787       | 0.0787                                                   | 0.0787         | 0.0787      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)    | 0.4745       | 0.4745                                                   | 0.4745         | 0.4745      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)      | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)      | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)         | 0.0958       | 0.0958                                                   | 0.0958         | 0.0958      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)         | 0.1828       | 0.1828                                                   | 0.1828         | 0.1828      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)          | 0.0442       | 0.0442                                                   | 0.0442         | 0.0442      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)    | 0.1240       | 0.1240                                                   | 0.1240         | 0.1240      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                         | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)     | 0.0870       | 0.0000                                                   | 0.0870         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)    | 0.5248       | 0.0000                                                   | 0.5248         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)      | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)      | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)         | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)         | 0.2022       | 0.0000                                                   | 0.2022         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)          | 0.0489       | 0.0000                                                   | 0.0489         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)    | 0.1372       | 0.0000                                                   | 0.1372         |             |                    |
| 64 |                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 | <b>Energy Streams</b>        |              |                                                          |                |             | Fluid Pkg: All     |
| 66 | Name                         | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)             | -9.214e+007  | 5.771e-007                                               | -1.151e-003    | -2.061e+007 | 3.139e+006         |
| 68 |                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.        |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                |             | Page 1 of 2        |

|    |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
|----|------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  | Company Name Not Available               |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  | Bedford, MA                              |                    | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  | USA                                      |                    | Date/Time: Sat Nov 11 11:07:51 2017                      |                |                |            |
| 4  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b> |                    |                                                          |                |                |            |
| 5  | <b>Energy Streams (continued)</b>        |                    |                                                          |                |                |            |
| 6  |                                          |                    |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 7  | Name                                     | Q-100              |                                                          |                |                |            |
| 8  | Heat Flow (kJ/h)                         | -3.014e+007        |                                                          |                |                |            |
| 9  | <b>Unit Ops</b>                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 10 | Operation Name                           | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 11 | GBR-100                                  | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 12 |                                          |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 13 |                                          |                    | Vapor1                                                   | Liquido2       |                |            |
| 14 | GASIFICACION                             | Gibbs Reactor      | Agente Gasificante                                       | Vapor2         | No             | 500.0 *    |
| 15 |                                          |                    | Energy2                                                  |                |                |            |
| 16 | GBR-102                                  | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                          |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 18 |                                          |                    | Vapor3                                                   | Liquido4       |                |            |
| 19 | GBR-103                                  | Gibbs Reactor      | Energy4                                                  | Vapor4         | No             | 500.0 *    |
| 20 |                                          |                    | Vapor4                                                   | SYNGAS         |                |            |
| 21 | X-100                                    | Component Splitter | Energy5                                                  | BOTTOM         | No             | 500.0 *    |
| 22 | SET-2                                    | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 23 | SET-3                                    | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 24 | SET-4                                    | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 25 | SET-5                                    | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 26 | SET-6                                    | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 27 | SET-7                                    | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | K-100                                    | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 29 |                                          |                    | Energy6                                                  |                |                |            |
| 30 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 31 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 32 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 33 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 34 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 35 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                    |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0


## ANEXO 2. Relación Biomasa/A. G (1) - Temperatura 600°C


|    |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                                                                                    |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                                                                                    |              | Date/Time: Sat Nov 11 11:08:41 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  | Workbook: Case (Main)                                                                                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  | Material Streams                                                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  | Fluid Pkg: All                                                                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                                                                    | 25.00 *      | 600.0 *                                                  | 600.0          | 600.0       | 600.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 1483         | 1080                                                     | 191.2          | 1519        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 1.900e+004 * | 1.670e+004                                               | 2296           | 3.570e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 30.22        | 34.59                                                    | 1.398          | 53.33       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | 306.8        | -2.819e+007                                              | 1.767e+006     | -1.011e+008 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                                                                    | 600.0        | 600.0                                                    | 600.0          | 600.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 1519         | 0.0000                                                   | 1519           | 0.0000      | 658.6              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 3.570e+004   | 0.0000                                                   | 3.570e+004     | 0.0000      | 1.900e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 53.33        | 0.0000                                                   | 53.33          | 0.0000      | 21.96              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -1.011e+008  | -0.0000                                                  | -1.011e+008    | -0.0000     | -5389              |
| 27 | Name                                                                                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                                                                    | 25.00 *      | 600.0                                                    | 106.8          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 1397         | 121.8                                                    | 1397           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 3.351e+004   | 2195                                                     | 3.351e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 51.13        | 2.199                                                    | 51.13          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -1.007e+008  | -2.691e+007                                              | -9.721e+007    |             |                    |
| 35 | Compositions                                                                                                                       |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 | Fluid Pkg: All                                                                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0270      | 0.0270             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.4321      | 0.4321             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0802      | 0.0802             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1289      | 0.1289             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.1225      | 0.1225             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2094      | 0.2094             |
| 46 | Name                                                                                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0270       | 0.0270                                                   | 0.0270         | 0.0270      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.4321       | 0.4321                                                   | 0.4321         | 0.4321      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0802       | 0.0802                                                   | 0.0802         | 0.0802      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.1289       | 0.1289                                                   | 0.1289         | 0.1289      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.1225       | 0.1225                                                   | 0.1225         | 0.1225      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.2094       | 0.2094                                                   | 0.2094         | 0.2094      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0293       | 0.0000                                                   | 0.0293         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.4698       | 0.0000                                                   | 0.4698         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.1401       | 0.0000                                                   | 0.1401         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.1332       | 0.0000                                                   | 0.1332         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.2276       | 0.0000                                                   | 0.2276         |             |                    |
| 64 | Energy Streams                                                                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 | Fluid Pkg: All                                                                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                                                                               | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -7.291e+007  | 2.263e-008                                               | 3.498e-004     | -2.653e+007 | 3.520e+006         |
| 68 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
|----|------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|
| 1  | Company Name Not Available               |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |
| 2  | Bedford, MA                              |                    | Unit Set: SI                                             |                |             |            |
| 3  | USA                                      |                    | Date/Time: Sat Nov 11 11:08:41 2017                      |                |             |            |
| 4  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b> |                    |                                                          |                |             |            |
| 5  |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 6  | <b>Energy Streams (continued)</b>        |                    |                                                          |                |             |            |
| 7  | Fluid Pkg: All                           |                    |                                                          |                |             |            |
| 8  | Name                                     | Q-100              |                                                          |                |             |            |
| 9  | Heat Flow (kJ/h)                         | -2.642e+007        |                                                          |                |             |            |
| 10 | <b>Unit Ops</b>                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 11 | Operation Name                           | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |
| 12 | GBR-100                                  | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |
| 13 |                                          |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |
| 14 | GASIFICACION                             | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |
| 15 |                                          |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |
| 16 |                                          |                    | Energy2                                                  |                |             |            |
| 17 | GBR-102                                  | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |
| 18 |                                          |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |
| 19 | GBR-103                                  | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |
| 20 |                                          |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |
| 21 | X-100                                    | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *    |
| 22 |                                          |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |            |
| 23 | SET-2                                    | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 24 | SET-3                                    | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 25 | SET-4                                    | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 26 | SET-5                                    | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 27 | SET-6                                    | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 28 | SET-7                                    | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 29 | K-100                                    | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |
| 30 |                                          |                    | Energy6                                                  |                |             |            |
| 31 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 32 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 33 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 34 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 35 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 36 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 37 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 38 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 39 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 40 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 41 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 42 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 43 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 44 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 45 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 46 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 47 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 48 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 49 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 50 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 51 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 52 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 53 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 54 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 55 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 56 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 57 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 58 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 59 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 60 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 61 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 62 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 63 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 64 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 65 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 66 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 67 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 68 |                                          |                    |                                                          |                |             |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                    |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |            |

Fuente: **Autor Hysys V 9.0**

### ANEXO 3. Relación Biomasa/A. G (1) - Temperatura 700°C

|    |                                                                                                      |              |                                                          |                |             |                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available                                                                           |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |  Bedford, MA<br>USA |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                                                      |              | Date/Time: Sat Nov 11 11:09:14 2017                      |                |             |                    |
| 4  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                                                         |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                                                      |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  |                                                                                                      |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                                                      |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                            |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  |                                                                                                      |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                                                      |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                                                 | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                                      | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                                      | 25.00 *      | 700.0 *                                                  | 700.0          | 700.0       | 700.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                                       | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                | 1483         | 1080                                                     | 191.2          | 1593        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                                     | 1.900e+004 * | 1.670e+004                                               | 2296           | 3.570e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                            | 30.22        | 34.59                                                    | 1.398          | 53.84       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                     | 306.8        | -2.479e+007                                              | 2.148e+006     | -8.567e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                                                 | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                                      | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                                      | 700.0        | 700.0                                                    | 700.0          | 700.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                                       | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                | 1593         | 0.0000                                                   | 1593           | 0.0000      | 658.6              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                                     | 3.570e+004   | 0.0000                                                   | 3.570e+004     | 0.0000      | 1.900e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                            | 53.84        | 0.0000                                                   | 53.84          | 0.0000      | 21.96              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                     | -8.567e+007  | -0.0000                                                  | -8.567e+007    | -0.0000     | -5389              |
| 27 | Name                                                                                                 | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                                      | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                                      | 25.00 *      | 700.0                                                    | 108.7          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                                       | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                | 1462         | 130.7                                                    | 1462           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                                     | 3.335e+004   | 2355                                                     | 3.335e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                            | 51.48        | 2.359                                                    | 51.48          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                     | -8.907e+007  | -2.834e+007                                              | -8.538e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                                                      |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                                                 | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                             | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0025      | 0.0025             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                            | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.4121      | 0.4121             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                              | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                              | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                 | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0821      | 0.0821             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                 | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0941      | 0.0941             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                  | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.1688      | 0.1688             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                            | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2404      | 0.2404             |
| 46 | Name                                                                                                 | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                             | 0.0025       | 0.0025                                                   | 0.0025         | 0.0025      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                            | 0.4121       | 0.4121                                                   | 0.4121         | 0.4121      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                              | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                              | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                 | 0.0821       | 0.0821                                                   | 0.0821         | 0.0821      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                 | 0.0941       | 0.0941                                                   | 0.0941         | 0.0941      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                  | 0.1688       | 0.1688                                                   | 0.1688         | 0.1688      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                            | 0.2404       | 0.2404                                                   | 0.2404         | 0.2404      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                                                 | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                             | 0.0027       | 0.0000                                                   | 0.0027         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                            | 0.4489       | 0.0000                                                   | 0.4489         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                              | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                              | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                 | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                 | 0.1025       | 0.0000                                                   | 0.1025         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                  | 0.1839       | 0.0000                                                   | 0.1839         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                            | 0.2619       | 0.0000                                                   | 0.2619         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                                                      |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                                                 | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                     | -6.087e+007  | -2.373e-008                                              | 4.569e-006     | -3.175e+007 | 3.692e+006         |
| 68 |                                                                                                      |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |


|    |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|------------|
| 1  |                                                                                   |                            | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |            |
| 2  |                                                                                   |                            | Unit Set: SI                                             |                |            |
| 3  |  | Company Name Not Available | Date/Time: Sat Nov 11 11:09:14 2017                      |                |            |
| 4  |                                                                                   | Bedford, MA                |                                                          |                |            |
| 5  |                                                                                   | USA                        |                                                          |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                          |                            |                                                          |                |            |
| 7  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                 |                            |                                                          |                |            |
| 8  | Fluid Pkg: All                                                                    |                            |                                                          |                |            |
| 9  |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 10 | Name                                                                              | Q-100                      |                                                          |                |            |
| 11 | Heat Flow                                                                         | (kJ/h)                     | -2.264e+007                                              |                |            |
| 12 | <b>Unit Ops</b>                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 13 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 14 | Operation Name                                                                    | Operation Type             | Feeds                                                    | Products       | Ignored    |
| 15 |                                                                                   |                            |                                                          |                | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                           | Gibbs Reactor              | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No         |
| 17 |                                                                                   |                            | Q-100                                                    | Vapor1         | 500.0 *    |
| 18 |                                                                                   |                            | Vapor1                                                   | Liquido2       |            |
| 19 | GASIFICACION                                                                      | Gibbs Reactor              | Agente Gasificante                                       | Vapor2         | No         |
| 20 |                                                                                   |                            | Energy2                                                  |                | 500.0 *    |
| 21 |                                                                                   |                            | Vapor2                                                   | Liquido3       |            |
| 22 | GBR-102                                                                           | Gibbs Reactor              | Energy3                                                  | Vapor3         | No         |
| 23 |                                                                                   |                            | Vapor3                                                   | Liquido4       | 500.0 *    |
| 24 | GBR-103                                                                           | Gibbs Reactor              | Energy4                                                  | Vapor4         | No         |
| 25 |                                                                                   |                            | Vapor4                                                   | SYNGAS         | 500.0 *    |
| 26 | X-100                                                                             | Component Splitter         | Energy5                                                  | BOTTOM         | No         |
| 27 | SET-2                                                                             | Set                        |                                                          |                | No         |
| 28 | SET-3                                                                             | Set                        |                                                          |                | No         |
| 29 | SET-4                                                                             | Set                        |                                                          |                | No         |
| 30 | SET-5                                                                             | Set                        |                                                          |                | No         |
| 31 | SET-6                                                                             | Set                        |                                                          |                | No         |
| 32 | SET-7                                                                             | Set                        |                                                          |                | No         |
| 33 |                                                                                   |                            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No         |
| 34 | K-100                                                                             | Compressor                 | Energy6                                                  |                | 500.0 *    |
| 35 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 36 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 37 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 38 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 39 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 40 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 41 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 42 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 43 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 44 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 45 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 46 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 47 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 48 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 49 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 50 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 51 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 52 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 53 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 54 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 55 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 56 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 57 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 58 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 59 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 60 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 61 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 62 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 63 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 64 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 65 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 66 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 67 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 68 |                                                                                   |                            |                                                          |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             | Aspen HYSYS Version 9      | Page 2 of 2                                              |                |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0



## ANEXO 4. Relación Biomasa/A. G (1) - Temperatura 800°C


|    |                                                                                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                                                                                    |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                                                                                     |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                                                                                     |              | Date/Time: Sat Nov 11 11:09:44 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                                                                                        |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                                                                                | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                                                                     | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                                                                     | 25.00 *      | 800.0 *                                                  | 800.0          | 800.0       | 800.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                                                                      | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                               | 1483         | 1080                                                     | 191.2          | 1600        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                    | 1.900e+004 * | 1.670e+004                                               | 2296           | 3.570e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                           | 30.22        | 34.59                                                    | 1.398          | 53.38       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                    | 306.8        | -2.134e+007                                              | 2.532e+006     | -7.846e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                                                                                | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                                                                     | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                                                                     | 800.0        | 800.0                                                    | 800.0          | 800.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                                                                      | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                               | 1600         | 0.0000                                                   | 1600           | 0.0000      | 658.6              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                    | 3.570e+004   | 0.0000                                                   | 3.570e+004     | 0.0000      | 1.900e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                           | 53.38        | 0.0000                                                   | 53.38          | 0.0000      | 21.96              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                    | -7.846e+007  | -0.0000                                                  | -7.846e+007    | -0.0000     | -5389              |
| 27 | Name                                                                                                                                | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                                                                     | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                                                                     | 25.00 *      | 800.0                                                    | 109.2          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                                                                      | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                               | 1451         | 149.0                                                    | 1451           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                    | 3.302e+004   | 2685                                                     | 3.302e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                           | 50.69        | 2.690                                                    | 50.69          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                    | -8.295e+007  | -3.170e+007                                              | -7.929e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                               |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                                                                                | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                            | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0002      | 0.0002             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                           | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.4101      | 0.4101             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                             | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                             | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                                | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0931      | 0.0931             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                                | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0799      | 0.0799             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                 | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.1841      | 0.1841             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                           | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2325      | 0.2325             |
| 46 | Name                                                                                                                                | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                            | 0.0002       | 0.0002                                                   | 0.0002         | 0.0002      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                           | 0.4101       | 0.4101                                                   | 0.4101         | 0.4101      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                             | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                             | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                                | 0.0931       | 0.0931                                                   | 0.0931         | 0.0931      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                                | 0.0799       | 0.0799                                                   | 0.0799         | 0.0799      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                 | 0.1841       | 0.1841                                                   | 0.1841         | 0.1841      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                           | 0.2325       | 0.2325                                                   | 0.2325         | 0.2325      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                                                                                | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                            | 0.0002       | 0.0000                                                   | 0.0002         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                           | 0.4523       | 0.0000                                                   | 0.4523         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                             | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                             | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                                | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                                | 0.0881       | 0.0000                                                   | 0.0881         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                 | 0.2030       | 0.0000                                                   | 0.2030         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                           | 0.2564       | 0.0000                                                   | 0.2564         |             |                    |
| 64 |                                                                                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                             |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 |                                                                                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 67 | Name                                                                                                                                | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 68 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                    | -5.712e+007  | -3.357e-004                                              | 9.752e-006     | -3.619e+007 | 3.666e+006         |
| 69 | Aspen Technology Inc. <span style="margin-left: 150px;">Aspen HYSYS Version 9</span> <span style="float: right;">Page 1 of 2</span> |              |                                                          |                |             |                    |

|    |                                                                                   |                       |                                                          |                |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|
| 1  |                                                                                   |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |
| 2  | Company Name Not Available                                                        |                       | Unit Set: SI                                             |                |
| 3  |  | Bedford, MA           | Date/Time: Sat Nov 11 11:09:44 2017                      |                |
| 4  |                                                                                   | USA                   |                                                          |                |
| 5  |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                          |                       |                                                          |                |
| 7  |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 8  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                 |                       |                                                          |                |
| 9  |                                                                                   |                       |                                                          | Fluid Pkg: All |
| 10 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 11 | Name                                                                              | Q-100                 |                                                          |                |
| 12 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -1.881e+007           |                                                          |                |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                   |                       |                                                          |                |
| 14 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 15 | Operation Name                                                                    | Operation Type        | Feeds                                                    | Products       |
| 16 | GBR-100                                                                           | Gibbs Reactor         | Arundo Donax                                             | Liquido1       |
| 17 |                                                                                   |                       | Q-100                                                    | Vapor1         |
| 18 | GASIFICACION                                                                      | Gibbs Reactor         | Vapor1                                                   | Liquido2       |
| 19 |                                                                                   |                       | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |
| 20 |                                                                                   |                       | Energy2                                                  |                |
| 21 | GBR-102                                                                           | Gibbs Reactor         | Vapor2                                                   | Liquido3       |
| 22 |                                                                                   |                       | Energy3                                                  | Vapor3         |
| 23 | GBR-103                                                                           | Gibbs Reactor         | Vapor3                                                   | Liquido4       |
| 24 |                                                                                   |                       | Energy4                                                  | Vapor4         |
| 25 | X-100                                                                             | Component Splitter    | Vapor4                                                   | SYNGAS         |
| 26 |                                                                                   |                       | Energy5                                                  | BOTTOM         |
| 27 | SET-2                                                                             | Set                   |                                                          | No             |
| 28 | SET-3                                                                             | Set                   |                                                          | No             |
| 29 | SET-4                                                                             | Set                   |                                                          | No             |
| 30 | SET-5                                                                             | Set                   |                                                          | No             |
| 31 | SET-6                                                                             | Set                   |                                                          | No             |
| 32 | SET-7                                                                             | Set                   |                                                          | No             |
| 33 | K-100                                                                             | Compressor            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido |
| 34 |                                                                                   |                       | Energy6                                                  | No             |
| 35 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 36 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 37 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 38 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 39 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 40 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 41 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 42 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 43 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 44 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 45 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 46 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 47 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 48 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 49 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 50 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 51 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 52 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 53 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 54 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 55 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 56 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 57 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 58 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 59 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 60 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 61 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 62 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 63 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 64 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 65 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 66 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 67 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 68 |                                                                                   |                       |                                                          |                |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             | Aspen HYSYS Version 9 | Page 2 of 2                                              |                |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 5. Relación Biomasa/A. G (1) - Temperatura 900°C


|    |                                                                           |              |                       |                                                          |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |             |                    |
| 2  |                                                                           |              |                       | Unit Set: SI                                             |             |                    |
| 3  |                                                                           |              |                       | Date/Time: Sat Nov 11 11:10:14 2017                      |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                       |                                                          |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                       |                                                          |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                       |                                                          |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                       |                                                          |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                       |                                                          |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                       |                                                          |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                       |                                                          |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                | Liquido1                                                 | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                | 0.0000 *                                                 | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 900.0 *               | 900.0 *                                                  | 900.0       | 900.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                 | 101.3                                                    | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1483         | 1080                  | 191.2                                                    | 1601        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 1.900e+004 * | 1.670e+004            | 2296                                                     | 3.570e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 30.22        | 34.59                 | 1.398                                                    | 52.93       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 306.8        | -1.784e+007           | 2.921e+006                                               | -7.219e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3              | Vapor4                                                   | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *              | 1.0000                                                   | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 900.0        | 900.0                 | 900.0                                                    | 900.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                 | 101.3                                                    | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1601         | 0.0000                | 1601                                                     | 0.0000      | 658.6              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.570e+004   | 0.0000                | 3.570e+004                                               | 0.0000      | 1.900e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 52.93        | 0.0000                | 52.93                                                    | 0.0000      | 21.96              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -7.219e+007  | -0.0000               | -7.219e+007                                              | -0.0000     | -5389              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                | Gas Comprimido                                           |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                | 1.0000                                                   |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 900.0                 | 109.5                                                    |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                 | 202.6 *                                                  |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1436         | 164.9                 | 1436                                                     |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.273e+004   | 2970                  | 3.273e+004                                               |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 49.95        | 2.976                 | 49.95                                                    |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -7.842e+007  | -3.436e+007           | -7.479e+007                                              |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                       |                                                          |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                       |                                                          |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                | Liquido1                                                 | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                | 0.0000                                                   | 0.0000      | 0.0000             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                | 0.0000                                                   | 0.4100      | 0.4100             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                | 0.0000                                                   | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                | 1.0000                                                   | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                | 0.0000                                                   | 0.1030      | 0.1030             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                | 0.0000                                                   | 0.0698      | 0.0698             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                | 0.0000                                                   | 0.1943      | 0.1943             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                | 0.0000                                                   | 0.2229      | 0.2229             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3              | Vapor4                                                   | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000       | 0.0000                | 0.0000                                                   | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.4100       | 0.4100                | 0.4100                                                   | 0.4100      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                | 0.0000                                                   | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                | 0.0000                                                   | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.1030       | 0.1030                | 0.1030                                                   | 0.1030      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0698       | 0.0698                | 0.0698                                                   | 0.0698      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.1943       | 0.1943                | 0.1943                                                   | 0.1943      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.2229       | 0.2229                | 0.2229                                                   | 0.2229      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                | Gas Comprimido                                           |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000       | 0.0000                | 0.0000                                                   |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.4571       | 0.0000                | 0.4571                                                   |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                | 0.0000                                                   |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                | 0.0000                                                   |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                | 0.0000                                                   |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0778       | 0.0000                | 0.0778                                                   |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2166       | 0.0000                | 0.2166                                                   |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.2485       | 0.0000                | 0.2485                                                   |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                       |                                                          |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                       |                                                          |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3               | Energy4                                                  | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -5.434e+007  | -4.770e-008           | 0.0000                                                   | -4.058e+007 | 3.629e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                       |                                                          |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9 |                                                          | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                       | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                       | Date/Time: Sat Nov 11 11:10:14 2017                      |                |                |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 5  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                       |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                                                                  |                       |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 8  | Name                                                                                                                               | Q-100                 |                                                          |                |                |            |
| 9  | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -1.492e+007           |                                                          |                |                |            |
| 10 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 11 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type        | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 12 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 13 |                                                                                                                                    |                       | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 14 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor         | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 15 |                                                                                                                                    |                       | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 16 |                                                                                                                                    |                       | Energy2                                                  |                |                |            |
| 17 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 18 |                                                                                                                                    |                       | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 19 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 20 |                                                                                                                                    |                       | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 21 |                                                                                                                                    |                       | Vapor4                                                   | SYNGAS         |                |            |
| 22 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter    | Energy5                                                  | BOTTOM         | No             | 500.0 *    |
| 23 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 24 | SET-2                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 25 | SET-3                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 26 | SET-4                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 27 | SET-5                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-6                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-7                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | K-100                                                                                                                              | Compressor            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 31 |                                                                                                                                    |                       | Energy6                                                  |                |                |            |
| 32 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 33 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 34 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              | Aspen HYSYS Version 9 |                                                          |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 6. Relación Biomasa/A. G (1) - Temperatura 1000°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 11:10:40 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 1000 *                                                   | 1000           | 1000        | 1000               |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1483         | 1080                                                     | 191.2          | 1601        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 1.900e+004 * | 1.670e+004                                               | 2296           | 3.570e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 30.22        | 34.59                                                    | 1.398          | 52.56       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 306.8        | -1.431e+007                                              | 3.313e+006     | -6.604e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 1000         | 1000                                                     | 1000           | 1000        | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1601         | 0.0000                                                   | 1601           | 0.0000      | 658.6              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.570e+004   | 0.0000                                                   | 3.570e+004     | 0.0000      | 1.900e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 52.56        | 0.0000                                                   | 52.56          | 0.0000      | 21.96              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -6.604e+007  | -0.0000                                                  | -6.604e+007    | -0.0000     | -5389              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 1000                                                     | 109.8          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1423         | 177.5                                                    | 1423           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.251e+004   | 3197                                                     | 3.251e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 49.36        | 3.204                                                    | 49.36          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -7.483e+007  | -3.622e+007                                              | -7.124e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.4100      | 0.4100             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1109      | 0.1109             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0619      | 0.0619             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2022      | 0.2022             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2150      | 0.2150             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.4100       | 0.4100                                                   | 0.4100         | 0.4100      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.1109       | 0.1109                                                   | 0.1109         | 0.1109      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0619       | 0.0619                                                   | 0.0619         | 0.0619      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2022       | 0.2022                                                   | 0.2022         | 0.2022      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.2150       | 0.2150                                                   | 0.2150         | 0.2150      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.4611       | 0.0000                                                   | 0.4611         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0696       | 0.0000                                                   | 0.0696         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2274       | 0.0000                                                   | 0.2274         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.2418       | 0.0000                                                   | 0.2418         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -5.173e+007  | 1.193e-008                                               | -1.193e-008    | -4.501e+007 | 3.598e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 11:10:40 2017                      |                |                |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 8  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                                                                  |                    |                                                          |                |                |            |
| 9  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 10 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |                |            |
| 12 | Heat Flow                                                                                                                          | (kJ/h)             | -1.099e+007                                              |                |                |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |                |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 25 |                                                                                                                                    |                    | Vapor4                                                   | SYNGAS         |                |            |
| 26 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Energy5                                                  | BOTTOM         | No             | 500.0 *    |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |                |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 7. Relación Biomasa/A. G (1.5) - Temperatura 500°C

|    |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available                                                        |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  | Bedford, MA                                                                       |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  | USA                                                                               |              | Date/Time: Sat Nov 11 12:08:30 2017                      |                |             |                    |
| 4  |  |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  | Workbook: Case (Main)                                                             |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | Material Streams                                                                  |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  | Fluid Pkg: All                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  | Name                                                                              | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 9  | Vapour Fraction                                                                   | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 10 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *      | 500.0 *                                                  | 500.0          | 500.0       | 500.0              |
| 11 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 12 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1795         | 1308                                                     | 231.4          | 1394        | 0.0000             |
| 13 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 2.300e+004 * | 2.022e+004                                               | 2780           | 3.552e+004  | 0.0000             |
| 14 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 36.58        | 41.88                                                    | 1.693          | 53.55       | 0.0000             |
| 15 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | 371.4        | -3.817e+007                                              | 1.683e+006     | -1.324e+008 | -0.0000            |
| 16 | Name                                                                              | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 17 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 18 | Temperature (C)                                                                   | 500.0        | 500.0                                                    | 500.0          | 500.0       | 25.00 *            |
| 19 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 20 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1394         | 0.0000                                                   | 1394           | 0.0000      | 530.3              |
| 21 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 3.552e+004   | 0.0000                                                   | 3.552e+004     | 0.0000      | 1.530e+004 *       |
| 22 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 53.55        | 0.0000                                                   | 53.55          | 0.0000      | 17.69              |
| 23 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -1.324e+008  | -0.0000                                                  | -1.324e+008    | -0.0000     | -4340              |
| 24 | Name                                                                              | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 25 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 26 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *      | 500.0                                                    | 102.4          |             |                    |
| 27 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 28 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1274         | 119.5                                                    | 1274           |             |                    |
| 29 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 3.337e+004   | 2153                                                     | 3.337e+004     |             |                    |
| 30 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 51.39        | 2.157                                                    | 51.39          |             |                    |
| 31 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -1.271e+008  | -2.686e+007                                              | -1.239e+008    |             |                    |
| 32 | Compositions                                                                      |              |                                                          |                |             | Fluid Pkg: All     |
| 33 | Name                                                                              | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 34 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1195      | 0.1195             |
| 35 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.4187      | 0.4187             |
| 36 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 37 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 38 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0857      | 0.0857             |
| 39 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1935      | 0.1935             |
| 40 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.0541      | 0.0541             |
| 41 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.1284      | 0.1284             |
| 42 | Name                                                                              | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 43 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.1195       | 0.1195                                                   | 0.1195         | 0.1195      | 0.0000 *           |
| 44 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.4187       | 0.4187                                                   | 0.4187         | 0.4187      | 0.7900 *           |
| 45 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 46 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 47 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0857       | 0.0857                                                   | 0.0857         | 0.0857      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.1935       | 0.1935                                                   | 0.1935         | 0.1935      | 0.0000 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.0541       | 0.0541                                                   | 0.0541         | 0.0541      | 0.0000 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.1284       | 0.1284                                                   | 0.1284         | 0.1284      | 0.0000 *           |
| 51 | Name                                                                              | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 52 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.1307       | 0.0000                                                   | 0.1307         |             |                    |
| 53 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.4580       | 0.0000                                                   | 0.4580         |             |                    |
| 54 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 55 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.2117       | 0.0000                                                   | 0.2117         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.0592       | 0.0000                                                   | 0.0592         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.1404       | 0.0000                                                   | 0.1404         |             |                    |
| 60 | Energy Streams                                                                    |              |                                                          |                |             | Fluid Pkg: All     |
| 61 | Name                                                                              | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 62 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -9.419e+007  | 6.231e-007                                               | -1.492e-003    | -2.156e+007 | 3.195e+006         |
| 63 | Aspen Technology Inc.                                                             |              |                                                          |                |             | Page 1 of 2        |
| 64 | Aspen HYSYS Version 9                                                             |              |                                                          |                |             |                    |


|    |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
|----|------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  | Company Name Not Available               |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  | Bedford, MA                              |                       | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  | USA                                      |                       | Date/Time: Sat Nov 11 12:08:30 2017                      |                |                |            |
| 4  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b> |                       |                                                          |                |                |            |
| 5  | Energy Streams (continued)               |                       |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 6  | Name                                     | Q-100                 |                                                          |                |                |            |
| 7  | Heat Flow (kJ/h)                         | -3.649e+007           |                                                          |                |                |            |
| 8  | <b>Unit Ops</b>                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 9  | Operation Name                           | Operation Type        | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 10 | GBR-100                                  | Gibbs Reactor         | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 11 |                                          |                       | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 12 |                                          |                       | Vapor1                                                   | Liquido2       |                |            |
| 13 | GASIFICACION                             | Gibbs Reactor         | Agente Gasificante                                       | Vapor2         | No             | 500.0 *    |
| 14 |                                          |                       | Energy2                                                  |                |                |            |
| 15 | GBR-102                                  | Gibbs Reactor         | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 16 |                                          |                       | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 17 | GBR-103                                  | Gibbs Reactor         | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 18 |                                          |                       | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 19 | X-100                                    | Component Splitter    | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No             | 500.0 *    |
| 20 |                                          |                       | Energy5                                                  | BOTTOM         |                |            |
| 21 | SET-2                                    | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 22 | SET-3                                    | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 23 | SET-4                                    | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 24 | SET-5                                    | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 25 | SET-6                                    | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 26 | SET-7                                    | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 27 | K-100                                    | Compressor            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 28 |                                          |                       | Energy6                                                  |                |                |            |
| 29 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 30 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 31 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 32 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 33 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 34 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 35 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                    | Aspen HYSYS Version 9 | Page 2 of 2                                              |                |                |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0



## ANEXO 8. Relación Biomasa/A. G (1.5) - Temperatura 600°C


|    |                                                                                   |                            |                                                          |                |                |                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------|
| 1  |                                                                                   |                            | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |                    |
| 2  |                                                                                   |                            |                                                          |                |                |                    |
| 3  |  | Company Name Not Available | Unit Set: SI                                             |                |                |                    |
| 4  |                                                                                   | Bedford, MA                |                                                          |                |                |                    |
| 5  |                                                                                   | USA                        | Date/Time: Sat Nov 11 12:08:58 2017                      |                |                |                    |
| 6  | Workbook: Case (Main)                                                             |                            |                                                          |                |                |                    |
| 7  |                                                                                   |                            |                                                          |                |                |                    |
| 8  |                                                                                   |                            |                                                          |                |                |                    |
| 9  | Material Streams                                                                  |                            |                                                          |                |                |                    |
| 10 |                                                                                   |                            |                                                          |                | Fluid Pkg: All |                    |
| 11 | Name                                                                              | Arundo Donax               | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2         | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                   | 0.5860                     | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000         | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *                    | 600.0 *                                                  | 600.0          | 600.0          | 600.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3 *                    | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3          | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1795                       | 1308                                                     | 231.4          | 1566           | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 2.300e+004 *               | 2.022e+004                                               | 2780           | 3.552e+004     | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 36.58                      | 41.88                                                    | 1.693          | 55.66          | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | 371.4                      | -3.412e+007                                              | 2.139e+006     | -1.049e+008    | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                              | Vapor3                     | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4       | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000                     | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *       | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                   | 600.0                      | 600.0                                                    | 600.0          | 600.0          | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3                      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3          | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1566                       | 0.0000                                                   | 1566           | 0.0000         | 530.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 3.552e+004                 | 0.0000                                                   | 3.552e+004     | 0.0000         | 1.530e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 55.66                      | 0.0000                                                   | 55.66          | 0.0000         | 17.69              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -1.049e+008                | -0.0000                                                  | -1.049e+008    | -0.0000        | -4340              |
| 27 | Name                                                                              | SYNGAS                     | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |                |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000                     | 1.0000                                                   | 1.0000         |                |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *                    | 600.0                                                    | 106.5          |                |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3                      | 101.3                                                    | 202.6 *        |                |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1457                       | 108.6                                                    | 1457           |                |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 3.356e+004                 | 1957                                                     | 3.356e+004     |                |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 53.70                      | 1.960                                                    | 53.70          |                |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -1.089e+008                | -2.399e+007                                              | -1.052e+008    |                |                    |
| 35 | Compositions                                                                      |                            |                                                          |                |                |                    |
| 36 |                                                                                   |                            |                                                          |                | Fluid Pkg: All |                    |
| 37 | Name                                                                              | Arundo Donax               | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2         | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0000 *                   | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0515         | 0.0515             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.0917 *                   | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.3728         | 0.3728             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.1425 *                   | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000         | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.4140 *                   | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000         | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000 *                   | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0694         | 0.0694             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.0000 *                   | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1244         | 0.1244             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.0000 *                   | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.1509         | 0.1509             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.3518 *                   | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2310         | 0.2310             |
| 46 | Name                                                                              | Vapor3                     | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4       | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0515                     | 0.0515                                                   | 0.0515         | 0.0515         | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.3728                     | 0.3728                                                   | 0.3728         | 0.3728         | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000                     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000         | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000                     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000         | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0694                     | 0.0694                                                   | 0.0694         | 0.0694         | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.1244                     | 0.1244                                                   | 0.1244         | 0.1244         | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.1509                     | 0.1509                                                   | 0.1509         | 0.1509         | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.2310                     | 0.2310                                                   | 0.2310         | 0.2310         | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                              | SYNGAS                     | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |                |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0554                     | 0.0000                                                   | 0.0554         |                |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.4006                     | 0.0000                                                   | 0.4006         |                |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000                     | 0.0000                                                   | 0.0000         |                |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000                     | 0.0000                                                   | 0.0000         |                |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000                     | 1.0000                                                   | 0.0000         |                |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.1337                     | 0.0000                                                   | 0.1337         |                |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.1622                     | 0.0000                                                   | 0.1622         |                |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.2482                     | 0.0000                                                   | 0.2482         |                |                    |
| 64 | Energy Streams                                                                    |                            |                                                          |                |                |                    |
| 65 |                                                                                   |                            |                                                          |                | Fluid Pkg: All |                    |
| 66 | Name                                                                              | Energy2                    | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5        | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -7.074e+007                | -8.165e-008                                              | 9.390e-004     | -2.802e+007    | 3.670e+006         |
| 68 |                                                                                   |                            |                                                          |                |                |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             |                            | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2    |                    |

|    |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  |                                                                                                                                    |                                     | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                                     | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA | Date/Time: Sat Nov 11 12:08:58 2017 |                                                          |                |                |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                                     |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 8  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                                                                         |                                     |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 10 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100                               |                                                          |                |                |            |
| 12 | Heat Flow                                                                                                                          | (kJ/h)                              | -3.198e+007                                              |                |                |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type                      | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                                     | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor                       | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                                     | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                                     | Energy2                                                  |                |                |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                                     | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                                     | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 25 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter                  | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No             | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                                                                    |                                     | Energy5                                                  | BOTTOM         |                |            |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor                          | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                                     | Energy6                                                  |                |                |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              | Aspen HYSYS Version 9               |                                                          |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 9. Relación Biomasa/A. G (1.5) - Temperatura 700°C


|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 12:09:26 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 700.0 *                                                  | 700.0          | 700.0       | 700.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1795         | 1308                                                     | 231.4          | 1701        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.300e+004 * | 2.022e+004                                               | 2780           | 3.552e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 36.58        | 41.88                                                    | 1.693          | 57.13       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 371.4        | -3.001e+007                                              | 2.600e+006     | -8.155e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 700.0        | 700.0                                                    | 700.0          | 700.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1701         | 0.0000                                                   | 1701           | 0.0000      | 530.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.552e+004   | 0.0000                                                   | 3.552e+004     | 0.0000      | 1.530e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 57.13        | 0.0000                                                   | 57.13          | 0.0000      | 17.69              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -8.155e+007  | -0.0000                                                  | -8.155e+007    | -0.0000     | -4340              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 700.0                                                    | 109.4          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1594         | 106.7                                                    | 1594           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.360e+004   | 1922                                                     | 3.360e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 55.20        | 1.926                                                    | 55.20          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -9.271e+007  | -2.313e+007                                              | -8.869e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0077      | 0.0077             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.3432      | 0.3432             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0627      | 0.0627             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0759      | 0.0759             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2173      | 0.2173             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2932      | 0.2932             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0077       | 0.0077                                                   | 0.0077         | 0.0077      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3432       | 0.3432                                                   | 0.3432         | 0.3432      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0627       | 0.0627                                                   | 0.0627         | 0.0627      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0759       | 0.0759                                                   | 0.0759         | 0.0759      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2173       | 0.2173                                                   | 0.2173         | 0.2173      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.2932       | 0.2932                                                   | 0.2932         | 0.2932      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0082       | 0.0000                                                   | 0.0082         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3661       | 0.0000                                                   | 0.3661         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0810       | 0.0000                                                   | 0.0810         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2318       | 0.0000                                                   | 0.2318         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3128       | 0.0000                                                   | 0.3128         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -5.154e+007  | -8.870e-008                                              | 7.210e-005     | -3.429e+007 | 4.028e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|--|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |  |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |             |            |  |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 12:09:26 2017                      |                |             |            |  |
| 4  |                                                                                                                                    |                    | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                 |                |             |            |  |
| 5  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 6  | <b>Energy Streams (continued)</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 7  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 8  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 9  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 10 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |             |            |  |
| 12 | Heat Flow                                                                                                                          | (kJ/h)             | -2.741e+007                                              |                |             |            |  |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 14 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |  |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |  |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |  |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |  |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |  |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |             |            |  |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |  |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |  |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |  |
| 24 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |  |
| 25 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *    |  |
| 26 |                                                                                                                                    |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |            |  |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |  |
| 34 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |             |            |  |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |            |  |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 10. Relación Biomasa/A. G (1.5) - Temperatura 800°C


|    |                                                                           |                       |             |                                                          |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|----------------------------------------------------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |                       |             | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |             |                    |
| 2  |                                                                           |                       |             | Unit Set: SI                                             |             |                    |
| 3  |                                                                           |                       |             | Date/Time: Sat Nov 11 12:09:56 2017                      |             |                    |
| 4  |                                                                           |                       |             |                                                          |             |                    |
| 5  |                                                                           |                       |             |                                                          |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |                       |             |                                                          |             |                    |
| 7  |                                                                           |                       |             |                                                          |             |                    |
| 8  |                                                                           |                       |             |                                                          |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |                       |             |                                                          |             |                    |
| 10 |                                                                           |                       |             |                                                          |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax          | Vapor1      | Liquido1                                                 | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860                | 1.0000      | 0.0000 *                                                 | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *               | 800.0 *     | 800.0                                                    | 800.0       | 800.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *               | 101.3       | 101.3                                                    | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1795                  | 1308        | 231.4                                                    | 1725        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.300e+004 *          | 2.022e+004  | 2780                                                     | 3.552e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 36.58                 | 41.88       | 1.693                                                    | 56.99       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 371.4                 | -2.583e+007 | 3.065e+006                                               | -7.205e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3                | Liquido3    | Vapor4                                                   | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000                | 0.0000 *    | 1.0000                                                   | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 800.0                 | 800.0       | 800.0                                                    | 800.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3                 | 101.3       | 101.3                                                    | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1725                  | 0.0000      | 1725                                                     | 0.0000      | 530.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.552e+004            | 0.0000      | 3.552e+004                                               | 0.0000      | 1.530e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 56.99                 | 0.0000      | 56.99                                                    | 0.0000      | 17.69              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -7.205e+007           | -0.0000     | -7.205e+007                                              | -0.0000     | -4340              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS                | BOTTOM      | Gas Comprimido                                           |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000                | 1.0000      | 1.0000                                                   |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *               | 800.0       | 110.1                                                    |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3                 | 101.3       | 202.6 *                                                  |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1605                  | 120.0       | 1605                                                     |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.336e+004            | 2162        | 3.336e+004                                               |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 54.83                 | 2.166       | 54.83                                                    |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -8.596e+007           | -2.552e+007 | -8.190e+007                                              |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |                       |             |                                                          |             |                    |
| 36 |                                                                           |                       |             |                                                          |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax          | Vapor1      | Liquido1                                                 | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *              | 0.0000      | 0.0000                                                   | 0.0006      | 0.0006             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *              | 0.1259      | 0.0000                                                   | 0.3384      | 0.3384             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *              | 0.0000      | 0.0000                                                   | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *              | 0.0000      | 1.0000                                                   | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *              | 0.0000      | 0.0000                                                   | 0.0696      | 0.0696             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *              | 0.0000      | 0.0000                                                   | 0.0602      | 0.0602             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *              | 0.3913      | 0.0000                                                   | 0.2359      | 0.2359             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *              | 0.4828      | 0.0000                                                   | 0.2954      | 0.2954             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3                | Liquido3    | Vapor4                                                   | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0006                | 0.0006      | 0.0006                                                   | 0.0006      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3384                | 0.3384      | 0.3384                                                   | 0.3384      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000                | 0.0000      | 0.0000                                                   | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000                | 0.0000      | 0.0000                                                   | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0696                | 0.0696      | 0.0696                                                   | 0.0696      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0602                | 0.0602      | 0.0602                                                   | 0.0602      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2359                | 0.2359      | 0.2359                                                   | 0.2359      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.2954                | 0.2954      | 0.2954                                                   | 0.2954      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS                | BOTTOM      | Gas Comprimido                                           |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0007                | 0.0000      | 0.0007                                                   |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3637                | 0.0000      | 0.3637                                                   |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000                | 0.0000      | 0.0000                                                   |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000                | 0.0000      | 0.0000                                                   |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000                | 1.0000      | 0.0000                                                   |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0647                | 0.0000      | 0.0647                                                   |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2535                | 0.0000      | 0.2535                                                   |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3174                | 0.0000      | 0.3174                                                   |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |                       |             |                                                          |             |                    |
| 65 |                                                                           |                       |             |                                                          |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2               | Energy3     | Energy4                                                  | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -4.621e+007           | -1.285e-008 | 4.498e-007                                               | -3.944e+007 | 4.059e+006         |
| 68 |                                                                           |                       |             |                                                          |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     | Aspen HYSYS Version 9 |             |                                                          | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----|
| 1  |                                                                                   |                            | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |    |
| 2  |                                                                                   |                            | Unit Set: SI                                             |                |    |
| 3  |  | Company Name Not Available |                                                          |                |    |
| 4  |                                                                                   | Bedford, MA                |                                                          |                |    |
| 5  |                                                                                   | USA                        |                                                          |                |    |
| 6  |                                                                                   |                            | Date/Time: Sat Nov 11 12:09:56 2017                      |                |    |
| 7  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                          |                            |                                                          |                |    |
| 8  |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                        |                            |                                                          | Fluid Pkg: All |    |
| 10 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 11 | Name                                                                              | Q-100                      |                                                          |                |    |
| 12 | Heat Flow                                                                         | (kJ/h)                     | -2.277e+007                                              |                |    |
| 13 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 14 | <b>Unit Ops</b>                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 15 | Operation Name                                                                    | Operation Type             | Feeds                                                    | Products       |    |
| 16 | GBR-100                                                                           | Gibbs Reactor              | Arundo Donax                                             | Liquido1       |    |
| 17 |                                                                                   |                            | Q-100                                                    | Vapor1         | No |
| 18 | GASIFICACION                                                                      | Gibbs Reactor              | Vapor1                                                   | Liquido2       |    |
| 19 |                                                                                   |                            | Agente Gasificante                                       | Vapor2         | No |
| 20 |                                                                                   |                            | Energy2                                                  |                |    |
| 21 | GBR-102                                                                           | Gibbs Reactor              | Vapor2                                                   | Liquido3       |    |
| 22 |                                                                                   |                            | Energy3                                                  | Vapor3         | No |
| 23 | GBR-103                                                                           | Gibbs Reactor              | Vapor3                                                   | Liquido4       |    |
| 24 |                                                                                   |                            | Energy4                                                  | Vapor4         | No |
| 25 |                                                                                   |                            | Vapor4                                                   | SYNGAS         |    |
| 26 | X-100                                                                             | Component Splitter         | Energy5                                                  | BOTTOM         |    |
| 27 | SET-2                                                                             | Set                        |                                                          | No             |    |
| 28 | SET-3                                                                             | Set                        |                                                          | No             |    |
| 29 | SET-4                                                                             | Set                        |                                                          | No             |    |
| 30 | SET-5                                                                             | Set                        |                                                          | No             |    |
| 31 | SET-6                                                                             | Set                        |                                                          | No             |    |
| 32 | SET-7                                                                             | Set                        |                                                          | No             |    |
| 33 | K-100                                                                             | Compressor                 | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido |    |
| 34 |                                                                                   |                            | Energy6                                                  |                | No |
| 35 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 36 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 37 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 38 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 39 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 40 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 41 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 42 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 43 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 44 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 45 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 46 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 47 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 48 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 49 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 50 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 51 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 52 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 53 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 54 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 55 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 56 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 57 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 58 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 59 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 60 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 61 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 62 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 63 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 64 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 65 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 66 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 67 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 68 |                                                                                   |                            |                                                          |                |    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             |                            | Aspen HYSYS Version 9                                    |                |    |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 11. Relación Biomasa/A. G (1.5) - Temperatura 900°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 12:10:22 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 900.0 *                                                  | 900.0          | 900.0       | 900.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1795         | 1308                                                     | 231.4          | 1727        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.300e+004 * | 2.022e+004                                               | 2780           | 3.552e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 36.58        | 41.88                                                    | 1.693          | 56.60       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 371.4        | -2.160e+007                                              | 3.536e+006     | -6.534e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 900.0        | 900.0                                                    | 900.0          | 900.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1727         | 0.0000                                                   | 1727           | 0.0000      | 530.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.552e+004   | 0.0000                                                   | 3.552e+004     | 0.0000      | 1.530e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 56.60        | 0.0000                                                   | 56.60          | 0.0000      | 17.69              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -6.534e+007  | -0.0000                                                  | -6.534e+007    | -0.0000     | -4340              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 900.0                                                    | 110.4          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1593         | 134.1                                                    | 1593           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.310e+004   | 2416                                                     | 3.310e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 54.18        | 2.421                                                    | 54.18          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -8.173e+007  | -2.795e+007                                              | -7.770e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0001      | 0.0001             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.3380      | 0.3380             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0777      | 0.0777             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0514      | 0.0514             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2449      | 0.2449             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2880      | 0.2880             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0001       | 0.0001                                                   | 0.0001         | 0.0001      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3380       | 0.3380                                                   | 0.3380         | 0.3380      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0777       | 0.0777                                                   | 0.0777         | 0.0777      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0514       | 0.0514                                                   | 0.0514         | 0.0514      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2449       | 0.2449                                                   | 0.2449         | 0.2449      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.2880       | 0.2880                                                   | 0.2880         | 0.2880      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0001       | 0.0000                                                   | 0.0001         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3665       | 0.0000                                                   | 0.3665         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0557       | 0.0000                                                   | 0.0557         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2655       | 0.0000                                                   | 0.2655         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3122       | 0.0000                                                   | 0.3122         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -4.374e+007  | 2.573e-008                                               | 1.286e-008     | -4.434e+007 | 4.029e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |


|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |             |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 12:10:22 2017                      |                |             |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 5  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |             |            |
| 6  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                                                                  |                    |                                                          |                |             |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                    |                                                          | Fluid Pkg:     | All         |            |
| 8  | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |             |            |
| 9  | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -1.807e+007        |                                                          |                |             |            |
| 10 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 11 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |
| 12 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |
| 13 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |
| 14 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |
| 15 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |
| 16 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |             |            |
| 17 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |
| 18 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |
| 19 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |
| 21 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |            |
| 23 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 24 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 25 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 26 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 27 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 28 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 29 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |
| 30 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |             |            |
| 31 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 32 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 33 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 34 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0



## ANEXO 12. Relación Biomasa/A. G (1.5) - Temperatura 1000°C


|    |                                                                           |                       |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |                                                                           |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  | Company Name Not Available                                                |                       |                                                          |                |             |                    |
| 3  | <b>aspentech</b>                                                          | Bedford, MA           | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 4  |                                                                           | USA                   | Date/Time: Sat Nov 11 12:10:58 2017                      |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |                       |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |                       |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |                       |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |                       |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |                       |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |                       |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax          | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860                | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *               | 1000 *                                                   | 1000           | 1000        | 1000               |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *               | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1795                  | 1308                                                     | 231.4          | 1727        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.300e+004 *          | 2.022e+004                                               | 2780           | 3.552e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 36.58                 | 41.88                                                    | 1.693          | 56.27       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 371.4                 | -1.732e+007                                              | 4.011e+006     | -5.890e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3                | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000                | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 1000                  | 1000                                                     | 1000           | 1000        | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3                 | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1727                  | 0.0000                                                   | 1727           | 0.0000      | 530.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.552e+004            | 0.0000                                                   | 3.552e+004     | 0.0000      | 1.530e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 56.27                 | 0.0000                                                   | 56.27          | 0.0000      | 17.69              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -5.890e+007           | -0.0000                                                  | -5.890e+007    | -0.0000     | -4340              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS                | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000                | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *               | 1000                                                     | 110.6          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3                 | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1581                  | 145.5                                                    | 1581           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.290e+004            | 2621                                                     | 3.290e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 53.65                 | 2.626                                                    | 53.65          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -7.848e+007           | -2.969e+007                                              | -7.448e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |                       |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |                       |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax          | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *              | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *              | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.3380      | 0.3380             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *              | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *              | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *              | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0842      | 0.0842             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *              | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0447      | 0.0447             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *              | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2516      | 0.2516             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *              | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2814      | 0.2814             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3                | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000                | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3380                | 0.3380                                                   | 0.3380         | 0.3380      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000                | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000                | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0842                | 0.0842                                                   | 0.0842         | 0.0842      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0447                | 0.0447                                                   | 0.0447         | 0.0447      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2516                | 0.2516                                                   | 0.2516         | 0.2516      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.2814                | 0.2814                                                   | 0.2814         | 0.2814      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS                | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000                | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3691                | 0.0000                                                   | 0.3691         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000                | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000                | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000                | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0489                | 0.0000                                                   | 0.0489         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2747                | 0.0000                                                   | 0.2747         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3073                | 0.0000                                                   | 0.3073         |             |                    |
| 64 |                                                                           |                       |                                                          |                |             |                    |
| 65 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |                       |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2               | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -4.158e+007           | 1.287e-008                                               | 1.287e-008     | -4.927e+007 | 4.002e+006         |
| 68 |                                                                           |                       |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     | Aspen HYSYS Version 9 |                                                          |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  |                                                                                   |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  | Company Name Not Available                                                        |                       | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  |  | Bedford, MA<br>USA    | Date/Time: Sat Nov 11 12:10:58 2017                      |                |                |            |
| 4  |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 5  |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 8  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                 |                       |                                                          |                |                |            |
| 9  |                                                                                   |                       |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 10 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 11 | Name                                                                              | Q-100                 |                                                          |                |                |            |
| 12 | Heat Flow                                                                         | (kJ/h)                | -1.331e+007                                              |                |                |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 14 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 15 | Operation Name                                                                    | Operation Type        | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                           | Gibbs Reactor         | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                   |                       | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                      | Gibbs Reactor         | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                   |                       | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 20 |                                                                                   |                       | Energy2                                                  |                |                |            |
| 21 | GBR-102                                                                           | Gibbs Reactor         | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                   |                       | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 23 | GBR-103                                                                           | Gibbs Reactor         | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                   |                       | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 25 | X-100                                                                             | Component Splitter    | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No             | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                   |                       | Energy5                                                  | BOTTOM         |                |            |
| 27 | SET-2                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                             | Compressor            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                   |                       | Energy6                                                  |                |                |            |
| 35 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             | Aspen HYSYS Version 9 |                                                          |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 13. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 500°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 500.0 *                                                  | 500.0          | 500.0       | 500.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1951         | 1422                                                     | 251.5          | 1363        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.500e+004 * | 2.198e+004                                               | 3021           | 3.448e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 39.76        | 45.52                                                    | 1.840          | 53.38       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 403.7        | -4.149e+007                                              | 1.829e+006     | -1.347e+008 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 500.0        | 500.0                                                    | 500.0          | 500.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1363         | 0.0000                                                   | 1363           | 0.0000      | 433.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.448e+004   | 0.0000                                                   | 3.448e+004     | 0.0000      | 1.250e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 53.38        | 0.0000                                                   | 53.38          | 0.0000      | 14.45              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.347e+008  | -0.0000                                                  | -1.347e+008    | -0.0000     | -3545              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 500.0                                                    | 101.6          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1254         | 109.1                                                    | 1254           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.251e+004   | 1965                                                     | 3.251e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 51.41        | 1.969                                                    | 51.41          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.318e+008  | -2.453e+007                                              | -1.286e+008    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1470      | 0.1470             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.3824      | 0.3824             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0800      | 0.0800             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.2005      | 0.2005             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.0606      | 0.0606             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.1295      | 0.1295             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.1470       | 0.1470                                                   | 0.1470         | 0.1470      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3824       | 0.3824                                                   | 0.3824         | 0.3824      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0800       | 0.0800                                                   | 0.0800         | 0.0800      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.2005       | 0.2005                                                   | 0.2005         | 0.2005      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0606       | 0.0606                                                   | 0.0606         | 0.0606      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.1295       | 0.1295                                                   | 0.1295         | 0.1295      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.1598       | 0.0000                                                   | 0.1598         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.4157       | 0.0000                                                   | 0.4157         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.2179       | 0.0000                                                   | 0.2179         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0658       | 0.0000                                                   | 0.0658         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.1408       | 0.0000                                                   | 0.1408         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -9.321e+007  | 6.094e-007                                               | -1.429e-003    | -2.159e+007 | 3.141e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|---------|------------|
| 1  |                                                                                   |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |         |            |
| 2  | Company Name Not Available                                                        |                       | Unit Set: SI                                             |                |         |            |
| 3  |  | Bedford, MA           | Date/Time: Sat Nov 11 12:46:17 2017                      |                |         |            |
| 4  |                                                                                   | USA                   |                                                          |                |         |            |
| 5  |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                          |                       |                                                          |                |         |            |
| 7  |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 8  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                 |                       |                                                          |                |         |            |
| 9  |                                                                                   |                       |                                                          | Fluid Pkg: All |         |            |
| 10 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 11 | Name                                                                              | Q-100                 |                                                          |                |         |            |
| 12 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -3.966e+007           |                                                          |                |         |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 14 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 15 | Operation Name                                                                    | Operation Type        | Feeds                                                    | Products       | Ignored | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                           | Gibbs Reactor         | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No      | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                   |                       | Q-100                                                    | Vapor1         |         |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                      | Gibbs Reactor         | Vapor1                                                   | Liquido2       | No      | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                   |                       | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |         |            |
| 20 |                                                                                   |                       | Energy2                                                  |                |         |            |
| 21 | GBR-102                                                                           | Gibbs Reactor         | Vapor2                                                   | Liquido3       | No      | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                   |                       | Energy3                                                  | Vapor3         |         |            |
| 23 | GBR-103                                                                           | Gibbs Reactor         | Vapor3                                                   | Liquido4       | No      | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                   |                       | Energy4                                                  | Vapor4         |         |            |
| 25 |                                                                                   |                       | Vapor4                                                   | SYNGAS         |         |            |
| 26 | X-100                                                                             | Component Splitter    | Energy5                                                  | BOTTOM         | No      | 500.0 *    |
| 27 | SET-2                                                                             | Set                   |                                                          |                | No      | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                             | Set                   |                                                          |                | No      | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                             | Set                   |                                                          |                | No      | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                             | Set                   |                                                          |                | No      | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                             | Set                   |                                                          |                | No      | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                             | Set                   |                                                          |                | No      | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                             | Compressor            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No      | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                   |                       | Energy6                                                  |                |         |            |
| 35 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 36 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 37 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 38 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 39 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 40 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 41 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 42 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 43 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 44 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 45 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 46 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 47 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 48 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 49 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 50 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 51 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 52 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 53 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 54 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 55 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 56 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 57 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 58 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 59 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 60 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 61 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 62 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 63 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 64 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 65 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 66 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 67 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 68 |                                                                                   |                       |                                                          |                |         |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             | Aspen HYSYS Version 9 | Page 2 of 2                                              |                |         |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0


## ANEXO 14. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 600°C


|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 12:46:56 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 600.0 *                                                  | 600.0          | 600.0       | 600.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1951         | 1422                                                     | 251.5          | 1549        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.500e+004 * | 2.198e+004                                               | 3021           | 3.448e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 39.76        | 45.52                                                    | 1.840          | 55.60       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 403.7        | -3.709e+007                                              | 2.325e+006     | -1.053e+008 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 600.0        | 600.0                                                    | 600.0          | 600.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1549         | 0.0000                                                   | 1549           | 0.0000      | 433.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.448e+004   | 0.0000                                                   | 3.448e+004     | 0.0000      | 1.250e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 55.60        | 0.0000                                                   | 55.60          | 0.0000      | 14.45              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.053e+008  | -0.0000                                                  | -1.053e+008    | -0.0000     | -3545              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 600.0                                                    | 106.1          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1450         | 99.47                                                    | 1450           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.269e+004   | 1792                                                     | 3.269e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 53.80        | 1.795                                                    | 53.80          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.115e+008  | -2.197e+007                                              | -1.078e+008    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0694      | 0.0694             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.3365      | 0.3365             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0642      | 0.0642             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1226      | 0.1226             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.1671      | 0.1671             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2402      | 0.2402             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0694       | 0.0694                                                   | 0.0694         | 0.0694      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3365       | 0.3365                                                   | 0.3365         | 0.3365      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0642       | 0.0642                                                   | 0.0642         | 0.0642      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.1226       | 0.1226                                                   | 0.1226         | 0.1226      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.1671       | 0.1671                                                   | 0.1671         | 0.1671      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.2402       | 0.2402                                                   | 0.2402         | 0.2402      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0741       | 0.0000                                                   | 0.0741         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3596       | 0.0000                                                   | 0.3596         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.1310       | 0.0000                                                   | 0.1310         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.1786       | 0.0000                                                   | 0.1786         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.2567       | 0.0000                                                   | 0.2567         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -6.821e+007  | -9.233e-008                                              | 1.379e-003     | -2.815e+007 | 3.650e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
|----|------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  |                                          |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  |                                          |                    | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  | Company Name Not Available               |                    | Date/Time: Sat Nov 11 12:46:56 2017                      |                |                |            |
| 4  | Bedford, MA                              |                    |                                                          |                |                |            |
| 5  | USA                                      |                    |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b> |                    |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 8  |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 9  | Energy Streams (continued)               |                    |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 10 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 11 | Name                                     | Q-100              |                                                          |                |                |            |
| 12 | Heat Flow                                | (kJ/h)             | -3.476e+007                                              |                |                |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 14 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 15 | Operation Name                           | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                  | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                          |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 18 | GASIFICACION                             | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                          |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 20 |                                          |                    | Energy2                                                  |                |                |            |
| 21 | GBR-102                                  | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 22 |                                          |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 23 | GBR-103                                  | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 24 |                                          |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 25 | X-100                                    | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No             | 500.0 *    |
| 26 |                                          |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |                |            |
| 27 | SET-2                                    | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                    | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                    | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                    | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                    | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                    | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                    | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 34 |                                          |                    | Energy6                                                  |                |                |            |
| 35 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                    |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 15. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 700°C

|    |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |                                                                                   |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  | Company Name Not Available                                                        |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |  | Bedford, MA  | Date/Time: Sat Nov 11 12:47:22 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                                   | USA          |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                                      |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>         |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                              | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                   | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *      | 700.0 *                                                  | 700.0          | 700.0       | 700.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1951         | 1422                                                     | 251.5          | 1718        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 2.500e+004 * | 2.198e+004                                               | 3021           | 3.448e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 39.76        | 45.52                                                    | 1.840          | 57.61       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | 403.7        | -3.262e+007                                              | 2.826e+006     | -7.775e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                              | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                   | 700.0        | 700.0                                                    | 700.0          | 700.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1718         | 0.0000                                                   | 1718           | 0.0000      | 433.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 3.448e+004   | 0.0000                                                   | 3.448e+004     | 0.0000      | 1.250e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 57.61        | 0.0000                                                   | 57.61          | 0.0000      | 14.45              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -7.775e+007  | -0.0000                                                  | -7.775e+007    | -0.0000     | -3545              |
| 27 | Name                                                                              | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *      | 700.0                                                    | 109.7          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1627         | 91.13                                                    | 1627           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 3.284e+004   | 1642                                                     | 3.284e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 55.96        | 1.645                                                    | 55.96          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -9.291e+007  | -1.976e+007                                              | -8.880e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>             |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                              | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0133      | 0.0133             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.3034      | 0.3034             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0530      | 0.0530             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0662      | 0.0662             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2443      | 0.2443             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3199      | 0.3199             |
| 46 | Name                                                                              | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0133       | 0.0133                                                   | 0.0133         | 0.0133      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.3034       | 0.3034                                                   | 0.3034         | 0.3034      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0530       | 0.0530                                                   | 0.0530         | 0.0530      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.0662       | 0.0662                                                   | 0.0662         | 0.0662      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.2443       | 0.2443                                                   | 0.2443         | 0.2443      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.3199       | 0.3199                                                   | 0.3199         | 0.3199      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                              | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0140       | 0.0000                                                   | 0.0140         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.3204       | 0.0000                                                   | 0.3204         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.0699       | 0.0000                                                   | 0.0699         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.2579       | 0.0000                                                   | 0.2579         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.3378       | 0.0000                                                   | 0.3378         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>           |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                              | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -4.513e+007  | -2.560e-008                                              | 2.357e-004     | -3.491e+007 | 4.114e+006         |
| 68 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |


|    |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  | Company Name Not Available                                                        |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  | Bedford, MA                                                                       |                    | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  | USA                                                                               |                    | Date/Time: Sat Nov 11 12:47:22 2017                      |                |                |            |
| 4  |  |                    |                                                          |                |                |            |
| 5  |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                          |                    |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 8  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                 |                    |                                                          |                |                |            |
| 9  |                                                                                   |                    |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 10 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 11 | Name                                                                              | Q-100              |                                                          |                |                |            |
| 12 | Heat Flow                                                                         | (kJ/h)             | -2.979e+007                                              |                |                |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 14 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 15 | Operation Name                                                                    | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                           | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                   |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                      | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                   |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 20 |                                                                                   |                    | Energy2                                                  |                |                |            |
| 21 | GBR-102                                                                           | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                   |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 23 | GBR-103                                                                           | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                   |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 25 | X-100                                                                             | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No             | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                   |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |                |            |
| 27 | SET-2                                                                             | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                             | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                             | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                             | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                             | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                             | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                             | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                   |                    | Energy6                                                  |                |                |            |
| 35 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                   |                    |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0



## ANEXO 16. Relación Biomasa/A. G (2) – Temperatura 800°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 12:47:52 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 800.0 *                                                  | 800.0          | 800.0       | 800.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1951         | 1422                                                     | 251.5          | 1760        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.500e+004 * | 2.198e+004                                               | 3021           | 3.448e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 39.76        | 45.52                                                    | 1.840          | 57.83       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 403.7        | -2.808e+007                                              | 3.332e+006     | -6.615e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 800.0        | 800.0                                                    | 800.0          | 800.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1760         | 0.0000                                                   | 1760           | 0.0000      | 433.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.448e+004   | 0.0000                                                   | 3.448e+004     | 0.0000      | 1.250e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 57.83        | 0.0000                                                   | 57.83          | 0.0000      | 14.45              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -6.615e+007  | -0.0000                                                  | -6.615e+007    | -0.0000     | -3545              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 800.0                                                    | 110.6          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1661         | 98.48                                                    | 1661           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.270e+004   | 1774                                                     | 3.270e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 56.05        | 1.778                                                    | 56.05          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -8.570e+007  | -2.095e+007                                              | -8.149e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0012      | 0.0012             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2962      | 0.2962             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0560      | 0.0560             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0487      | 0.0487             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2662      | 0.2662             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3317      | 0.3317             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0012       | 0.0012                                                   | 0.0012         | 0.0012      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2962       | 0.2962                                                   | 0.2962         | 0.2962      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0560       | 0.0560                                                   | 0.0560         | 0.0560      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0487       | 0.0487                                                   | 0.0487         | 0.0487      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2662       | 0.2662                                                   | 0.2662         | 0.2662      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3317       | 0.3317                                                   | 0.3317         | 0.3317      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0013       | 0.0000                                                   | 0.0013         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3138       | 0.0000                                                   | 0.3138         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0515       | 0.0000                                                   | 0.0515         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2820       | 0.0000                                                   | 0.2820         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3514       | 0.0000                                                   | 0.3514         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -3.807e+007  | 0.0000                                                   | 1.796e-006     | -4.049e+007 | 4.204e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|---------|------------|
| 1  |                                                                                                                                    |                                     | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |         |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                                     | Unit Set: SI                                             |                |         |            |
| 3  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA | Date/Time: Sat Nov 11 12:47:52 2017 |                                                          |                |         |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                                     |                                                          |                |         |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 8  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                                                                         |                                     |                                                          | Fluid Pkg: All |         |            |
| 10 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100                               |                                                          |                |         |            |
| 12 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -2.475e+007                         |                                                          |                |         |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type                      | Feeds                                                    | Products       | Ignored | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No      | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                                     | Q-100                                                    | Vapor1         |         |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor                       | Vapor1                                                   | Liquido2       | No      | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                                     | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |         |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                                     | Energy2                                                  |                |         |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Vapor2                                                   | Liquido3       | No      | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                                     | Energy3                                                  | Vapor3         |         |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Vapor3                                                   | Liquido4       | No      | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                                     | Energy4                                                  | Vapor4         |         |            |
| 25 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter                  | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No      | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                                                                    |                                     | Energy5                                                  | BOTTOM         |         |            |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No      | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No      | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No      | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No      | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No      | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No      | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor                          | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No      | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                                     | Energy6                                                  |                |         |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |         |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              | Aspen HYSYS Version 9               | Page 2 of 2                                              |                |         |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 17. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 900°C


|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 12:48:22 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 900.0 *                                                  | 900.0 *        | 900.0       | 900.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1951         | 1422                                                     | 251.5          | 1764        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.500e+004 * | 2.198e+004                                               | 3021           | 3.448e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 39.76        | 45.52                                                    | 1.840          | 57.53       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 403.7        | -2.348e+007                                              | 3.843e+006     | -5.923e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 900.0        | 900.0                                                    | 900.0          | 900.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1764         | 0.0000                                                   | 1764           | 0.0000      | 433.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.448e+004   | 0.0000                                                   | 3.448e+004     | 0.0000      | 1.250e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 57.53        | 0.0000                                                   | 57.53          | 0.0000      | 14.45              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -5.923e+007  | -0.0000                                                  | -5.923e+007    | -0.0000     | -3545              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 900.0                                                    | 110.9          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1653         | 110.2                                                    | 1653           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.249e+004   | 1985                                                     | 3.249e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 55.54        | 1.989                                                    | 55.54          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -8.192e+007  | -2.296e+007                                              | -7.773e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0001      | 0.0001             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2956      | 0.2956             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0625      | 0.0625             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0408      | 0.0408             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2744      | 0.2744             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3265      | 0.3265             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0001       | 0.0001                                                   | 0.0001         | 0.0001      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2956       | 0.2956                                                   | 0.2956         | 0.2956      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0625       | 0.0625                                                   | 0.0625         | 0.0625      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0408       | 0.0408                                                   | 0.0408         | 0.0408      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2744       | 0.2744                                                   | 0.2744         | 0.2744      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3265       | 0.3265                                                   | 0.3265         | 0.3265      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0001       | 0.0000                                                   | 0.0001         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3153       | 0.0000                                                   | 0.3153         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0436       | 0.0000                                                   | 0.0436         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2927       | 0.0000                                                   | 0.2927         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3483       | 0.0000                                                   | 0.3483         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -3.575e+007  | 0.0000                                                   | 2.628e-008     | -4.564e+007 | 4.186e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|---------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |         |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |             |         |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 12:48:22 2017                      |                |             |         |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 5  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |             |         |
| 7  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 8  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                                                                  |                    |                                                          |                |             |         |
| 9  |                                                                                                                                    |                    |                                                          | Fluid Pkg: All |             |         |
| 10 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |             |         |
| 12 | Heat Flow                                                                                                                          | (kJ/h)             | -1.964e+007                                              |                |             |         |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 14 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored     |         |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          |         |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |             | 500.0 * |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          |         |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             | 500.0 * |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |             |         |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          |         |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |             | 500.0 * |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          |         |
| 24 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |             | 500.0 * |
| 25 |                                                                                                                                    |                    | Vapor4                                                   | SYNGAS         |             |         |
| 26 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Energy5                                                  | BOTTOM         | No          |         |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          |         |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          |         |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          |         |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          |         |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          |         |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          |         |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          |         |
| 34 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |             | 500.0 * |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |         |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 18. Relación Biomasa/A. G (2) - Temperatura 1000°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 12:48:47 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 1000 *                                                   | 1000           | 1000        | 1000               |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1951         | 1422                                                     | 251.5          | 1764        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.500e+004 * | 2.198e+004                                               | 3021           | 3.448e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 39.76        | 45.52                                                    | 1.840          | 57.25       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 403.7        | -1.883e+007                                              | 4.359e+006     | -5.277e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 1000         | 1000                                                     | 1000           | 1000        | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1764         | 0.0000                                                   | 1764           | 0.0000      | 433.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.448e+004   | 0.0000                                                   | 3.448e+004     | 0.0000      | 1.250e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 57.25        | 0.0000                                                   | 57.25          | 0.0000      | 14.45              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -5.277e+007  | -0.0000                                                  | -5.277e+007    | -0.0000     | -3545              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 1000                                                     | 111.1          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1644         | 119.9                                                    | 1644           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.232e+004   | 2160                                                     | 3.232e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 55.08        | 2.164                                                    | 55.08          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -7.912e+007  | -2.446e+007                                              | -7.495e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2955      | 0.2955             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0680      | 0.0680             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0352      | 0.0352             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2801      | 0.2801             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3212      | 0.3212             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2955       | 0.2955                                                   | 0.2955         | 0.2955      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0680       | 0.0680                                                   | 0.0680         | 0.0680      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0352       | 0.0352                                                   | 0.0352         | 0.0352      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2801       | 0.2801                                                   | 0.2801         | 0.2801      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3212       | 0.3212                                                   | 0.3212         | 0.3212      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3171       | 0.0000                                                   | 0.3171         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0378       | 0.0000                                                   | 0.0378         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3005       | 0.0000                                                   | 0.3005         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3446       | 0.0000                                                   | 0.3446         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -3.394e+007  | -1.314e-008                                              | 1.314e-008     | -5.081e+007 | 4.163e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|----------------|
| 1  |                                                                                   |                            | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                |
| 2  |                                                                                   |                            | Unit Set: SI                                             |                |             |                |
| 3  |  | Company Name Not Available | Date/Time: Sat Nov 11 12:48:47 2017                      |                |             |                |
| 4  |                                                                                   | Bedford, MA                |                                                          |                |             |                |
| 5  |                                                                                   | USA                        |                                                          |                |             |                |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                          |                            |                                                          |                |             |                |
| 7  |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 8  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                 |                            |                                                          |                |             |                |
| 9  |                                                                                   |                            |                                                          |                |             | Fluid Pkg: All |
| 10 | Name                                                                              | Q-100                      |                                                          |                |             |                |
| 11 | Heat Flow                                                                         | (kJ/h)                     | -1.447e+007                                              |                |             |                |
| 12 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 14 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 15 | Operation Name                                                                    | Operation Type             | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level     |
| 16 | GBR-100                                                                           | Gibbs Reactor              | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *        |
| 17 |                                                                                   |                            | Q-100                                                    | Vapor1         |             |                |
| 18 | GASIFICACION                                                                      | Gibbs Reactor              | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *        |
| 19 |                                                                                   |                            | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |                |
| 20 |                                                                                   |                            | Energy2                                                  |                |             |                |
| 21 | GBR-102                                                                           | Gibbs Reactor              | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *        |
| 22 |                                                                                   |                            | Energy3                                                  | Vapor3         |             |                |
| 23 | GBR-103                                                                           | Gibbs Reactor              | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *        |
| 24 |                                                                                   |                            | Energy4                                                  | Vapor4         |             |                |
| 25 | X-100                                                                             | Component Splitter         | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *        |
| 26 |                                                                                   |                            | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |                |
| 27 | SET-2                                                                             | Set                        |                                                          |                | No          | 500.0 *        |
| 28 | SET-3                                                                             | Set                        |                                                          |                | No          | 500.0 *        |
| 29 | SET-4                                                                             | Set                        |                                                          |                | No          | 500.0 *        |
| 30 | SET-5                                                                             | Set                        |                                                          |                | No          | 500.0 *        |
| 31 | SET-6                                                                             | Set                        |                                                          |                | No          | 500.0 *        |
| 32 | SET-7                                                                             | Set                        |                                                          |                | No          | 500.0 *        |
| 33 | K-100                                                                             | Compressor                 | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *        |
| 34 |                                                                                   |                            | Energy6                                                  |                |             |                |
| 35 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 36 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 37 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 38 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 39 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 40 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 41 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 42 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 43 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 44 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 45 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 46 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 47 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 48 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 49 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 50 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 51 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 52 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 53 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 54 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 55 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 56 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 57 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 58 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 59 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 60 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 61 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 62 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 63 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 64 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 65 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 66 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 67 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 68 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             |                            | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |                |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 19. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 500°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |                                                                           |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  | Company Name Not Available                                                |              |                                                          |                |             |                    |
| 3  |                                                                           | Bedford, MA  | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 4  |                                                                           | USA          | Date/Time: Sat Nov 11 13:02:19 2017                      |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 500.0 *                                                  | 500.0          | 500.0       | 500.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2029         | 1479                                                     | 261.6          | 1322        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.600e+004 * | 2.286e+004                                               | 3142           | 3.326e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 41.35        | 47.34                                                    | 1.913          | 52.46       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 419.8        | -4.315e+007                                              | 1.902e+006     | -1.344e+008 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 500.0        | 500.0                                                    | 500.0          | 500.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1322         | 0.0000                                                   | 1322           | 0.0000      | 360.5              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.326e+004   | 0.0000                                                   | 3.326e+004     | 0.0000      | 1.040e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 52.46        | 0.0000                                                   | 52.46          | 0.0000      | 12.02              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.344e+008  | -0.0000                                                  | -1.344e+008    | -0.0000     | -2950              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 500.0                                                    | 101.1          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1221         | 100.8                                                    | 1221           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.144e+004   | 1816                                                     | 3.144e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 50.64        | 1.819                                                    | 50.64          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.330e+008  | -2.266e+007                                              | -1.299e+008    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1671      | 0.1671             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.3563      | 0.3563             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0763      | 0.0763             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.2054      | 0.2054             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.0652      | 0.0652             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.1297      | 0.1297             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.1671       | 0.1671                                                   | 0.1671         | 0.1671      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3563       | 0.3563                                                   | 0.3563         | 0.3563      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0763       | 0.0763                                                   | 0.0763         | 0.0763      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.2054       | 0.2054                                                   | 0.2054         | 0.2054      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0652       | 0.0652                                                   | 0.0652         | 0.0652      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.1297       | 0.1297                                                   | 0.1297         | 0.1297      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.1809       | 0.0000                                                   | 0.1809         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3857       | 0.0000                                                   | 0.3857         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.2223       | 0.0000                                                   | 0.2223         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0706       | 0.0000                                                   | 0.0706         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.1405       | 0.0000                                                   | 0.1405         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -9.121e+007  | 5.908e-007                                               | -1.335e-003    | -2.127e+007 | 3.056e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |


|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |             |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 13:02:19 2017                      |                |             |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |             |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 8  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                                                                         |                    |                                                          | Fluid Pkg: All |             |            |
| 10 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |             |            |
| 12 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -4.125e+007        |                                                          |                |             |            |
| 13 | Unit Ops                                                                                                                           |                    |                                                          |                |             |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |             |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |
| 25 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                                                                    |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |            |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |             |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0



## ANEXO 20. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 600°C


|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 13:03:08 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 600.0 *                                                  | 600.0          | 600.0       | 600.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2029         | 1479                                                     | 261.6          | 151.3       | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.600e+004 * | 2.286e+004                                               | 3142           | 3.326e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 41.35        | 47.34                                                    | 1.913          | 54.70       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 419.8        | -3.857e+007                                              | 2.418e+006     | -1.043e+008 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 600.0        | 600.0                                                    | 600.0          | 600.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1513         | 0.0000                                                   | 1513           | 0.0000      | 360.5              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.326e+004   | 0.0000                                                   | 3.326e+004     | 0.0000      | 1.040e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 54.70        | 0.0000                                                   | 54.70          | 0.0000      | 12.02              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.043e+008  | -0.0000                                                  | -1.043e+008    | -0.0000     | -2950              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 600.0                                                    | 105.9          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1421         | 92.44                                                    | 1421           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.159e+004   | 1665                                                     | 3.159e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 53.03        | 1.669                                                    | 53.03          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.117e+008  | -2.042e+007                                              | -1.081e+008    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0827      | 0.0827             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.3112      | 0.3112             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0611      | 0.0611             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1217      | 0.1217             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.1780      | 0.1780             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2453      | 0.2453             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0827       | 0.0827                                                   | 0.0827         | 0.0827      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3112       | 0.3112                                                   | 0.3112         | 0.3112      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0611       | 0.0611                                                   | 0.0611         | 0.0611      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.1217       | 0.1217                                                   | 0.1217         | 0.1217      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.1780       | 0.1780                                                   | 0.1780         | 0.1780      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.2453       | 0.2453                                                   | 0.2453         | 0.2453      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0881       | 0.0000                                                   | 0.0881         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3315       | 0.0000                                                   | 0.3315         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.1296       | 0.0000                                                   | 0.1296         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.1896       | 0.0000                                                   | 0.1896         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.2613       | 0.0000                                                   | 0.2613         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -6.570e+007  | -1.353e-007                                              | 1.633e-003     | -2.780e+007 | 3.576e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|
| 1  |                                                                                                      |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |
| 2  | Company Name Not Available                                                                           |                    | Unit Set: SI                                             |                |             |            |
| 3  |  Bedford, MA<br>USA |                    | Date/Time: Sat Nov 11 13:03:08 2017                      |                |             |            |
| 4  |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 5  |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                             |                    |                                                          |                |             |            |
| 7  |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 8  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 9  |                                                                                                      |                    |                                                          |                | Fluid Pkg:  | All        |
| 10 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 11 | Name                                                                                                 | Q-100              |                                                          |                |             |            |
| 12 | Heat Flow                                                                                            | (kJ/h)             | -3.616e+007                                              |                |             |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 14 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 15 | Operation Name                                                                                       | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                              | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                      |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                         | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                      |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |
| 20 |                                                                                                      |                    | Energy2                                                  |                |             |            |
| 21 | GBR-102                                                                                              | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                      |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |
| 23 | GBR-103                                                                                              | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                      |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |
| 25 | X-100                                                                                                | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                                      |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |            |
| 27 | SET-2                                                                                                | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                      |                    | Energy6                                                  |                |             |            |
| 35 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 36 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 37 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 38 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 39 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 40 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 41 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 42 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 43 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 44 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 45 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 46 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 47 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 48 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 49 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 50 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 51 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 52 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 53 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 54 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 55 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 56 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 57 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 58 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 59 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 60 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 61 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 62 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 63 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 64 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 65 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 66 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 67 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 68 |                                                                                                      |                    |                                                          |                |             |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 21. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 700°C


|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 13:03:36 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 700.0 *                                                  | 700.0          | 700.0       | 700.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2029         | 1479                                                     | 261.6          | 1701        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.600e+004 * | 2.286e+004                                               | 3142           | 3.326e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 41.35        | 47.34                                                    | 1.913          | 57.01       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 419.8        | -3.392e+007                                              | 2.939e+006     | -7.453e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 700.0        | 700.0                                                    | 700.0          | 700.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1701         | 0.0000                                                   | 1701           | 0.0000      | 360.5              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.326e+004   | 0.0000                                                   | 3.326e+004     | 0.0000      | 1.040e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 57.01        | 0.0000                                                   | 57.01          | 0.0000      | 12.02              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -7.453e+007  | -0.0000                                                  | -7.453e+007    | -0.0000     | -2950              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 700.0                                                    | 109.8          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1620         | 80.40                                                    | 1620           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.181e+004   | 1448                                                     | 3.181e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 55.55        | 1.451                                                    | 55.55          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -9.186e+007  | -1.743e+007                                              | -8.776e+007    |             |                    |
| 35 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0185      | 0.0185             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2769      | 0.2769             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0473      | 0.0473             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0602      | 0.0602             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2615      | 0.2615             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3356      | 0.3356             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0185       | 0.0185                                                   | 0.0185         | 0.0185      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2769       | 0.2769                                                   | 0.2769         | 0.2769      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0473       | 0.0473                                                   | 0.0473         | 0.0473      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0602       | 0.0602                                                   | 0.0602         | 0.0602      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2615       | 0.2615                                                   | 0.2615         | 0.2615      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3356       | 0.3356                                                   | 0.3356         | 0.3356      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0194       | 0.0000                                                   | 0.0194         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2907       | 0.0000                                                   | 0.2907         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0632       | 0.0000                                                   | 0.0632         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2745       | 0.0000                                                   | 0.2745         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3523       | 0.0000                                                   | 0.3523         |             |                    |
| 64 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -4.061e+007  | -5.068e-008                                              | 4.085e-004     | -3.476e+007 | ---                |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |             |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 13:03:36 2017                      |                |             |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |             |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 8  | Energy Streams (continued) <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                       |                    |                                                          |                |             |            |
| 9  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 10 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |             |            |
| 12 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -3.098e+007        |                                                          |                |             |            |
| 13 | Unit Ops                                                                                                                           |                    |                                                          |                |             |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |             |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |
| 25 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                                                                    |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |            |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |             |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 22. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 800°C


|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 13:04:05 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 800.0 *                                                  | 800.0          | 800.0       | 800.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2029         | 1479                                                     | 261.6          | 1757        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.600e+004 * | 2.286e+004                                               | 3142           | 3.326e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 41.35        | 47.34                                                    | 1.913          | 57.53       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 419.8        | -2.920e+007                                              | 3.465e+006     | -6.127e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 800.0        | 800.0                                                    | 800.0          | 800.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1757         | 0.0000                                                   | 1757           | 0.0000      | 360.5              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.326e+004   | 0.0000                                                   | 3.326e+004     | 0.0000      | 1.040e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 57.53        | 0.0000                                                   | 57.53          | 0.0000      | 12.02              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -6.127e+007  | -0.0000                                                  | -6.127e+007    | -0.0000     | -2950              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 800.0                                                    | 111.0          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1674         | 82.65                                                    | 1674           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.177e+004   | 1489                                                     | 3.177e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 56.03        | 1.492                                                    | 56.03          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -8.429e+007  | -1.758e+007                                              | -8.005e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0019      | 0.0019             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2681      | 0.2681             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0471      | 0.0471             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0411      | 0.0411             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2864      | 0.2864             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3555      | 0.3555             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0019       | 0.0019                                                   | 0.0019         | 0.0019      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2681       | 0.2681                                                   | 0.2681         | 0.2681      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0471       | 0.0471                                                   | 0.0471         | 0.0471      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0411       | 0.0411                                                   | 0.0411         | 0.0411      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2864       | 0.2864                                                   | 0.2864         | 0.2864      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3555       | 0.3555                                                   | 0.3555         | 0.3555      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0020       | 0.0000                                                   | 0.0020         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2813       | 0.0000                                                   | 0.2813         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0431       | 0.0000                                                   | 0.0431         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3005       | 0.0000                                                   | 0.3005         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3731       | 0.0000                                                   | 0.3731         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -3.206e+007  | -1.309e-008                                              | 4.620e-006     | -4.060e+007 | 4.238e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|----------------|
| 1  |                                                                                   |                            | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                |
| 2  |                                                                                   |                            | Unit Set: SI                                             |                |             |                |
| 3  |  | Company Name Not Available |                                                          |                |             |                |
| 4  |                                                                                   | Bedford, MA                |                                                          |                |             |                |
| 5  |                                                                                   | USA                        | Date/Time: Sat Nov 11 13:04:05 2017                      |                |             |                |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                          |                            |                                                          |                |             |                |
| 7  |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 8  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                 |                            |                                                          |                |             |                |
| 9  |                                                                                   |                            |                                                          |                |             | Fluid Pkg: All |
| 10 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 11 | Name                                                                              | Q-100                      |                                                          |                |             |                |
| 12 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -2.574e+007                |                                                          |                |             |                |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 14 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 15 | Operation Name                                                                    | Operation Type             | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level     |
| 16 | GBR-100                                                                           | Gibbs Reactor              | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *        |
| 17 |                                                                                   |                            | Q-100                                                    | Vapor1         |             |                |
| 18 | GASIFICACION                                                                      | Gibbs Reactor              | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *        |
| 19 |                                                                                   |                            | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |                |
| 20 |                                                                                   |                            | Energy2                                                  |                |             |                |
| 21 | GBR-102                                                                           | Gibbs Reactor              | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *        |
| 22 |                                                                                   |                            | Energy3                                                  | Vapor3         |             |                |
| 23 | GBR-103                                                                           | Gibbs Reactor              | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *        |
| 24 |                                                                                   |                            | Energy4                                                  | Vapor4         |             |                |
| 25 | X-100                                                                             | Component Splitter         | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *        |
| 26 |                                                                                   |                            | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |                |
| 27 | SET-2                                                                             | Set                        |                                                          |                | No          | 500.0 *        |
| 28 | SET-3                                                                             | Set                        |                                                          |                | No          | 500.0 *        |
| 29 | SET-4                                                                             | Set                        |                                                          |                | No          | 500.0 *        |
| 30 | SET-5                                                                             | Set                        |                                                          |                | No          | 500.0 *        |
| 31 | SET-6                                                                             | Set                        |                                                          |                | No          | 500.0 *        |
| 32 | SET-7                                                                             | Set                        |                                                          |                | No          | 500.0 *        |
| 33 | K-100                                                                             | Compressor                 | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *        |
| 34 |                                                                                   |                            | Energy6                                                  |                |             |                |
| 35 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 36 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 37 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 38 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 39 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 40 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 41 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 42 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 43 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 44 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 45 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 46 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 47 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 48 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 49 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 50 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 51 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 52 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 53 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 54 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 55 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 56 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 57 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 58 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 59 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 60 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 61 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 62 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 63 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 64 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 65 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 66 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 67 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 68 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             |                            | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |                |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 23. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 900°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 13:04:33 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  | Workbook: Case (Main)                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 900.0 *                                                  | 900.0          | 900.0       | 900.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2029         | 1479                                                     | 261.6          | 1763        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.600e+004 * | 2.286e+004                                               | 3142           | 3.326e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 41.35        | 47.34                                                    | 1.913          | 57.32       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 419.8        | -2.442e+007                                              | 3.997e+006     | -5.420e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 900.0        | 900.0                                                    | 900.0          | 900.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1763         | 0.0000                                                   | 1763           | 0.0000      | 360.5              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.326e+004   | 0.0000                                                   | 3.326e+004     | 0.0000      | 1.040e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 57.32        | 0.0000                                                   | 57.32          | 0.0000      | 12.02              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -5.420e+007  | -0.0000                                                  | -5.420e+007    | -0.0000     | -2950              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 900.0                                                    | 111.3          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1671         | 92.02                                                    | 1671           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.160e+004   | 1658                                                     | 3.160e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 55.66        | 1.661                                                    | 55.66          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -8.089e+007  | -1.918e+007                                              | -7.666e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0002      | 0.0002             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2672      | 0.2672             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0522      | 0.0522             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0339      | 0.0339             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2941      | 0.2941             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3524      | 0.3524             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0002       | 0.0002                                                   | 0.0002         | 0.0002      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2672       | 0.2672                                                   | 0.2672         | 0.2672      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0522       | 0.0522                                                   | 0.0522         | 0.0522      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0339       | 0.0339                                                   | 0.0339         | 0.0339      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2941       | 0.2941                                                   | 0.2941         | 0.2941      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3524       | 0.3524                                                   | 0.3524         | 0.3524      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0002       | 0.0000                                                   | 0.0002         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2819       | 0.0000                                                   | 0.2819         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0358       | 0.0000                                                   | 0.0358         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3103       | 0.0000                                                   | 0.3103         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3718       | 0.0000                                                   | 0.3718         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -2.978e+007  | -3.283e-008                                              | 1.313e-008     | -4.587e+007 | 4.231e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |


|    |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  | Company Name Not Available                                                        |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  | Bedford, MA                                                                       |                       | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  | USA                                                                               |                       | Date/Time: Sat Nov 11 13:04:33 2017                      |                |                |            |
| 4  |  |                       |                                                          |                |                |            |
| 5  |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 8  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                 |                       |                                                          |                |                |            |
| 9  |                                                                                   |                       |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 10 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 11 | Name                                                                              | Q-100                 |                                                          |                |                |            |
| 12 | Heat Flow                                                                         | (kJ/h)                | -2.042e+007                                              |                |                |            |
| 13 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 14 | <b>Unit Ops</b>                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 15 | Operation Name                                                                    | Operation Type        | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                           | Gibbs Reactor         | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                   |                       | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                      | Gibbs Reactor         | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                   |                       | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 20 |                                                                                   |                       | Energy2                                                  |                |                |            |
| 21 | GBR-102                                                                           | Gibbs Reactor         | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                   |                       | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 23 | GBR-103                                                                           | Gibbs Reactor         | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                   |                       | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 25 | X-100                                                                             | Component Splitter    | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No             | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                   |                       | Energy5                                                  | BOTTOM         |                |            |
| 27 | SET-2                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                             | Compressor            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                   |                       | Energy6                                                  |                |                |            |
| 35 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             | Aspen HYSYS Version 9 |                                                          | Page 2 of 2    |                |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0



## ANEXO 24. Relación Biomasa/A. G (2.5) - Temperatura 1000°C


|    |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |                                                                                   |                            | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                                   |                            | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |  | Company Name Not Available | Date/Time: Sat Nov 11 13:05:10 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                                   | Bedford, MA<br>USA         |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                                      |                            |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>         |                            |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                              | Arundo Donax               | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                   | 0.5860                     | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *                    | 1000 *                                                   | 1000           | 1000        | 1000               |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3 *                    | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 2029                       | 1479                                                     | 261.6          | 1763        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 2.600e+004 *               | 2.286e+004                                               | 3142           | 3.326e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 41.35                      | 47.34                                                    | 1.913          | 57.08       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | 419.8                      | -1.958e+007                                              | 4.534e+006     | -4.781e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                              | Vapor3                     | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000                     | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                   | 1000                       | 1000                                                     | 1000           | 1000        | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3                      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1763                       | 0.0000                                                   | 1763           | 0.0000      | 360.5              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 3.326e+004                 | 0.0000                                                   | 3.326e+004     | 0.0000      | 1.040e+004 *       |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 57.08                      | 0.0000                                                   | 57.08          | 0.0000      | 12.02              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -4.781e+007                | -0.0000                                                  | -4.781e+007    | -0.0000     | -2950              |
| 27 | Name                                                                              | SYNGAS                     | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000                     | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *                    | 1000                                                     | 111.4          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3                      | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1663                       | 100.3                                                    | 1663           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 3.145e+004                 | 1806                                                     | 3.145e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 55.27                      | 1.810                                                    | 55.27          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -7.848e+007                | -2.046e+007                                              | -7.427e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>             |                            |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                              | Arundo Donax               | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0000 *                   | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.0917 *                   | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2671      | 0.2671             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.1425 *                   | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.4140 *                   | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000 *                   | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0569      | 0.0569             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.0000 *                   | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0290      | 0.0290             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.0000 *                   | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2990      | 0.2990             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.3518 *                   | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3480      | 0.3480             |
| 46 | Name                                                                              | Vapor3                     | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0000                     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.2671                     | 0.2671                                                   | 0.2671         | 0.2671      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000                     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000                     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0569                     | 0.0569                                                   | 0.0569         | 0.0569      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.0290                     | 0.0290                                                   | 0.0290         | 0.0290      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.2990                     | 0.2990                                                   | 0.2990         | 0.2990      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.3480                     | 0.3480                                                   | 0.3480         | 0.3480      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                              | SYNGAS                     | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0000                     | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.2832                     | 0.0000                                                   | 0.2832         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000                     | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000                     | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000                     | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.0308                     | 0.0000                                                   | 0.0308         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.3171                     | 0.0000                                                   | 0.3171         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.3689                     | 0.0000                                                   | 0.3689         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>           |                            |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                              | Energy2                    | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -2.823e+007                | 1.314e-008                                               | -2.627e-008    | -5.113e+007 | 4.212e+006         |
| 68 |                                                                                   |                            |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             |                            | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 13:05:10 2017                      |                |                |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 5  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                                                                  |                    |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 8  | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |                |            |
| 9  | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -1.505e+007        |                                                          |                |                |            |
| 10 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 11 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 12 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 13 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                    | Vapor1                                                   | Liquido2       |                |            |
| 15 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Agente Gasificante                                       | Vapor2         | No             | 500.0 *    |
| 16 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |                |            |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Vapor2                                                   | Liquido3       |                |            |
| 18 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Energy3                                                  | Vapor3         | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Vapor3                                                   | Liquido4       |                |            |
| 20 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Energy4                                                  | Vapor4         | No             | 500.0 *    |
| 21 |                                                                                                                                    |                    | Vapor4                                                   | SYNGAS         |                |            |
| 22 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Energy5                                                  | BOTTOM         | No             | 500.0 *    |
| 23 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 24 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 25 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 26 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 27 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 |                                                                                                                                    |                    | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido |                |            |
| 30 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | Energy6                                                  |                | No             | 500.0 *    |
| 31 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 32 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 33 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 34 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0


## ANEXO 25. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 500°C

|    |                                                                           |                    |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |                                                                           |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  | Company Name Not Available                                                |                    |                                                          |                |             |                    |
| 3  | <b>aspentech</b>                                                          | Bedford, MA<br>USA | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |                    | Date/Time: Sat Nov 11 13:33:00 2017                      |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |                    |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |                    |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |                    |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |                    |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |                    |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |                    |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax       | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860             | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *            | 500.0 *                                                  | 500.0          | 500.0       | 500.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *            | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2029               | 1479                                                     | 261.6          | 1177        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.600e+004 *       | 2.286e+004                                               | 3142           | 2.936e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 41.35              | 47.34                                                    | 1.913          | 47.85       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 419.8              | -4.315e+007                                              | 1.902e+006     | -1.258e+008 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3             | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000             | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 500.0              | 500.0                                                    | 500.0          | 500.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3              | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1177               | 0.0000                                                   | 1177           | 0.0000      | 225.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.936e+004         | 0.0000                                                   | 2.936e+004     | 0.0000      | 6500 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 47.85              | 0.0000                                                   | 47.85          | 0.0000      | 7.514              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.258e+008        | -0.0000                                                  | -1.258e+008    | -0.0000     | -1844              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS             | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000             | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *            | 500.0                                                    | 100.1          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3              | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1095               | 82.38                                                    | 1095           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.787e+004         | 1484                                                     | 2.787e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 46.36              | 1.487                                                    | 46.36          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.268e+008        | -1.852e+007                                              | -1.240e+008    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |                    |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |                    |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax       | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *           | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.2036      | 0.2036             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *           | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.3093      | 0.3093             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *           | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *           | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *           | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0700      | 0.0700             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *           | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.2140      | 0.2140             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *           | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.0738      | 0.0738             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *           | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.1293      | 0.1293             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3             | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.2036             | 0.2036                                                   | 0.2036         | 0.2036      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3093             | 0.3093                                                   | 0.3093         | 0.3093      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000             | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000             | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0700             | 0.0700                                                   | 0.0700         | 0.0700      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.2140             | 0.2140                                                   | 0.2140         | 0.2140      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0738             | 0.0738                                                   | 0.0738         | 0.0738      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.1293             | 0.1293                                                   | 0.1293         | 0.1293      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS             | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.2189             | 0.0000                                                   | 0.2189         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.3326             | 0.0000                                                   | 0.3326         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000             | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000             | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000             | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.2301             | 0.0000                                                   | 0.2301         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0794             | 0.0000                                                   | 0.0794         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.1390             | 0.0000                                                   | 0.1390         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |                    |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |                    |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2            | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -8.265e+007        | 5.964e-007                                               | -1.066e-003    | -1.950e+007 | 2.738e+006         |
| 68 |                                                                           |                    |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                       | Unit Set: SI                                             |                |             |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                       | Date/Time: Sat Nov 11 13:33:00 2017                      |                |             |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                       |                                                          |                |             |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 8  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                                                                         |                       |                                                          |                | Fluid Pkg:  | All        |
| 10 | Name                                                                                                                               | Q-100                 |                                                          |                |             |            |
| 11 | Heat Flow                                                                                                                          | (kJ/h)                | -4.125e+007                                              |                |             |            |
| 12 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type        | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                       | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |
| 18 |                                                                                                                                    |                       | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |
| 19 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor         | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                       | Energy2                                                  |                |             |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                       | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                       | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |
| 25 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter    | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                                                                    |                       | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |            |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                       | Energy6                                                  |                |             |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              | Aspen HYSYS Version 9 |                                                          |                | Page 2 of 2 |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 26. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 600°C


|    |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |                                                                                   |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  | Company Name Not Available                                                        |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |  | Bedford, MA  | Date/Time: Sat Nov 11 13:33:33 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                                   | USA          |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | Workbook: Case (Main)                                                             |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | Material Streams                                                                  |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                                   |              |                                                          |                |             | Fluid Pkg: All     |
| 11 | Name                                                                              | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                   | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *      | 600.0 *                                                  | 600.0          | 600.0       | 600.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 2029         | 1479                                                     | 261.6          | 1363        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 2.600e+004 * | 2.286e+004                                               | 3142           | 2.936e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 41.35        | 47.34                                                    | 1.913          | 49.96       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | 419.8        | -3.857e+007                                              | 2.418e+006     | -9.671e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                              | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                   | 600.0        | 600.0                                                    | 600.0          | 600.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1363         | 0.0000                                                   | 1363           | 0.0000      | 225.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 2.936e+004   | 0.0000                                                   | 2.936e+004     | 0.0000      | 6500 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 49.96        | 0.0000                                                   | 49.96          | 0.0000      | 7.514              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -9.671e+007  | -0.0000                                                  | -9.671e+007    | -0.0000     | -1844              |
| 27 | Name                                                                              | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *      | 600.0                                                    | 105.4          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1287         | 76.89                                                    | 1287           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 2.797e+004   | 1385                                                     | 2.797e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 48.57        | 1.388                                                    | 48.57          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -1.053e+008  | -1.698e+007                                              | -1.020e+008    |             |                    |
| 35 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 | Compositions                                                                      |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                              | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1075      | 0.1075             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2671      | 0.2671             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0564      | 0.0564             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1205      | 0.1205             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.1963      | 0.1963             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2523      | 0.2523             |
| 46 | Name                                                                              | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.1075       | 0.1075                                                   | 0.1075         | 0.1075      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.2671       | 0.2671                                                   | 0.2671         | 0.2671      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0564       | 0.0564                                                   | 0.0564         | 0.0564      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.1205       | 0.1205                                                   | 0.1205         | 0.1205      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.1963       | 0.1963                                                   | 0.1963         | 0.1963      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.2523       | 0.2523                                                   | 0.2523         | 0.2523      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                              | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.1139       | 0.0000                                                   | 0.1139         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.2830       | 0.0000                                                   | 0.2830         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.1277       | 0.0000                                                   | 0.1277         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.2081       | 0.0000                                                   | 0.2081         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.2673       | 0.0000                                                   | 0.2673         |             |                    |
| 64 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 | Energy Streams                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                              | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -5.814e+007  | -1.219e-007                                              | 1.846e-003     | -2.555e+007 | 3.237e+006         |
| 68 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
|----|------------------------------------------|--------------------|----------------------------|----------------|----------------------------------------------------------|------------|
| 1  | aspentech                                |                    | Company Name Not Available |                | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |            |
| 2  |                                          |                    | Bedford, MA                |                | Unit Set: SI                                             |            |
| 3  |                                          |                    | USA                        |                | Date/Time: Sat Nov 11 13:33:33 2017                      |            |
| 4  |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 5  |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b> |                    |                            |                |                                                          |            |
| 7  |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 8  |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 9  | Energy Streams (continued)               |                    |                            |                | Fluid Pkg:                                               | All        |
| 10 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 11 | Name                                     | Q-100              |                            |                |                                                          |            |
| 12 | Heat Flow                                | (kJ/h)             | -3.616e+007                |                |                                                          |            |
| 13 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 14 | <b>Unit Ops</b>                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 15 | Operation Name                           | Operation Type     | Feeds                      | Products       | Ignored                                                  | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                  | Gibbs Reactor      | Arundo Donax               | Liquido1       | No                                                       | 500.0 *    |
| 17 |                                          |                    | Q-100                      | Vapor1         |                                                          |            |
| 18 | GASIFICACION                             | Gibbs Reactor      | Vapor1                     | Liquido2       | No                                                       | 500.0 *    |
| 19 |                                          |                    | Agente Gasificante         | Vapor2         |                                                          |            |
| 20 |                                          |                    | Energy2                    |                |                                                          |            |
| 21 | GBR-102                                  | Gibbs Reactor      | Vapor2                     | Liquido3       | No                                                       | 500.0 *    |
| 22 |                                          |                    | Energy3                    | Vapor3         |                                                          |            |
| 23 | GBR-103                                  | Gibbs Reactor      | Vapor3                     | Liquido4       | No                                                       | 500.0 *    |
| 24 |                                          |                    | Energy4                    | Vapor4         |                                                          |            |
| 25 | X-100                                    | Component Splitter | Vapor4                     | SYNGAS         | No                                                       | 500.0 *    |
| 26 |                                          |                    | Energy5                    | BOTTOM         |                                                          |            |
| 27 | SET-2                                    | Set                |                            |                | No                                                       | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                    | Set                |                            |                | No                                                       | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                    | Set                |                            |                | No                                                       | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                    | Set                |                            |                | No                                                       | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                    | Set                |                            |                | No                                                       | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                    | Set                |                            |                | No                                                       | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                    | Compressor         | SYNGAS                     | Gas Comprimido | No                                                       | 500.0 *    |
| 34 |                                          |                    | Energy6                    |                |                                                          |            |
| 35 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 36 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 37 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 38 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 39 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 40 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 41 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 42 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 43 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 44 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 45 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 46 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 47 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 48 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 49 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 50 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 51 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 52 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 53 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 54 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 55 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 56 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 57 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 58 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 59 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 60 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 61 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 62 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 63 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 64 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 65 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 66 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 67 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 68 |                                          |                    |                            |                |                                                          |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                    |                    | Aspen HYSYS Version 9      |                | Page 2 of 2                                              |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 27. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 700°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 13:34:02 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 700.0 *                                                  | 700.0          | 700.0       | 700.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2029         | 1479                                                     | 261.6          | 1563        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.600e+004 * | 2.286e+004                                               | 3142           | 2.936e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 41.35        | 47.34                                                    | 1.913          | 52.50       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 419.8        | -3.392e+007                                              | 2.939e+006     | -6.600e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 700.0        | 700.0                                                    | 700.0          | 700.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1563         | 0.0000                                                   | 1563           | 0.0000      | 225.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.936e+004   | 0.0000                                                   | 2.936e+004     | 0.0000      | 6500 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 52.50        | 0.0000                                                   | 52.50          | 0.0000      | 7.514              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -6.600e+007  | -0.0000                                                  | -6.600e+007    | -0.0000     | -1844              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 700.0                                                    | 109.9          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1502         | 60.99                                                    | 1502           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.826e+004   | 1099                                                     | 2.826e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 51.40        | 1.101                                                    | 51.40          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -8.509e+007  | -1.323e+007                                              | -8.129e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0299      | 0.0299             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2330      | 0.2330             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0390      | 0.0390             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0514      | 0.0514             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2887      | 0.2887             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3579      | 0.3579             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0299       | 0.0299                                                   | 0.0299         | 0.0299      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2330       | 0.2330                                                   | 0.2330         | 0.2330      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0390       | 0.0390                                                   | 0.0390         | 0.0390      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0514       | 0.0514                                                   | 0.0514         | 0.0514      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.2887       | 0.2887                                                   | 0.2887         | 0.2887      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3579       | 0.3579                                                   | 0.3579         | 0.3579      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0311       | 0.0000                                                   | 0.0311         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2424       | 0.0000                                                   | 0.2424         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0535       | 0.0000                                                   | 0.0535         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3005       | 0.0000                                                   | 0.3005         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3724       | 0.0000                                                   | 0.3724         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -3.208e+007  | -4.658e-008                                              | 8.119e-004     | -3.231e+007 | 3.798e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |


|    |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------|------------|
| 1  |                                                                                   |                            | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                                     |             |            |
| 2  |                                                                                   |                            | Unit Set: SI                                             |                                     |             |            |
| 3  |  | Company Name Not Available |                                                          |                                     |             |            |
| 4  |                                                                                   | Bedford, MA                |                                                          |                                     |             |            |
| 5  |                                                                                   | USA                        |                                                          | Date/Time: Sat Nov 11 13:34:02 2017 |             |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                          |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 7  |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 8  |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                        |                            |                                                          |                                     | Fluid Pkg:  | All        |
| 10 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 11 | Name                                                                              | Q-100                      |                                                          |                                     |             |            |
| 12 | Heat Flow                                                                         | (kJ/h)                     | -3.098e+007                                              |                                     |             |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 14 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 15 | Operation Name                                                                    | Operation Type             | Feeds                                                    | Products                            | Ignored     | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                           | Gibbs Reactor              | Arundo Donax                                             | Liquido1                            | No          | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                   |                            | Q-100                                                    | Vapor1                              |             |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                      | Gibbs Reactor              | Vapor1                                                   | Liquido2                            | No          | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                   |                            | Agente Gasificante                                       | Vapor2                              |             |            |
| 20 |                                                                                   |                            | Energy2                                                  |                                     |             |            |
| 21 | GBR-102                                                                           | Gibbs Reactor              | Vapor2                                                   | Liquido3                            | No          | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                   |                            | Energy3                                                  | Vapor3                              |             |            |
| 23 | GBR-103                                                                           | Gibbs Reactor              | Vapor3                                                   | Liquido4                            | No          | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                   |                            | Energy4                                                  | Vapor4                              |             |            |
| 25 | X-100                                                                             | Component Splitter         | Vapor4                                                   | SYNGAS                              | No          | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                   |                            | Energy5                                                  | BOTTOM                              |             |            |
| 27 | SET-2                                                                             | Set                        |                                                          |                                     | No          | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                             | Set                        |                                                          |                                     | No          | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                             | Set                        |                                                          |                                     | No          | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                             | Set                        |                                                          |                                     | No          | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                             | Set                        |                                                          |                                     | No          | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                             | Set                        |                                                          |                                     | No          | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                             | Compressor                 | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido                      | No          | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                   |                            | Energy6                                                  |                                     |             |            |
| 35 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 36 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 37 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 38 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 39 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 40 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 41 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 42 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 43 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 44 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 45 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 46 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 47 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 48 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 49 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 50 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 51 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 52 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 53 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 54 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 55 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 56 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 57 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 58 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 59 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 60 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 61 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 62 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 63 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 64 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 65 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 66 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 67 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 68 |                                                                                   |                            |                                                          |                                     |             |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             |                            | Aspen HYSYS Version 9                                    |                                     | Page 2 of 2 |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0



## ANEXO 28. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 800°C

|    |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                                                                                    |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                                                                                    |              | Date/Time: Sat Nov 11 13:34:57 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | Workbook: Case (Main)                                                                                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | Material Streams <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                                 |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                                                                    | 25.00 *      | 800.0 *                                                  | 800.0          | 800.0       | 800.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 2029         | 1479                                                     | 261.6          | 1643        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 2.600e+004 * | 2.286e+004                                               | 3142           | 2.936e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 41.35        | 47.34                                                    | 1.913          | 53.54       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | 419.8        | -2.920e+007                                              | 3.465e+006     | -5.038e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                                                                    | 800.0        | 800.0                                                    | 800.0          | 800.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 1643         | 0.0000                                                   | 1643           | 0.0000      | 225.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 2.936e+004   | 0.0000                                                   | 2.936e+004     | 0.0000      | 6500 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 53.54        | 0.0000                                                   | 53.54          | 0.0000      | 7.514              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -5.038e+007  | -0.0000                                                  | -5.038e+007    | -0.0000     | -1844              |
| 27 | Name                                                                                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                                                                    | 25.00 *      | 800.0                                                    | 111.4          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 1589         | 53.98                                                    | 1589           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 2.839e+004   | 972.5                                                    | 2.839e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 52.57        | 0.9745                                                   | 52.57          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -7.717e+007  | -1.148e+007                                              | -7.315e+007    |             |                    |
| 35 | Compositions <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                                     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0041      | 0.0041             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2216      | 0.2216             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0329      | 0.0329             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0289      | 0.0289             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3191      | 0.3191             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3934      | 0.3934             |
| 46 | Name                                                                                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0041       | 0.0041                                                   | 0.0041         | 0.0041      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.2216       | 0.2216                                                   | 0.2216         | 0.2216      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0329       | 0.0329                                                   | 0.0329         | 0.0329      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.0289       | 0.0289                                                   | 0.0289         | 0.0289      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.3191       | 0.3191                                                   | 0.3191         | 0.3191      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.3934       | 0.3934                                                   | 0.3934         | 0.3934      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0043       | 0.0000                                                   | 0.0043         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.2292       | 0.0000                                                   | 0.2292         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.0299       | 0.0000                                                   | 0.0299         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.3299       | 0.0000                                                   | 0.3299         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.4068       | 0.0000                                                   | 0.4068         |             |                    |
| 64 | Energy Streams <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                                                                               | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -2.118e+007  | -1.224e-008                                              | 2.527e-005     | -3.827e+007 | 4.025e+006         |
| 68 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|
| 1  |                                                                                                                                    |                                     | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |
| 2  |                                                                                                                                    |                                     | Unit Set: SI                                             |                |
| 3  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA | Date/Time: Sat Nov 11 13:34:57 2017 |                                                          |                |
| 4  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 5  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                                     |                                                          |                |
| 7  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 8  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                                                                         |                                     |                                                          | Fluid Pkg: All |
| 10 | Name                                                                                                                               | Q-100                               |                                                          |                |
| 11 | Heat Flow                                                                                                                          | (kJ/h)                              | -2.574e+007                                              |                |
| 12 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 14 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type                      | Feeds                                                    | Products       |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Arundo Donax                                             | Liquido1       |
| 17 |                                                                                                                                    |                                     | Q-100                                                    | Vapor1         |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor                       | Vapor1                                                   | Liquido2       |
| 19 |                                                                                                                                    |                                     | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |
| 20 |                                                                                                                                    |                                     | Energy2                                                  |                |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Vapor2                                                   | Liquido3       |
| 22 |                                                                                                                                    |                                     | Energy3                                                  | Vapor3         |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Vapor3                                                   | Liquido4       |
| 24 |                                                                                                                                    |                                     | Energy4                                                  | Vapor4         |
| 25 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter                  | Vapor4                                                   | SYNGAS         |
| 26 |                                                                                                                                    |                                     | Energy5                                                  | BOTTOM         |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor                          | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido |
| 34 |                                                                                                                                    |                                     | Energy6                                                  |                |
| 35 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 36 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 37 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 38 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 39 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 40 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 41 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 42 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 43 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 44 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 45 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 46 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 47 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 48 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 49 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 50 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 51 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 52 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 53 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 54 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 55 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 56 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 57 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 58 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 59 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 60 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 61 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 62 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 63 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 64 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 65 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 66 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 67 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 68 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              | Aspen HYSYS Version 9               |                                                          | Page 2 of 2    |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 29. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 900°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 13:35:27 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 900.0 *                                                  | 900.0          | 900.0       | 900.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2029         | 1479                                                     | 261.6          | 1655        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.600e+004 * | 2.286e+004                                               | 3142           | 2.936e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 41.35        | 47.34                                                    | 1.913          | 53.55       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 419.8        | -2.442e+007                                              | 3.997e+006     | -4.316e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 900.0        | 900.0                                                    | 900.0          | 900.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1655         | 0.0000                                                   | 1655           | 0.0000      | 225.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.936e+004   | 0.0000                                                   | 2.936e+004     | 0.0000      | 6500 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 53.55        | 0.0000                                                   | 53.55          | 0.0000      | 7.514              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -4.316e+007  | -0.0000                                                  | -4.316e+007    | -0.0000     | -1844              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 900.0                                                    | 111.8          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1597         | 58.09                                                    | 1597           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.831e+004   | 1046                                                     | 2.831e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 52.50        | 1.049                                                    | 52.50          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -7.453e+007  | -1.211e+007                                              | -7.048e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0005      | 0.0005             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2200      | 0.2200             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0351      | 0.0351             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0226      | 0.0226             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3265      | 0.3265             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3953      | 0.3953             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0005       | 0.0005                                                   | 0.0005         | 0.0005      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2200       | 0.2200                                                   | 0.2200         | 0.2200      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0351       | 0.0351                                                   | 0.0351         | 0.0351      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0226       | 0.0226                                                   | 0.0226         | 0.0226      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3265       | 0.3265                                                   | 0.3265         | 0.3265      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3953       | 0.3953                                                   | 0.3953         | 0.3953      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0005       | 0.0000                                                   | 0.0005         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2280       | 0.0000                                                   | 0.2280         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0234       | 0.0000                                                   | 0.0234         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3384       | 0.0000                                                   | 0.3384         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.4097       | 0.0000                                                   | 0.4097         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.874e+007  | 6.165e-009                                               | 1.295e-007     | -4.347e+007 | 4.046e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|
| 1  |                                                                                                                                    |                                     | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                                     | Unit Set: SI                                             |                |             |            |
| 3  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA | Date/Time: Sat Nov 11 13:35:27 2017 |                                                          |                |             |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                                     |                                                          |                |             |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 8  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                                                                         |                                     |                                                          | Fluid Pkg:     | All         |            |
| 10 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100                               |                                                          |                |             |            |
| 12 | Heat Flow                                                                                                                          | (kJ/h)                              | -2.042e+007                                              |                |             |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type                      | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                                     | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |
| 18 |                                                                                                                                    |                                     | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |
| 19 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor                       | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                                     | Energy2                                                  |                |             |            |
| 21 |                                                                                                                                    |                                     | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |
| 22 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |
| 23 |                                                                                                                                    |                                     | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |
| 24 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |
| 25 |                                                                                                                                    |                                     | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *    |
| 26 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter                  | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |            |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 33 |                                                                                                                                    |                                     | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |
| 34 | K-100                                                                                                                              | Compressor                          | Energy6                                                  |                |             |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |             |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              | Aspen HYSYS Version 9               |                                                          |                | Page 2 of 2 |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

# ANEXO 30. Relación Biomasa/A. G (4) - Temperatura 1000°C


|    |                              |              |                                                          |                |             |                    |
|----|------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |                              |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  | Company Name Not Available   |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  | Bedford, MA                  |              | Date/Time: Sat Nov 11 13:35:52 2017                      |                |             |                    |
| 4  | USA                          |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b> |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b>      |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                              |              |                                                          |                |             | Fluid Pkg: All     |
| 11 | Name                         | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction              | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)              | 25.00 *      | 1000 *                                                   | 1000           | 1000        | 1000               |
| 14 | Pressure (kPa)               | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)        | 2029         | 1479                                                     | 261.6          | 1656        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)             | 2.600e+004 * | 2.286e+004                                               | 3142           | 2.936e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)    | 41.35        | 47.34                                                    | 1.913          | 53.41       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)             | 419.8        | -1.958e+007                                              | 4.534e+006     | -3.723e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                         | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction              | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)              | 1000         | 1000                                                     | 1000           | 1000        | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)               | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)        | 1656         | 0.0000                                                   | 1656           | 0.0000      | 225.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)             | 2.936e+004   | 0.0000                                                   | 2.936e+004     | 0.0000      | 6500 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)    | 53.41        | 0.0000                                                   | 53.41          | 0.0000      | 7.514              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)             | -3.723e+007  | -0.0000                                                  | -3.723e+007    | -0.0000     | -1844              |
| 27 | Name                         | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction              | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)              | 25.00 *      | 1000                                                     | 111.9          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)               | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)        | 1593         | 63.19                                                    | 1593           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)             | 2.822e+004   | 1138                                                     | 2.822e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)    | 52.27        | 1.141                                                    | 52.27          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)             | -7.292e+007  | -1.289e+007                                              | -6.888e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b>          |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                              |              |                                                          |                |             | Fluid Pkg: All     |
| 37 | Name                         | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)     | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0001      | 0.0001             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)    | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2198      | 0.2198             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)      | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)      | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)         | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0381      | 0.0381             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)         | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0191      | 0.0191             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)          | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3301      | 0.3301             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)    | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3927      | 0.3927             |
| 46 | Name                         | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)     | 0.0001       | 0.0001                                                   | 0.0001         | 0.0001      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)    | 0.2198       | 0.2198                                                   | 0.2198         | 0.2198      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)      | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)      | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)         | 0.0381       | 0.0381                                                   | 0.0381         | 0.0381      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)         | 0.0191       | 0.0191                                                   | 0.0191         | 0.0191      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)          | 0.3301       | 0.3301                                                   | 0.3301         | 0.3301      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)    | 0.3927       | 0.3927                                                   | 0.3927         | 0.3927      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                         | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)     | 0.0001       | 0.0000                                                   | 0.0001         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)    | 0.2286       | 0.0000                                                   | 0.2286         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)      | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)      | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)         | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)         | 0.0198       | 0.0000                                                   | 0.0198         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)          | 0.3432       | 0.0000                                                   | 0.3432         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)    | 0.4083       | 0.0000                                                   | 0.4083         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b>        |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                              |              |                                                          |                |             | Fluid Pkg: All     |
| 66 | Name                         | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)             | -1.765e+007  | -1.851e-008                                              | 6.170e-009     | -4.858e+007 | 4.038e+006         |
| 68 |                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.        |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 13:35:52 2017                      |                |                |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 8  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                                                                         |                    |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 10 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |                |            |
| 12 | Heat Flow                                                                                                                          | (kJ/h)             | -1.505e+007                                              |                |                |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |                |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 25 |                                                                                                                                    |                    | Vapor4                                                   | SYNGAS         |                |            |
| 26 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Energy5                                                  | BOTTOM         | No             | 500.0 *    |
| 27 |                                                                                                                                    |                    | SET-2                                                    | Set            |                |            |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |                |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 31. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 500°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 13:57:56 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 500.0 *                                                  | 500.0          | 500.0       | 500.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2342         | 1706                                                     | 301.9          | 1265        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.000e+004 * | 2.637e+004                                               | 3625           | 3.137e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 47.71        | 54.62                                                    | 2.208          | 52.24       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 484.4        | -4.979e+007                                              | 2.195e+006     | -1.397e+008 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 500.0        | 500.0                                                    | 500.0          | 500.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1265         | 0.0000                                                   | 1265           | 0.0000      | 173.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.137e+004   | 0.0000                                                   | 3.137e+004     | 0.0000      | 5000 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 52.24        | 0.0000                                                   | 52.24          | 0.0000      | 5.780              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.397e+008  | -0.0000                                                  | -1.397e+008    | -0.0000     | -1418              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 500.0                                                    | 99.53          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1182         | 83.66                                                    | 1182           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 2.987e+004   | 1507                                                     | 2.987e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 50.73        | 1.510                                                    | 50.73          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.422e+008  | -1.881e+007                                              | -1.393e+008    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.2282      | 0.2282             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2779      | 0.2779             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0661      | 0.0661             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.2196      | 0.2196             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.0797      | 0.0797             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.1284      | 0.1284             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.2282       | 0.2282                                                   | 0.2282         | 0.2282      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2779       | 0.2779                                                   | 0.2779         | 0.2779      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0661       | 0.0661                                                   | 0.0661         | 0.0661      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.2196       | 0.2196                                                   | 0.2196         | 0.2196      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0797       | 0.0797                                                   | 0.0797         | 0.0797      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.1284       | 0.1284                                                   | 0.1284         | 0.1284      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.2444       | 0.0000                                                   | 0.2444         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2976       | 0.0000                                                   | 0.2976         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.2352       | 0.0000                                                   | 0.2352         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0853       | 0.0000                                                   | 0.0853         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.1375       | 0.0000                                                   | 0.1375         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -8.990e+007  | 5.091e-007                                               | -1.033e-003    | -2.135e+007 | 2.953e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  | Company Name Not Available                                                        |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  | Bedford, MA                                                                       |                       | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  | USA                                                                               |                       | Date/Time: Sat Nov 11 13:57:56 2017                      |                |                |            |
| 4  |  |                       |                                                          |                |                |            |
| 5  |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 8  |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                        |                       |                                                          |                |                |            |
| 10 |                                                                                   |                       |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 11 | Name                                                                              | Q-100                 |                                                          |                |                |            |
| 12 | Heat Flow                                                                         | (kJ/h)                | -4.760e+007                                              |                |                |            |
| 13 | Unit Ops                                                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 14 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 15 | Operation Name                                                                    | Operation Type        | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                           | Gibbs Reactor         | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                   |                       | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                      | Gibbs Reactor         | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                   |                       | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 20 |                                                                                   |                       | Energy2                                                  |                |                |            |
| 21 | GBR-102                                                                           | Gibbs Reactor         | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                   |                       | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 23 | GBR-103                                                                           | Gibbs Reactor         | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                   |                       | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 25 | X-100                                                                             | Component Splitter    | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No             | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                   |                       | Energy5                                                  | BOTTOM         |                |            |
| 27 | SET-2                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                             | Compressor            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                   |                       | Energy6                                                  |                |                |            |
| 35 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             | Aspen HYSYS Version 9 |                                                          |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0



## ANEXO 32. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 600°C

|    |                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
|----|--------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                   |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                    |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                    |              | Date/Time: Sat Nov 11 13:58:34 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  | Workbook: Case (Main)                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  |                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | Material Streams <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                    | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                    | 25.00 *      | 600.0 *                                                  | 600.0          | 600.0       | 600.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                     | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                              | 2342         | 1706                                                     | 301.9          | 1476        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                   | 3.000e+004 * | 2.637e+004                                               | 3625           | 3.137e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                          | 47.71        | 54.62                                                    | 2.208          | 54.57       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                   | 484.4        | -4.451e+007                                              | 2.790e+006     | -1.069e+008 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                    | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                    | 600.0        | 600.0                                                    | 600.0          | 600.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                              | 1476         | 0.0000                                                   | 1476           | 0.0000      | 173.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                   | 3.137e+004   | 0.0000                                                   | 3.137e+004     | 0.0000      | 5000 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                          | 54.57        | 0.0000                                                   | 54.57          | 0.0000      | 5.780              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                   | -1.069e+008  | -0.0000                                                  | -1.069e+008    | -0.0000     | -1418              |
| 27 | Name                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                    | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                    | 25.00 *      | 600.0                                                    | 105.0          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                              | 1397         | 79.30                                                    | 1397           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                   | 2.995e+004   | 1429                                                     | 2.995e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                          | 53.14        | 1.431                                                    | 53.14          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                   | -1.174e+008  | -1.752e+007                                              | -1.139e+008    |             |                    |
| 35 |                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 | Compositions <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                           | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1244      | 0.1244             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                          | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2383      | 0.2383             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                            | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                            | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0537      | 0.0537             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1200      | 0.1200             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2080      | 0.2080             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                          | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2557      | 0.2557             |
| 46 | Name                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                           | 0.1244       | 0.1244                                                   | 0.1244         | 0.1244      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                          | 0.2383       | 0.2383                                                   | 0.2383         | 0.2383      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                               | 0.0537       | 0.0537                                                   | 0.0537         | 0.0537      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                               | 0.1200       | 0.1200                                                   | 0.1200         | 0.1200      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                | 0.2080       | 0.2080                                                   | 0.2080         | 0.2080      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                          | 0.2557       | 0.2557                                                   | 0.2557         | 0.2557      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                           | 0.1314       | 0.0000                                                   | 0.1314         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                          | 0.2518       | 0.0000                                                   | 0.2518         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                               | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                               | 0.1268       | 0.0000                                                   | 0.1268         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                | 0.2198       | 0.0000                                                   | 0.2198         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                          | 0.2702       | 0.0000                                                   | 0.2702         |             |                    |
| 64 |                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 | Energy Streams <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                               | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                   | -6.242e+007  | -8.797e-008                                              | 2.565e-003     | -2.801e+007 | 3.512e+006         |
| 68 |                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                              |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |             |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 13:58:34 2017                      |                |             |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 5  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |             |            |
| 6  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 7  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                                                                  |                    |                                                          |                |             |            |
| 8  | Fluid Pkg: All                                                                                                                     |                    |                                                          |                |             |            |
| 9  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 10 | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |             |            |
| 11 | Heat Flow                                                                                                                          | (kJ/h)             | -4.172e+007                                              |                |             |            |
| 12 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |             |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |
| 25 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                                                                    |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |            |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |             |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 33. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 700°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 13:59:06 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 700.0 *                                                  | 700.0          | 700.0       | 700.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2342         | 1706                                                     | 301.9          | 1710        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.000e+004 * | 2.637e+004                                               | 3625           | 3.137e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 47.71        | 54.62                                                    | 2.208          | 57.59       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 484.4        | -3.914e+007                                              | 3.391e+006     | -7.135e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 700.0        | 700.0                                                    | 700.0          | 700.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1710         | 0.0000                                                   | 1710           | 0.0000      | 173.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.137e+004   | 0.0000                                                   | 3.137e+004     | 0.0000      | 5000 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 57.59        | 0.0000                                                   | 57.59          | 0.0000      | 5.780              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -7.135e+007  | -0.0000                                                  | -7.135e+007    | -0.0000     | -1418              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 700.0                                                    | 109.8          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1650         | 59.36                                                    | 1650           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.031e+004   | 1069                                                     | 3.031e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 56.52        | 1.071                                                    | 56.52          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -9.412e+007  | -1.287e+007                                              | -8.994e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0390      | 0.0390             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2057      | 0.2057             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0347      | 0.0347             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0468      | 0.0468             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3046      | 0.3046             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3692      | 0.3692             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0390       | 0.0390                                                   | 0.0390         | 0.0390      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2057       | 0.2057                                                   | 0.2057         | 0.2057      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0347       | 0.0347                                                   | 0.0347         | 0.0347      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0468       | 0.0468                                                   | 0.0468         | 0.0468      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3046       | 0.3046                                                   | 0.3046         | 0.3046      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3692       | 0.3692                                                   | 0.3692         | 0.3692      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0404       | 0.0000                                                   | 0.0404         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.2131       | 0.0000                                                   | 0.2131         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0485       | 0.0000                                                   | 0.0485         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3156       | 0.0000                                                   | 0.3156         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3824       | 0.0000                                                   | 0.3824         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -3.221e+007  | -8.917e-008                                              | 1.144e-003     | -3.563e+007 | 4.173e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|---------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |         |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |             |         |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 13:59:06 2017                      |                |             |         |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 5  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |             |         |
| 6  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 7  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                                                                  |                    |                                                          |                |             |         |
| 8  | Fluid Pkg: All                                                                                                                     |                    |                                                          |                |             |         |
| 9  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 10 | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |             |         |
| 11 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -3.575e+007        |                                                          |                |             |         |
| 12 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 13 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 14 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored     |         |
| 15 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                | Calc Level  |         |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 * |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |             |         |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 * |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |         |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |             |         |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 * |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |             |         |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 * |
| 24 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |             |         |
| 25 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 * |
| 26 |                                                                                                                                    |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |         |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 * |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 * |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 * |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 * |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 * |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 * |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 * |
| 34 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |             |         |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |         |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |         |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 34. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 800°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 13:59:39 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 800.0 *                                                  | 800.0          | 800.0       | 800.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2342         | 1706                                                     | 301.9          | 1818        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.000e+004 * | 2.637e+004                                               | 3625           | 3.137e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 47.71        | 54.62                                                    | 2.208          | 59.14       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 484.4        | -3.369e+007                                              | 3.998e+006     | -5.172e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 800.0        | 800.0                                                    | 800.0          | 800.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1818         | 0.0000                                                   | 1818           | 0.0000      | 173.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.137e+004   | 0.0000                                                   | 3.137e+004     | 0.0000      | 5000 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 59.14        | 0.0000                                                   | 59.14          | 0.0000      | 5.780              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -5.172e+007  | -0.0000                                                  | -5.172e+007    | -0.0000     | -1418              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 800.0                                                    | 111.7          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1773         | 45.18                                                    | 1773           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.056e+004   | 814.0                                                    | 3.056e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 58.32        | 0.8156                                                   | 58.32          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -8.470e+007  | -9.610e+006                                              | -8.020e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0068      | 0.0068             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.1934      | 0.1934             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0248      | 0.0248             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0220      | 0.0220             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3384      | 0.3384             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.4146      | 0.4146             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0068       | 0.0068                                                   | 0.0068         | 0.0068      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.1934       | 0.1934                                                   | 0.1934         | 0.1934      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0248       | 0.0248                                                   | 0.0248         | 0.0248      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0220       | 0.0220                                                   | 0.0220         | 0.0220      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3384       | 0.3384                                                   | 0.3384         | 0.3384      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.4146       | 0.4146                                                   | 0.4146         | 0.4146      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0070       | 0.0000                                                   | 0.0070         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.1984       | 0.0000                                                   | 0.1984         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0225       | 0.0000                                                   | 0.0225         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3470       | 0.0000                                                   | 0.3470         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.4252       | 0.0000                                                   | 0.4252         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.802e+007  | 2.032e-008                                               | 6.492e-005     | -4.259e+007 | 4.493e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 13:59:39 2017                      |                |                |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 8  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                                                                         |                    |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 10 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |                |            |
| 12 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -2.970e+007        |                                                          |                |                |            |
| 13 | Unit Ops                                                                                                                           |                    |                                                          |                |                |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |                |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 25 |                                                                                                                                    |                    | Vapor4                                                   | SYNGAS         |                |            |
| 26 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Energy5                                                  | BOTTOM         | No             | 500.0 *    |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |                |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 35. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 900°C


|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 14:00:03 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 900.0 *                                                  | 900.0          | 900.0       | 900.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2342         | 1706                                                     | 301.9          | 1840        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.000e+004 * | 2.637e+004                                               | 3625           | 3.137e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 47.71        | 54.62                                                    | 2.208          | 59.36       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 484.4        | -2.818e+007                                              | 4.612e+006     | -4.283e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 900.0        | 900.0                                                    | 900.0          | 900.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1840         | 0.0000                                                   | 1840           | 0.0000      | 173.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.137e+004   | 0.0000                                                   | 3.137e+004     | 0.0000      | 5000 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 59.36        | 0.0000                                                   | 59.36          | 0.0000      | 5.780              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -4.283e+007  | -0.0000                                                  | -4.283e+007    | -0.0000     | -1418              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 900.0                                                    | 112.1          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1794         | 45.38                                                    | 1794           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.056e+004   | 817.6                                                    | 3.056e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 58.54        | 0.8192                                                   | 58.54          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -8.198e+007  | -9.459e+006                                              | -7.744e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0009      | 0.0009             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.1912      | 0.1912             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0247      | 0.0247             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0158      | 0.0158             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3462      | 0.3462             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.4213      | 0.4213             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0009       | 0.0009                                                   | 0.0009         | 0.0009      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.1912       | 0.1912                                                   | 0.1912         | 0.1912      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0247       | 0.0247                                                   | 0.0247         | 0.0247      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0158       | 0.0158                                                   | 0.0158         | 0.0158      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3462       | 0.3462                                                   | 0.3462         | 0.3462      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.4213       | 0.4213                                                   | 0.4213         | 0.4213      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0009       | 0.0000                                                   | 0.0009         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.1960       | 0.0000                                                   | 0.1960         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0162       | 0.0000                                                   | 0.0162         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3549       | 0.0000                                                   | 0.3549         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.4320       | 0.0000                                                   | 0.4320         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.465e+007  | -6.853e-009                                              | 4.318e-007     | -4.862e+007 | 4.548e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |


|    |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                       | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                       | Date/Time: Sat Nov 11 14:00:03 2017                      |                |                |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                       |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 8  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 9  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                                                                  |                       |                                                          |                |                |            |
| 10 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100                 |                                                          |                |                |            |
| 12 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -2.356e+007           |                                                          |                |                |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type        | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                       | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor         | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                       | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                       | Energy2                                                  |                |                |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                       | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                       | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 25 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter    | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No             | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                                                                    |                       | Energy5                                                  | BOTTOM         |                |            |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                       | Energy6                                                  |                |                |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              | Aspen HYSYS Version 9 |                                                          |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0



## ANEXO 36. Relación Biomasa/A. G (6) - Temperatura 1000°C

|    |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                                                                                    |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                                                                                    |              | Date/Time: Sat Nov 11 14:00:26 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                                                                                       |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                          |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                                                                    | 25.00 *      | 1000 *                                                   | 1000           | 1000        | 1000               |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 2342         | 1706                                                     | 301.9          | 1842        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 3.000e+004 * | 2.637e+004                                               | 3625           | 3.137e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 47.71        | 54.62                                                    | 2.208          | 59.28       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | 484.4        | -2.259e+007                                              | 5.231e+006     | -3.620e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                                                                    | 1000         | 1000                                                     | 1000           | 1000        | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 1842         | 0.0000                                                   | 1842           | 0.0000      | 173.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 3.137e+004   | 0.0000                                                   | 3.137e+004     | 0.0000      | 5000 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 59.28        | 0.0000                                                   | 59.28          | 0.0000      | 5.780              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -3.620e+007  | -0.0000                                                  | -3.620e+007    | -0.0000     | -1418              |
| 27 | Name                                                                                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                                                                    | 25.00 *      | 1000                                                     | 112.2          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 1794         | 48.90                                                    | 1794           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 3.049e+004   | 881.0                                                    | 3.049e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 58.40        | 0.8827                                                   | 58.40          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -8.065e+007  | -9.979e+006                                              | -7.610e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0001      | 0.0001             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.1909      | 0.1909             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0265      | 0.0265             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0131      | 0.0131             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3491      | 0.3491             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.4203      | 0.4203             |
| 46 | Name                                                                                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0001       | 0.0001                                                   | 0.0001         | 0.0001      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.1909       | 0.1909                                                   | 0.1909         | 0.1909      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0265       | 0.0265                                                   | 0.0265         | 0.0265      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.0131       | 0.0131                                                   | 0.0131         | 0.0131      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.3491       | 0.3491                                                   | 0.3491         | 0.3491      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.4203       | 0.4203                                                   | 0.4203         | 0.4203      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0001       | 0.0000                                                   | 0.0001         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.1961       | 0.0000                                                   | 0.1961         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.0135       | 0.0000                                                   | 0.0135         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.3586       | 0.0000                                                   | 0.3586         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.4317       | 0.0000                                                   | 0.4317         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                            |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                                                                               | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -1.360e+007  | -6.864e-009                                              | 6.864e-009     | -5.443e+007 | 4.547e+006         |
| 68 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|--|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |  |
| 2  |                                                                                                                                    |                       | Unit Set: SI                                             |                |                |            |  |
| 3  |                                                                                                                                    |                       | Date/Time: Sat Nov 11 14:00:26 2017                      |                |                |            |  |
| 4  |                                                                                                                                    |                       | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                 |                |                |            |  |
| 5  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 6  | Energy Streams (continued)                                                                                                         |                       |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |  |
| 7  | Name                                                                                                                               | Q-100                 |                                                          |                |                |            |  |
| 8  | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -1.736e+007           |                                                          |                |                |            |  |
| 9  | Unit Ops                                                                                                                           |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 10 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type        | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |  |
| 11 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |  |
| 12 |                                                                                                                                    |                       | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |  |
| 13 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor         | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |  |
| 14 |                                                                                                                                    |                       | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |  |
| 15 |                                                                                                                                    |                       | Energy2                                                  |                |                |            |  |
| 16 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |  |
| 17 |                                                                                                                                    |                       | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |  |
| 18 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |  |
| 19 |                                                                                                                                    |                       | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |  |
| 20 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter    | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No             | 500.0 *    |  |
| 21 |                                                                                                                                    |                       | Energy5                                                  | BOTTOM         |                |            |  |
| 22 | SET-2                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |  |
| 23 | SET-3                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |  |
| 24 | SET-4                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |  |
| 25 | SET-5                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |  |
| 26 | SET-6                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |  |
| 27 | SET-7                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |  |
| 28 | K-100                                                                                                                              | Compressor            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |  |
| 29 |                                                                                                                                    |                       | Energy6                                                  |                |                |            |  |
| 30 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 31 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 32 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 33 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 34 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 35 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 36 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 37 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 38 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 39 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 40 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 41 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 42 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 43 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 44 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 45 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 46 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 47 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 48 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 49 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 50 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 51 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 52 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 53 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 54 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 55 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 56 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 57 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 58 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 59 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 60 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 61 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 62 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 63 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 64 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 65 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 66 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 67 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 68 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |                |            |  |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              | Aspen HYSYS Version 9 | Page 2 of 2                                              |                |                |            |  |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

# ANEXO 37. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 500°C


|    |                            |              |                                                          |                |             |                    |
|----|----------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  | aspentech                  |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  | Bedford, MA                |              | Date/Time: Sat Nov 11 18:01:18 2017                      |                |             |                    |
| 4  | USA                        |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                            |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | Workbook: Case (Main)      |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                            |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                            |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | Material Streams           |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 | Fluid Pkg: All             |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                       | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction            | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)            | 25.00 *      | 500.0 *                                                  | 500.0          | 500.0       | 500.0              |
| 14 | Pressure (kPa)             | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)      | 2420         | 1763                                                     | 311.9          | 1259        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)           | 3.100e+004 * | 2.725e+004                                               | 3746           | 3.113e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)  | 49.30        | 56.44                                                    | 2.281          | 52.45       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)           | 500.5        | -5.145e+007                                              | 2.268e+006     | -1.415e+008 | -0.0000            |
| 19 | Name                       | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction            | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)            | 500.0        | 500.0                                                    | 500.0          | 500.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)             | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)      | 1259         | 0.0000                                                   | 1259           | 0.0000      | 134.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)           | 3.113e+004   | 0.0000                                                   | 3.113e+004     | 0.0000      | 3875 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)  | 52.45        | 0.0000                                                   | 52.45          | 0.0000      | 4.480              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)           | -1.415e+008  | -0.0000                                                  | -1.415e+008    | -0.0000     | -1099              |
| 27 | Name                       | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction            | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)            | 25.00 *      | 500.0                                                    | 99.20          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)             | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)      | 1179         | 80.68                                                    | 1179           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)           | 2.967e+004   | 1454                                                     | 2.967e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)  | 50.99        | 1.456                                                    | 50.99          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)           | -1.449e+008  | -1.814e+007                                              | -1.419e+008    |             |                    |
| 35 | Compositions               |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 | Fluid Pkg: All             |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                       | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)   | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.2420      | 0.2420             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)  | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2605      | 0.2605             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)    | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)    | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)       | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0641      | 0.0641             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)       | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.2227      | 0.2227             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)        | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.0830      | 0.0830             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)  | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.1278      | 0.1278             |
| 46 | Name                       | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)   | 0.2420       | 0.2420                                                   | 0.2420         | 0.2420      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)  | 0.2605       | 0.2605                                                   | 0.2605         | 0.2605      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)    | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)    | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)       | 0.0641       | 0.0641                                                   | 0.0641         | 0.0641      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)       | 0.2227       | 0.2227                                                   | 0.2227         | 0.2227      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)        | 0.0830       | 0.0830                                                   | 0.0830         | 0.0830      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)  | 0.1278       | 0.1278                                                   | 0.1278         | 0.1278      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                       | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)   | 0.2585       | 0.0000                                                   | 0.2585         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)  | 0.2783       | 0.0000                                                   | 0.2783         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)    | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)    | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)       | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)       | 0.2379       | 0.0000                                                   | 0.2379         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)        | 0.0887       | 0.0000                                                   | 0.0887         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)  | 0.1366       | 0.0000                                                   | 0.1366         |             |                    |
| 64 | Energy Streams             |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 | Fluid Pkg: All             |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                       | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)           | -9.008e+007  | 4.692e-007                                               | -9.588e-004    | -2.146e+007 | 2.944e+006         |
| 68 |                            |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.      |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|--------------------|
| 1  |                                                                                                                                    |                                     | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                    |
| 2  |                                                                                                                                    |                                     | Unit Set: SI                                             |                |                    |
| 3  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA | Date/Time: Sat Nov 11 18:01:18 2017 |                                                          |                |                    |
| 4  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 5  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                                     |                                                          |                |                    |
| 7  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 8  |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                                                                         |                                     |                                                          | Fluid Pkg: All |                    |
| 10 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100                               |                                                          |                |                    |
| 12 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -4.918e+007                         |                                                          |                |                    |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 14 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type                      | Feeds                                                    | Products       | Ignored Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No 500.0 *         |
| 17 |                                                                                                                                    |                                     | Q-100                                                    | Vapor1         |                    |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor                       | Vapor1                                                   | Liquido2       | No 500.0 *         |
| 19 |                                                                                                                                    |                                     | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                    |
| 20 |                                                                                                                                    |                                     | Energy2                                                  |                |                    |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Vapor2                                                   | Liquido3       | No 500.0 *         |
| 22 |                                                                                                                                    |                                     | Energy3                                                  | Vapor3         |                    |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor                       | Vapor3                                                   | Liquido4       | No 500.0 *         |
| 24 |                                                                                                                                    |                                     | Energy4                                                  | Vapor4         |                    |
| 25 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter                  | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No 500.0 *         |
| 26 |                                                                                                                                    |                                     | Energy5                                                  | BOTTOM         |                    |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No 500.0 *         |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No 500.0 *         |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No 500.0 *         |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No 500.0 *         |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No 500.0 *         |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                                 |                                                          |                | No 500.0 *         |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor                          | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No 500.0 *         |
| 34 |                                                                                                                                    |                                     | Energy6                                                  |                |                    |
| 35 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 36 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 37 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 38 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 39 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 40 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 41 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 42 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 43 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 44 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 45 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 46 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 47 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 48 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 49 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 50 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 51 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 52 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 53 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 54 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 55 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 56 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 57 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 58 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 59 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 60 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 61 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 62 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 63 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 64 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 65 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 66 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 67 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 68 |                                                                                                                                    |                                     |                                                          |                |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                                     | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2        |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 38. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 600°C


|    |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |                                                                                   |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  | Company Name Not Available                                                        |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |  | Bedford, MA  | Date/Time: Sat Nov 11 18:01:53 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                                   | USA          |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | Workbook: Case (Main)                                                             |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | Material Streams <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                              | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                   | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *      | 600.0 *                                                  | 600.0          | 600.0       | 600.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 2420         | 1763                                                     | 311.9          | 1474        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 3.100e+004 * | 2.725e+004                                               | 3746           | 3.113e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 49.30        | 56.44                                                    | 2.281          | 54.79       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | 500.5        | -4.599e+007                                              | 2.883e+006     | -1.081e+008 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                              | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                   | 600.0        | 600.0                                                    | 600.0          | 600.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1474         | 0.0000                                                   | 1474           | 0.0000      | 134.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 3.113e+004   | 0.0000                                                   | 3.113e+004     | 0.0000      | 3875 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 54.79        | 0.0000                                                   | 54.79          | 0.0000      | 4.480              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -1.081e+008  | -0.0000                                                  | -1.081e+008    | -0.0000     | -1099              |
| 27 | Name                                                                              | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *      | 600.0                                                    | 104.8          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1397         | 77.22                                                    | 1397           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 2.974e+004   | 1391                                                     | 2.974e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 53.40        | 1.394                                                    | 53.40          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -1.192e+008  | -1.706e+007                                              | -1.157e+008    |             |                    |
| 35 | Compositions <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                              | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1339      | 0.1339             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2225      | 0.2225             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0524      | 0.0524             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1197      | 0.1197             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2142      | 0.2142             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2572      | 0.2572             |
| 46 | Name                                                                              | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.1339       | 0.1339                                                   | 0.1339         | 0.1339      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.2225       | 0.2225                                                   | 0.2225         | 0.2225      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0524       | 0.0524                                                   | 0.0524         | 0.0524      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.1197       | 0.1197                                                   | 0.1197         | 0.1197      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.2142       | 0.2142                                                   | 0.2142         | 0.2142      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.2572       | 0.2572                                                   | 0.2572         | 0.2572      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                              | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.1413       | 0.0000                                                   | 0.1413         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.2348       | 0.0000                                                   | 0.2348         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.1264       | 0.0000                                                   | 0.1264         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.2261       | 0.0000                                                   | 0.2261         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.2715       | 0.0000                                                   | 0.2715         |             |                    |
| 64 | Energy Streams <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                  |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                              | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -6.214e+007  | -1.538e-007                                              | 2.676e-003     | -2.817e+007 | 3.513e+006         |
| 68 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 18:01:53 2017                      |                |                |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 8  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                                                                  |                    |                                                          |                |                |            |
| 9  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 10 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |                |            |
| 12 | Heat Flow                                                                                                                          | (kJ/h)             | -4.311e+007                                              |                |                |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |                |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 25 |                                                                                                                                    |                    | Vapor4                                                   | SYNGAS         |                |            |
| 26 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Energy5                                                  | BOTTOM         | No             | 500.0 *    |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |                |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 39. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 700°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 18:02:41 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 700.0 *                                                  | 700.0 *        | 700.0       | 700.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2420         | 1763                                                     | 311.9          | 1717        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.100e+004 * | 2.725e+004                                               | 3746           | 3.113e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 49.30        | 56.44                                                    | 2.281          | 57.94       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 500.5        | -4.044e+007                                              | 3.504e+006     | -7.145e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 700.0        | 700.0                                                    | 700.0          | 700.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1717         | 0.0000                                                   | 1717           | 0.0000      | 134.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.113e+004   | 0.0000                                                   | 3.113e+004     | 0.0000      | 3875 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 57.94        | 0.0000                                                   | 57.94          | 0.0000      | 4.480              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -7.145e+007  | -0.0000                                                  | -7.145e+007    | -0.0000     | -1099              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 700.0                                                    | 109.8          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1661         | 56.06                                                    | 1661           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.012e+004   | 1010                                                     | 3.012e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 56.93        | 1.012                                                    | 56.93          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -9.524e+007  | -1.216e+007                                              | -9.104e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0444      | 0.0444             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.1911      | 0.1911             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0327      | 0.0327             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0446      | 0.0446             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3128      | 0.3128             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3744      | 0.3744             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0444       | 0.0444                                                   | 0.0444         | 0.0444      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.1911       | 0.1911                                                   | 0.1911         | 0.1911      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0327       | 0.0327                                                   | 0.0327         | 0.0327      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0446       | 0.0446                                                   | 0.0446         | 0.0446      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3128       | 0.3128                                                   | 0.3128         | 0.3128      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3744       | 0.3744                                                   | 0.3744         | 0.3744      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0459       | 0.0000                                                   | 0.0459         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.1976       | 0.0000                                                   | 0.1976         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0461       | 0.0000                                                   | 0.0461         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3234       | 0.0000                                                   | 0.3234         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3871       | 0.0000                                                   | 0.3871         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -3.101e+007  | -6.395e-008                                              | 1.177e-003     | -3.594e+007 | 4.199e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                       | Unit Set: SI                                             |                |             |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                       | Date/Time: Sat Nov 11 18:02:41 2017                      |                |             |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 5  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                       |                                                          |                |             |            |
| 6  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 7  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                                                                  |                       |                                                          |                |             |            |
| 8  | Fluid Pkg: All                                                                                                                     |                       |                                                          |                |             |            |
| 9  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 10 | Name                                                                                                                               | Q-100                 |                                                          |                |             |            |
| 11 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -3.694e+007           |                                                          |                |             |            |
| 12 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type        | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                       | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor         | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                       | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                       | Energy2                                                  |                |             |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                       | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                       | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |
| 25 |                                                                                                                                    |                       | Vapor4                                                   | SYNGAS         |             |            |
| 26 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter    | Energy5                                                  | BOTTOM         | No          | 500.0 *    |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                       | Energy6                                                  |                |             |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              | Aspen HYSYS Version 9 |                                                          |                | Page 2 of 2 |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0



## ANEXO 40. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 800°C


|    |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |                                                                                   |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  | Company Name Not Available                                                        |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |  | Bedford, MA  | Date/Time: Sat Nov 11 18:03:05 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                                   | USA          |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                                      |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>         |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                              | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                   | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *      | 800.0 *                                                  | 800.0          | 800.0       | 800.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 2420         | 1763                                                     | 311.9          | 1836        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 3.100e+004 * | 2.725e+004                                               | 3746           | 3.113e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 49.30        | 56.44                                                    | 2.281          | 59.70       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | 500.5        | -3.482e+007                                              | 4.132e+006     | -5.043e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                              | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                   | 800.0        | 800.0                                                    | 800.0          | 800.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1836         | 0.0000                                                   | 1836           | 0.0000      | 134.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 3.113e+004   | 0.0000                                                   | 3.113e+004     | 0.0000      | 3875 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 59.70        | 0.0000                                                   | 59.70          | 0.0000      | 4.480              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -5.043e+007  | -0.0000                                                  | -5.043e+007    | -0.0000     | -1099              |
| 27 | Name                                                                              | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                   | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                   | 25.00 *      | 800.0                                                    | 111.8          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                    | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                             | 1798         | 38.53                                                    | 1798           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                  | 3.043e+004   | 694.1                                                    | 3.043e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                         | 59.00        | 0.6955                                                   | 59.00          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -8.539e+007  | -8.195e+006                                              | -8.083e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>             |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                              | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0089      | 0.0089             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.1786      | 0.1786             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0210      | 0.0210             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0186      | 0.0186             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3481      | 0.3481             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.4248      | 0.4248             |
| 46 | Name                                                                              | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0089       | 0.0089                                                   | 0.0089         | 0.0089      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.1786       | 0.1786                                                   | 0.1786         | 0.1786      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0210       | 0.0210                                                   | 0.0210         | 0.0210      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.0186       | 0.0186                                                   | 0.0186         | 0.0186      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.3481       | 0.3481                                                   | 0.3481         | 0.3481      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.4248       | 0.4248                                                   | 0.4248         | 0.4248      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                              | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                          | 0.0091       | 0.0000                                                   | 0.0091         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                         | 0.1825       | 0.0000                                                   | 0.1825         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                           | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                              | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                              | 0.0190       | 0.0000                                                   | 0.0190         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                               | 0.3556       | 0.0000                                                   | 0.3556         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                         | 0.4339       | 0.0000                                                   | 0.4339         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>           |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                              | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                  | -1.561e+007  | -2.052e-008                                              | 1.077e-004     | -4.316e+007 | 4.556e+006         |
| 68 |                                                                                   |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |             |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 18:03:05 2017                      |                |             |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 5  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |             |            |
| 6  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                                                                  |                    |                                                          |                |             |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                | Fluid Pkg:  | All        |
| 8  | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |             |            |
| 9  | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -3.069e+007        |                                                          |                |             |            |
| 10 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 11 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |
| 12 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |
| 13 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                    | Vapor1                                                   | Liquido2       |             |            |
| 15 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Agente Gasificante                                       | Vapor2         | No          | 500.0 *    |
| 16 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |             |            |
| 17 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |
| 18 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |
| 19 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |
| 21 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |            |
| 23 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 24 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 25 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 26 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 27 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 28 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 29 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |
| 30 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |             |            |
| 31 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 32 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 33 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 34 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 41. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 900°C


|    |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                                                                                    |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                                                                                    |              | Date/Time: Sat Nov 11 18:03:27 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                                                                                       |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                          |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                                                                    | 25.00 *      | 900.0 *                                                  | 900.0 *        | 900.0       | 900.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 2420         | 1763                                                     | 311.9          | 1864        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 3.100e+004 * | 2.725e+004                                               | 3746           | 3.113e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 49.30        | 56.44                                                    | 2.281          | 60.07       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | 500.5        | -2.911e+007                                              | 4.766e+006     | -4.074e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                                                                    | 900.0        | 900.0                                                    | 900.0          | 900.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 1864         | 0.0000                                                   | 1864           | 0.0000      | 134.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 3.113e+004   | 0.0000                                                   | 3.113e+004     | 0.0000      | 3875 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 60.07        | 0.0000                                                   | 60.07          | 0.0000      | 4.480              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -4.074e+007  | -0.0000                                                  | -4.074e+007    | -0.0000     | -1099              |
| 27 | Name                                                                                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                                                                    | 25.00 *      | 900.0                                                    | 112.2          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 1828         | 35.88                                                    | 1828           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 3.048e+004   | 646.5                                                    | 3.048e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 59.42        | 0.6478                                                   | 59.42          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -8.268e+007  | -7.479e+006                                              | -7.805e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0013      | 0.0013             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.1760      | 0.1760             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0192      | 0.0192             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0123      | 0.0123             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3564      | 0.3564             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.4348      | 0.4348             |
| 46 | Name                                                                                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0013       | 0.0013                                                   | 0.0013         | 0.0013      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.1760       | 0.1760                                                   | 0.1760         | 0.1760      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0192       | 0.0192                                                   | 0.0192         | 0.0192      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.0123       | 0.0123                                                   | 0.0123         | 0.0123      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.3564       | 0.3564                                                   | 0.3564         | 0.3564      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.4348       | 0.4348                                                   | 0.4348         | 0.4348      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0013       | 0.0000                                                   | 0.0013         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.1794       | 0.0000                                                   | 0.1794         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.0125       | 0.0000                                                   | 0.0125         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.3634       | 0.0000                                                   | 0.3634         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.4433       | 0.0000                                                   | 0.4433         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                            |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                                                                               | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -1.162e+007  | 0.0000                                                   | 9.653e-007     | -4.943e+007 | 4.635e+006         |
| 68 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|---------|-------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |         |             |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |         |             |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 18:03:27 2017                      |                |         |             |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 5  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |         |             |
| 6  | Energy Streams (continued) <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                       |                    |                                                          |                |         |             |
| 7  | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |         |             |
| 8  | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -2.435e+007        |                                                          |                |         |             |
| 9  | Unit Ops                                                                                                                           |                    |                                                          |                |         |             |
| 10 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored | Calc Level  |
| 11 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No      | 500.0 *     |
| 12 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |         |             |
| 13 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No      | 500.0 *     |
| 14 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |         |             |
| 15 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |         |             |
| 16 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No      | 500.0 *     |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |         |             |
| 18 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No      | 500.0 *     |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |         |             |
| 20 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No      | 500.0 *     |
| 21 |                                                                                                                                    |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |         |             |
| 22 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No      | 500.0 *     |
| 23 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No      | 500.0 *     |
| 24 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No      | 500.0 *     |
| 25 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No      | 500.0 *     |
| 26 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No      | 500.0 *     |
| 27 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No      | 500.0 *     |
| 28 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No      | 500.0 *     |
| 29 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |         |             |
| 30 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 31 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 32 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 33 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 34 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |         |             |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                |         | Page 2 of 2 |

Fuente: Autor Hysys V 9.0


## ANEXO 42. Relación Biomasa/A. G (8) - Temperatura 1000°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |                                                                           |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  | Company Name Not Available                                                |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  | <b>aspentech</b>                                                          | Bedford, MA  |                                                          |                |             |                    |
| 4  |                                                                           | USA          | Date/Time: Sat Nov 11 18:04:14 2017                      |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 1000 *                                                   | 1000           | 1000        | 1000               |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 2420         | 1763                                                     | 311.9          | 1868        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.100e+004 * | 2.725e+004                                               | 3746           | 3.113e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 49.30        | 56.44                                                    | 2.281          | 60.04       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 500.5        | -2.334e+007                                              | 5.406e+006     | -3.393e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 1000         | 1000                                                     | 1000           | 1000        | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1868         | 0.0000                                                   | 1868           | 0.0000      | 134.3              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.113e+004   | 0.0000                                                   | 3.113e+004     | 0.0000      | 3875 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 60.04        | 0.0000                                                   | 60.04          | 0.0000      | 4.480              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -3.393e+007  | -0.0000                                                  | -3.393e+007    | -0.0000     | -1099              |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 1000                                                     | 112.3          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1830         | 38.09                                                    | 1830           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 3.044e+004   | 686.2                                                    | 3.044e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 59.36        | 0.6876                                                   | 59.36          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -8.156e+007  | -7.773e+006                                              | -7.692e+007    |             |                    |
| 35 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0002      | 0.0002             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.1756      | 0.1756             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0204      | 0.0204             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0100      | 0.0100             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3590      | 0.3590             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.4348      | 0.4348             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0002       | 0.0002                                                   | 0.0002         | 0.0002      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.1756       | 0.1756                                                   | 0.1756         | 0.1756      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0204       | 0.0204                                                   | 0.0204         | 0.0204      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0100       | 0.0100                                                   | 0.0100         | 0.0100      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3590       | 0.3590                                                   | 0.3590         | 0.3590      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.4348       | 0.4348                                                   | 0.4348         | 0.4348      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0002       | 0.0000                                                   | 0.0002         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.1792       | 0.0000                                                   | 0.1792         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0102       | 0.0000                                                   | 0.0102         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3665       | 0.0000                                                   | 0.3665         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.4439       | 0.0000                                                   | 0.4439         |             |                    |
| 64 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.058e+007  | -6.960e-009                                              | 6.960e-009     | -5.541e+007 | 4.641e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|--|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |  |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |             |            |  |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 18:04:14 2017                      |                |             |            |  |
| 4  |                                                                                                                                    |                    | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                 |                |             |            |  |
| 5  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 6  | <b>Energy Streams (continued)</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 7  | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |             |            |  |
| 8  | Heat Flow                                                                                                                          | (kJ/h)             | -1.794e+007                                              |                |             |            |  |
| 9  | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 10 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |  |
| 11 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |  |
| 12 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |  |
| 13 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |  |
| 14 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |  |
| 15 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |             |            |  |
| 16 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |  |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |  |
| 18 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |  |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |  |
| 20 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *    |  |
| 21 |                                                                                                                                    |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |            |  |
| 22 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 23 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 24 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 25 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 26 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 27 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 28 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |  |
| 29 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |             |            |  |
| 30 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 31 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 32 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 33 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 34 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |            |  |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

# ANEXO 43. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 500°C

|    |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                                                                                    |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                                                                                    |              | Date/Time: Sat Nov 11 18:30:42 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                                                                                       |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                          |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                                                                    | 25.00 *      | 500.0 *                                                  | 500.0          | 500.0       | 500.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 1483         | 1080                                                     | 191.2          | 754.3       | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 1.900e+004 * | 1.670e+004                                               | 2296           | 1.860e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 30.22        | 34.59                                                    | 1.398          | 31.58       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | 306.8        | -3.153e+007                                              | 1.390e+006     | -8.571e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                                                                    | 500.0        | 500.0                                                    | 500.0          | 500.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 754.3        | 0.0000                                                   | 754.3          | 0.0000      | 65.86              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 1.860e+004   | 0.0000                                                   | 1.860e+004     | 0.0000      | 1900 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 31.58        | 0.0000                                                   | 31.58          | 0.0000      | 2.196              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -8.571e+007  | -0.0000                                                  | -8.571e+007    | -0.0000     | -538.9             |
| 27 | Name                                                                                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                                                                    | 25.00 *      | 500.0                                                    | 98.99          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 706.9        | 47.36                                                    | 706.9          |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 1.775e+004   | 853.1                                                    | 1.775e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 30.72        | 0.8548                                                   | 30.72          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -8.799e+007  | -1.065e+007                                              | -8.623e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.2507      | 0.2507             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2493      | 0.2493             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0628      | 0.0628             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.2246      | 0.2246             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.0851      | 0.0851             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.1274      | 0.1274             |
| 46 | Name                                                                                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.2507       | 0.2507                                                   | 0.2507         | 0.2507      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.2493       | 0.2493                                                   | 0.2493         | 0.2493      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0628       | 0.0628                                                   | 0.0628         | 0.0628      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.2246       | 0.2246                                                   | 0.2246         | 0.2246      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.0851       | 0.0851                                                   | 0.0851         | 0.0851      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.1274       | 0.1274                                                   | 0.1274         | 0.1274      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.2675       | 0.0000                                                   | 0.2675         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.2660       | 0.0000                                                   | 0.2660         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.2397       | 0.0000                                                   | 0.2397         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.0908       | 0.0000                                                   | 0.0908         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.1359       | 0.0000                                                   | 0.1359         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                            |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                                                                               | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -5.417e+007  | 3.259e-007                                               | -6.525e-004    | -1.293e+007 | 1.765e+006         |
| 68 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |


|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |             |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 18:30:42 2017                      |                |             |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |             |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 8  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                                                                         |                    |                                                          |                | Fluid Pkg:  | All        |
| 10 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |             |            |
| 12 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -3.014e+007        |                                                          |                |             |            |
| 13 | Unit Ops                                                                                                                           |                    |                                                          |                |             |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |             |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |
| 25 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                                                                    |                    | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |            |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |             |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0



## ANEXO 44. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 600°C


|    |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |                |                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |                    |
| 2  |                                                                                                                                    |              | Unit Set: SI                                             |                |                |                    |
| 3  |                                                                                                                                    |              | Date/Time: Sat Nov 11 18:31:22 2017                      |                |                |                    |
| 4  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |                |                    |
| 5  | Workbook: Case (Main)                                                                                                              |              |                                                          |                |                |                    |
| 6  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |                |                    |
| 7  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |                |                    |
| 8  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |                |                    |
| 9  |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |                |                    |
| 10 | Material Streams                                                                                                                   |              |                                                          |                | Fluid Pkg: All |                    |
| 11 | Name                                                                                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2         | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000         | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                                                                    | 25.00 *      | 600.0 *                                                  | 600.0          | 600.0          | 600.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3          | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 1483         | 1080                                                     | 191.2          | 884.9          | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 1.900e+004 * | 1.670e+004                                               | 2296           | 1.860e+004     | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 30.22        | 34.59                                                    | 1.398          | 32.99          | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | 306.8        | -2.819e+007                                              | 1.767e+006     | -6.541e+007    | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4       | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *       | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                                                                    | 600.0        | 600.0                                                    | 600.0          | 600.0          | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3          | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 884.9        | 0.0000                                                   | 884.9          | 0.0000         | 65.86              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 1.860e+004   | 0.0000                                                   | 1.860e+004     | 0.0000         | 1900 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 32.99        | 0.0000                                                   | 32.99          | 0.0000         | 2.196              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -6.541e+007  | -0.0000                                                  | -6.541e+007    | -0.0000        | -538.9             |
| 27 | Name                                                                                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |                |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                                                                    | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |                |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                                                                    | 25.00 *      | 600.0                                                    | 104.7          |                |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                                                                     | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |                |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                              | 839.2        | 45.63                                                    | 839.2          |                |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                                   | 1.778e+004   | 822.0                                                    | 1.778e+004     |                |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                          | 32.17        | 0.8236                                                   | 32.17          |                |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -7.232e+007  | -1.008e+007                                              | -7.021e+007    |                |                    |
| 35 | Compositions                                                                                                                       |              |                                                          |                | Fluid Pkg: All |                    |
| 36 | Name                                                                                                                               | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2         | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1399         | 0.1399             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.2125         | 0.2125             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000         | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000         | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0516         | 0.0516             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.1196         | 0.1196             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.2182         | 0.2182             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.2581         | 0.2581             |
| 46 | Name                                                                                                                               | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4       | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.1399       | 0.1399                                                   | 0.1399         | 0.1399         | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.2125       | 0.2125                                                   | 0.2125         | 0.2125         | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000         | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000         | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0516       | 0.0516                                                   | 0.0516         | 0.0516         | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.1196       | 0.1196                                                   | 0.1196         | 0.1196         | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.2182       | 0.2182                                                   | 0.2182         | 0.2182         | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.2581       | 0.2581                                                   | 0.2581         | 0.2581         | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                                                                               | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |                |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                           | 0.1475       | 0.0000                                                   | 0.1475         |                |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                          | 0.2241       | 0.0000                                                   | 0.2241         |                |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |                |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                            | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |                |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                               | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |                |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                               | 0.1261       | 0.0000                                                   | 0.1261         |                |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                                | 0.2300       | 0.0000                                                   | 0.2300         |                |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                          | 0.2722       | 0.0000                                                   | 0.2722         |                |                    |
| 64 | Energy Streams                                                                                                                     |              |                                                          |                | Fluid Pkg: All |                    |
| 65 | Name                                                                                                                               | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5        | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -3.722e+007  | -6.593e-008                                              | 1.644e-003     | -1.698e+007    | 2.110e+006         |
| 68 |                                                                                                                                    |              |                                                          |                |                |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2    |                    |

|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 18:31:22 2017                      |                |                |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                    |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 8  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                                                                         |                    |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 10 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 11 | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |                |            |
| 12 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -2.642e+007        |                                                          |                |                |            |
| 13 | Unit Ops                                                                                                                           |                    |                                                          |                |                |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |                |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 25 |                                                                                                                                    |                    | Vapor4                                                   | SYNGAS         |                |            |
| 26 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Energy5                                                  | BOTTOM         | No             | 500.0 *    |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |                |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2    |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 45. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 700°C


|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 18:32:58 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 700.0 *                                                  | 700.0          | 700.0       | 700.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1483         | 1080                                                     | 191.2          | 1033        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 1.900e+004 * | 1.670e+004                                               | 2296           | 1.860e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 30.22        | 34.59                                                    | 1.398          | 34.93       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 306.8        | -2.479e+007                                              | 2.148e+006     | -4.300e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 700.0        | 700.0                                                    | 700.0          | 700.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1033         | 0.0000                                                   | 1033           | 0.0000      | 65.86              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 1.860e+004   | 0.0000                                                   | 1.860e+004     | 0.0000      | 1900 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 34.93        | 0.0000                                                   | 34.93          | 0.0000      | 2.196              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -4.300e+007  | -0.0000                                                  | -4.300e+007    | -0.0000     | -538.9             |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 700.0                                                    | 109.7          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1001         | 32.50                                                    | 1001           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 1.802e+004   | 585.5                                                    | 1.802e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 34.34        | 0.5867                                                   | 34.34          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -5.765e+007  | -7.047e+006                                              | -5.512e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0480      | 0.0480             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.1820      | 0.1820             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0315      | 0.0315             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0433      | 0.0433             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3179      | 0.3179             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.3775      | 0.3775             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0480       | 0.0480                                                   | 0.0480         | 0.0480      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.1820       | 0.1820                                                   | 0.1820         | 0.1820      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0315       | 0.0315                                                   | 0.0315         | 0.0315      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0433       | 0.0433                                                   | 0.0433         | 0.0433      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3179       | 0.3179                                                   | 0.3179         | 0.3179      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3775       | 0.3775                                                   | 0.3775         | 0.3775      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0495       | 0.0000                                                   | 0.0495         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.1879       | 0.0000                                                   | 0.1879         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0447       | 0.0000                                                   | 0.0447         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3282       | 0.0000                                                   | 0.3282         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3897       | 0.0000                                                   | 0.3897         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.821e+007  | -6.159e-008                                              | 1.190e-003     | -2.170e+007 | 2.531e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|
| 1  | Company Name Not Available                                                        |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |                |            |
| 2  | Bedford, MA                                                                       |                       | Unit Set: SI                                             |                |                |            |
| 3  | USA                                                                               |                       | Date/Time: Sat Nov 11 18:32:58 2017                      |                |                |            |
| 4  |  |                       |                                                          |                |                |            |
| 5  |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                          |                       |                                                          |                |                |            |
| 7  |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 8  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                 |                       |                                                          |                |                |            |
| 9  |                                                                                   |                       |                                                          |                | Fluid Pkg: All |            |
| 10 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 11 | Name                                                                              | Q-100                 |                                                          |                |                |            |
| 12 | Heat Flow                                                                         | (kJ/h)                | -2.264e+007                                              |                |                |            |
| 13 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 14 | <b>Unit Ops</b>                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 15 | Operation Name                                                                    | Operation Type        | Feeds                                                    | Products       | Ignored        | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                           | Gibbs Reactor         | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No             | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                   |                       | Q-100                                                    | Vapor1         |                |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                      | Gibbs Reactor         | Vapor1                                                   | Liquido2       | No             | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                   |                       | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |                |            |
| 20 |                                                                                   |                       | Energy2                                                  |                |                |            |
| 21 | GBR-102                                                                           | Gibbs Reactor         | Vapor2                                                   | Liquido3       | No             | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                   |                       | Energy3                                                  | Vapor3         |                |            |
| 23 | GBR-103                                                                           | Gibbs Reactor         | Vapor3                                                   | Liquido4       | No             | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                   |                       | Energy4                                                  | Vapor4         |                |            |
| 25 | X-100                                                                             | Component Splitter    | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No             | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                   |                       | Energy5                                                  | BOTTOM         |                |            |
| 27 | SET-2                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                             | Set                   |                                                          |                | No             | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                             | Compressor            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No             | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                   |                       | Energy6                                                  |                |                |            |
| 35 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 36 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 37 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 38 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 39 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 40 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 41 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 42 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 43 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 44 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 45 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 46 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 47 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 48 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 49 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 50 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 51 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 52 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 53 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 54 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 55 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 56 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 57 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 58 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 59 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 60 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 61 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 62 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 63 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 64 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 65 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 66 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 67 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 68 |                                                                                   |                       |                                                          |                |                |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             | Aspen HYSYS Version 9 |                                                          | Page 2 of 2    |                |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

## ANEXO 46. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 800°C


|    |                                                                                                                              |              |             |                                                          |             |                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------------------------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                                                                             |              |             | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |             |                    |
| 2  |                                                                                                                              |              |             | Unit Set: SI                                             |             |                    |
| 3  |                                                                                                                              |              |             | Date/Time: Sat Nov 11 18:33:27 2017                      |             |                    |
| 4  |                                                                                                                              |              |             |                                                          |             |                    |
| 5  |                                                                                                                              |              |             |                                                          |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                                                                                 |              |             |                                                          |             |                    |
| 7  |                                                                                                                              |              |             |                                                          |             |                    |
| 8  |                                                                                                                              |              |             |                                                          |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                    |              |             |                                                          |             |                    |
| 10 |                                                                                                                              |              |             |                                                          |             |                    |
| 11 | Name                                                                                                                         | Arundo Donax | Vapor1      | Liquido1                                                 | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                                                                              | 0.5860       | 1.0000      | 0.0000 *                                                 | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                                                                              | 25.00 *      | 800.0 *     | 800.0                                                    | 800.0       | 800.0              |
| 14 | Pressure (kPa)                                                                                                               | 101.3 *      | 101.3       | 101.3                                                    | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                        | 1483         | 1080        | 191.2                                                    | 1109        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                             | 1.900e+004 * | 1.670e+004  | 2296                                                     | 1.860e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                    | 30.22        | 34.59       | 1.398                                                    | 36.06       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                             | 306.8        | -2.134e+007 | 2.532e+006                                               | -2.988e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                                                                         | Vapor3       | Liquido3    | Vapor4                                                   | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                                                                              | 1.0000       | 0.0000 *    | 1.0000                                                   | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                                                                              | 800.0        | 800.0       | 800.0                                                    | 800.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                                                                               | 101.3        | 101.3       | 101.3                                                    | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                        | 1109         | 0.0000      | 1109                                                     | 0.0000      | 65.86              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                             | 1.860e+004   | 0.0000      | 1.860e+004                                               | 0.0000      | 1900 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                    | 36.06        | 0.0000      | 36.06                                                    | 0.0000      | 2.196              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                             | -2.988e+007  | -0.0000     | -2.988e+007                                              | -0.0000     | -538.9             |
| 27 | Name                                                                                                                         | SYNGAS       | BOTTOM      | Gas Comprimido                                           |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                                                                              | 1.0000       | 1.0000      | 1.0000                                                   |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                                                                              | 25.00 *      | 800.0       | 111.8                                                    |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                                                                               | 101.3        | 101.3       | 202.6 *                                                  |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                                                                        | 1088         | 20.81       | 1088                                                     |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                                                                             | 1.823e+004   | 374.8       | 1.823e+004                                               |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                                                                    | 35.68        | 0.3756      | 35.68                                                    |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                             | -5.159e+007  | -4.425e+006 | -4.883e+007                                              |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                        |              |             |                                                          |             |                    |
| 36 |                                                                                                                              |              |             |                                                          |             |                    |
| 37 | Name                                                                                                                         | Arundo Donax | Vapor1      | Liquido1                                                 | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                     | 0.0000 *     | 0.0000      | 0.0000                                                   | 0.0105      | 0.0105             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                    | 0.0917 *     | 0.1259      | 0.0000                                                   | 0.1696      | 0.1696             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                      | 0.1425 *     | 0.0000      | 0.0000                                                   | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                      | 0.4140 *     | 0.0000      | 1.0000                                                   | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                         | 0.0000 *     | 0.0000      | 0.0000                                                   | 0.0188      | 0.0188             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                         | 0.0000 *     | 0.0000      | 0.0000                                                   | 0.0167      | 0.0167             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                          | 0.0000 *     | 0.3913      | 0.0000                                                   | 0.3539      | 0.3539             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                    | 0.3518 *     | 0.4828      | 0.0000                                                   | 0.4305      | 0.4305             |
| 46 | Name                                                                                                                         | Vapor3       | Liquido3    | Vapor4                                                   | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                     | 0.0105       | 0.0105      | 0.0105                                                   | 0.0105      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                    | 0.1696       | 0.1696      | 0.1696                                                   | 0.1696      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                      | 0.0000       | 0.0000      | 0.0000                                                   | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                      | 0.0000       | 0.0000      | 0.0000                                                   | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                         | 0.0188       | 0.0188      | 0.0188                                                   | 0.0188      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                         | 0.0167       | 0.0167      | 0.0167                                                   | 0.0167      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                          | 0.3539       | 0.3539      | 0.3539                                                   | 0.3539      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                    | 0.4305       | 0.4305      | 0.4305                                                   | 0.4305      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                                                                         | SYNGAS       | BOTTOM      | Gas Comprimido                                           |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                                                                     | 0.0107       | 0.0000      | 0.0107                                                   |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                                                                    | 0.1728       | 0.0000      | 0.1728                                                   |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                                                                      | 0.0000       | 0.0000      | 0.0000                                                   |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                                                                      | 0.0000       | 0.0000      | 0.0000                                                   |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                                                                         | 0.0000       | 1.0000      | 0.0000                                                   |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                                                                         | 0.0170       | 0.0000      | 0.0170                                                   |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                                                                          | 0.3607       | 0.0000      | 0.3607                                                   |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                                                                    | 0.4388       | 0.0000      | 0.4388                                                   |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                      |              |             |                                                          |             |                    |
| 65 |                                                                                                                              |              |             |                                                          |             |                    |
| 66 | Name                                                                                                                         | Energy2      | Energy3     | Energy4                                                  | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                             | -8.543e+006  | -8.264e-009 | 7.222e-005                                               | -2.613e+007 | 2.758e+006         |
| 68 |                                                                                                                              |              |             |                                                          |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc. <span style="float: left;">Aspen HYSYS Version 9</span> <span style="float: right;">Page 1 of 2</span> |              |             |                                                          |             |                    |

|    |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                       | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |
| 2  |                                                                                                                                    |                       | Unit Set: SI                                             |                |             |            |
| 3  |                                                                                                                                    |                       | Date/Time: Sat Nov 11 18:33:27 2017                      |                |             |            |
| 4  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 5  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                                                                           |                       |                                                          |                |             |            |
| 7  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 8  |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 9  | Energy Streams (continued)                                                                                                         |                       |                                                          | Fluid Pkg: All |             |            |
| 10 | Name                                                                                                                               | Q-100                 |                                                          |                |             |            |
| 11 | Heat Flow (kJ/h)                                                                                                                   | -1.881e+007           |                                                          |                |             |            |
| 12 | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 13 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 14 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 15 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type        | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |
| 16 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |
| 17 |                                                                                                                                    |                       | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |
| 18 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor         | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |
| 19 |                                                                                                                                    |                       | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |
| 20 |                                                                                                                                    |                       | Energy2                                                  |                |             |            |
| 21 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |
| 22 |                                                                                                                                    |                       | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |
| 23 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor         | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |
| 24 |                                                                                                                                    |                       | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |
| 25 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter    | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *    |
| 26 |                                                                                                                                    |                       | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |            |
| 27 | SET-2                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 28 | SET-3                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 29 | SET-4                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 30 | SET-5                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 31 | SET-6                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 32 | SET-7                                                                                                                              | Set                   |                                                          |                | No          | 500.0 *    |
| 33 | K-100                                                                                                                              | Compressor            | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |
| 34 |                                                                                                                                    |                       | Energy6                                                  |                |             |            |
| 35 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 36 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 37 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 38 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 39 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 40 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 41 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 42 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 43 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 44 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 45 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 46 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 47 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 48 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 49 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 50 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 51 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 52 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 53 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 54 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 55 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 56 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 57 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 58 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 59 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 60 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 61 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 62 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 63 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 64 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 65 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 66 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 67 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 68 |                                                                                                                                    |                       |                                                          |                |             |            |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              | Aspen HYSYS Version 9 |                                                          |                | Page 2 of 2 |            |

Fuente: Autor Hysys V 9.0

# ANEXO 47. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 900°C

|    |                            |              |                                                          |                |             |                    |
|----|----------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  |                            |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  | aspentech                  |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  | Company Name Not Available |              | Date/Time: Sat Nov 11 18:34:36 2017                      |                |             |                    |
| 4  | Bedford, MA                |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  | USA                        |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | Workbook: Case (Main)      |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                            |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                            |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | Material Streams           |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 | Fluid Pkg: All             |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                       | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction            | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)            | 25.00 *      | 900.0 *                                                  | 900.0          | 900.0       | 900.0              |
| 14 | Pressure (kPa)             | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)      | 1483         | 1080                                                     | 191.2          | 1129        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)           | 1.900e+004 * | 1.670e+004                                               | 2296           | 1.860e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)  | 30.22        | 34.59                                                    |                | 36.34       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)           | 306.8        | -1.784e+007                                              | 2.921e+006     | -2.371e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                       | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction            | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)            | 900.0        | 900.0                                                    | 900.0          | 900.0       | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)             | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)      | 1129         | 0.0000                                                   | 1129           | 0.0000      | 65.86              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)           | 1.860e+004   | 0.0000                                                   | 1.860e+004     | 0.0000      | 1900 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)  | 36.34        | 0.0000                                                   | 36.34          | 0.0000      | 2.196              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)           | -2.371e+007  | -0.0000                                                  | -2.371e+007    | -0.0000     | -538.9             |
| 27 | Name                       | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction            | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)            | 25.00 *      | 900.0                                                    | 112.3          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)             | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)      | 1111         | 18.03                                                    | 1111           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)           | 1.828e+004   | 324.8                                                    | 1.828e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)  | 36.02        | 0.3254                                                   | 36.02          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)           | -4.994e+007  | -3.757e+006                                              | -4.713e+007    |             |                    |
| 35 | Compositions               |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 | Fluid Pkg: All             |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                       | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)   | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0016      | 0.0016             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)  | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.1666      | 0.1666             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)    | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)    | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)       | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0160      | 0.0160             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)       | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0102      | 0.0102             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)        | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3627      | 0.3627             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)  | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.4429      | 0.4429             |
| 46 | Name                       | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)   | 0.0016       | 0.0016                                                   | 0.0016         | 0.0016      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)  | 0.1666       | 0.1666                                                   | 0.1666         | 0.1666      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)    | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)    | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)       | 0.0160       | 0.0160                                                   | 0.0160         | 0.0160      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)       | 0.0102       | 0.0102                                                   | 0.0102         | 0.0102      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)        | 0.3627       | 0.3627                                                   | 0.3627         | 0.3627      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)  | 0.4429       | 0.4429                                                   | 0.4429         | 0.4429      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                       | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)   | 0.0017       | 0.0000                                                   | 0.0017         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)  | 0.1693       | 0.0000                                                   | 0.1693         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)    | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)    | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)       | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)       | 0.0103       | 0.0000                                                   | 0.0103         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)        | 0.3686       | 0.0000                                                   | 0.3686         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)  | 0.4501       | 0.0000                                                   | 0.4501         |             |                    |
| 64 | Energy Streams             |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 | Fluid Pkg: All             |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                       | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)           | -5.864e+006  | 0.0000                                                   | 1.081e-006     | -2.999e+007 | 2.816e+006         |
| 68 |                            |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.      |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |


|    |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|--|
| 1  |  Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA |                    | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |            |  |
| 2  |                                                                                                                                    |                    | Unit Set: SI                                             |                |             |            |  |
| 3  |                                                                                                                                    |                    | Date/Time: Sat Nov 11 18:34:36 2017                      |                |             |            |  |
| 4  |                                                                                                                                    |                    | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                 |                |             |            |  |
| 5  |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 6  | <b>Energy Streams (continued)</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>                                                |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 7  | Name                                                                                                                               | Q-100              |                                                          |                |             |            |  |
| 8  | Heat Flow                                                                                                                          | (kJ/h)             | -1.492e+007                                              |                |             |            |  |
| 9  | <b>Unit Ops</b>                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 10 | Operation Name                                                                                                                     | Operation Type     | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level |  |
| 11 | GBR-100                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *    |  |
| 12 |                                                                                                                                    |                    | Q-100                                                    | Vapor1         |             |            |  |
| 13 | GASIFICACION                                                                                                                       | Gibbs Reactor      | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *    |  |
| 14 |                                                                                                                                    |                    | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |            |  |
| 15 |                                                                                                                                    |                    | Energy2                                                  |                |             |            |  |
| 16 | GBR-102                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *    |  |
| 17 |                                                                                                                                    |                    | Energy3                                                  | Vapor3         |             |            |  |
| 18 | GBR-103                                                                                                                            | Gibbs Reactor      | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *    |  |
| 19 |                                                                                                                                    |                    | Energy4                                                  | Vapor4         |             |            |  |
| 20 |                                                                                                                                    |                    | Vapor4                                                   | SYNGAS         |             |            |  |
| 21 | X-100                                                                                                                              | Component Splitter | Energy5                                                  | BOTTOM         | No          | 500.0 *    |  |
| 22 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 23 | SET-2                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 24 | SET-3                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 25 | SET-4                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 26 | SET-5                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 27 | SET-6                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 28 | SET-7                                                                                                                              | Set                |                                                          |                | No          | 500.0 *    |  |
| 29 | K-100                                                                                                                              | Compressor         | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *    |  |
| 30 |                                                                                                                                    |                    | Energy6                                                  |                |             |            |  |
| 31 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 32 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 33 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 34 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 35 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 36 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 37 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 38 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 39 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 40 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 41 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 42 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 43 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 44 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 45 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 46 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 47 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 48 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 49 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 50 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 51 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 52 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 53 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 54 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 55 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 56 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 57 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 58 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 59 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 60 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 61 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 62 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 63 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 64 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 65 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 66 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 67 |                                                                                                                                    |                    |                                                          |                |             |            |  |
| 68 | Aspen Technology Inc.                                                                                                              |                    | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |            |  |

Fuente: Autor Hysys V 9.0



## ANEXO 48. Relación Biomasa/A. G (10) - Temperatura 1000°C

|    |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA                          |              | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                    |
| 2  |                                                                           |              | Unit Set: SI                                             |                |             |                    |
| 3  |                                                                           |              | Date/Time: Sat Nov 11 18:35:04 2017                      |                |             |                    |
| 4  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 5  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main)</b>                                              |              |                                                          |                |             |                    |
| 7  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 8  |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 9  | <b>Material Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span> |              |                                                          |                |             |                    |
| 10 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 11 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 12 | Vapour Fraction                                                           | 0.5860       | 1.0000                                                   | 0.0000 *       | 1.0000      | 0.0000 *           |
| 13 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 1000 *                                                   | 1000           | 1000        | 1000               |
| 14 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3 *      | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3              |
| 15 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1483         | 1080                                                     | 191.2          | 1132        | 0.0000             |
| 16 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 1.900e+004 * | 1.670e+004                                               | 2296           | 1.860e+004  | 0.0000             |
| 17 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 30.22        | 34.59                                                    | 1.398          | 36.35       | 0.0000             |
| 18 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | 306.8        | -1.431e+007                                              | 3.313e+006     | -1.952e+007 | -0.0000            |
| 19 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 20 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 0.0000 *                                                 | 1.0000         | 0.0000 *    | 1.0000 *           |
| 21 | Temperature (C)                                                           | 1000         | 1000                                                     | 1000           | 1000        | 25.00 *            |
| 22 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 101.3          | 101.3       | 101.3 *            |
| 23 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1132         | 0.0000                                                   | 1132           | 0.0000      | 65.86              |
| 24 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 1.860e+004   | 0.0000                                                   | 1.860e+004     | 0.0000      | 1900 *             |
| 25 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 36.35        | 0.0000                                                   | 36.35          | 0.0000      | 2.196              |
| 26 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -1.952e+007  | -0.0000                                                  | -1.952e+007    | -0.0000     | -538.9             |
| 27 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 28 | Vapour Fraction                                                           | 1.0000       | 1.0000                                                   | 1.0000         |             |                    |
| 29 | Temperature (C)                                                           | 25.00 *      | 1000                                                     | 112.4          |             |                    |
| 30 | Pressure (kPa)                                                            | 101.3        | 101.3                                                    | 202.6 *        |             |                    |
| 31 | Molar Flow (kgmole/h)                                                     | 1113         | 18.78                                                    | 1113           |             |                    |
| 32 | Mass Flow (kg/h)                                                          | 1.827e+004   | 338.3                                                    | 1.827e+004     |             |                    |
| 33 | Liquid Volume Flow (m3/h)                                                 | 36.02        | 0.3389                                                   | 36.02          |             |                    |
| 34 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -4.934e+007  | -3.832e+006                                              | -4.652e+007    |             |                    |
| 35 | <b>Compositions</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>     |              |                                                          |                |             |                    |
| 36 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 37 | Name                                                                      | Arundo Donax | Vapor1                                                   | Liquido1       | Vapor2      | Liquido2           |
| 38 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0003      | 0.0003             |
| 39 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.0917 *     | 0.1259                                                   | 0.0000         | 0.1661      | 0.1661             |
| 40 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.1425 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 41 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.4140 *     | 0.0000                                                   | 1.0000         | 0.0000      | 0.0000             |
| 42 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0166      | 0.0166             |
| 43 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0000 *     | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0081      | 0.0081             |
| 44 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.0000 *     | 0.3913                                                   | 0.0000         | 0.3651      | 0.3651             |
| 45 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.3518 *     | 0.4828                                                   | 0.0000         | 0.4438      | 0.4438             |
| 46 | Name                                                                      | Vapor3       | Liquido3                                                 | Vapor4         | Liquido4    | Agente Gasificante |
| 47 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0003       | 0.0003                                                   | 0.0003         | 0.0003      | 0.0000 *           |
| 48 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.1661       | 0.1661                                                   | 0.1661         | 0.1661      | 0.7900 *           |
| 49 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.2100 *           |
| 50 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         | 0.0000      | 0.0000 *           |
| 51 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0166       | 0.0166                                                   | 0.0166         | 0.0166      | 0.0000 *           |
| 52 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0081       | 0.0081                                                   | 0.0081         | 0.0081      | 0.0000 *           |
| 53 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3651       | 0.3651                                                   | 0.3651         | 0.3651      | 0.0000 *           |
| 54 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.4438       | 0.4438                                                   | 0.4438         | 0.4438      | 0.0000 *           |
| 55 | Name                                                                      | SYNGAS       | BOTTOM                                                   | Gas Comprimido |             |                    |
| 56 | Comp Mole Frac (Methane)                                                  | 0.0003       | 0.0000                                                   | 0.0003         |             |                    |
| 57 | Comp Mole Frac (Nitrogen)                                                 | 0.1689       | 0.0000                                                   | 0.1689         |             |                    |
| 58 | Comp Mole Frac (Oxygen)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 59 | Comp Mole Frac (Carbon)                                                   | 0.0000       | 0.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 60 | Comp Mole Frac (H2O)                                                      | 0.0000       | 1.0000                                                   | 0.0000         |             |                    |
| 61 | Comp Mole Frac (CO2)                                                      | 0.0082       | 0.0000                                                   | 0.0082         |             |                    |
| 62 | Comp Mole Frac (CO)                                                       | 0.3713       | 0.0000                                                   | 0.3713         |             |                    |
| 63 | Comp Mole Frac (Hydrogen)                                                 | 0.4513       | 0.0000                                                   | 0.4513         |             |                    |
| 64 | <b>Energy Streams</b> <span style="float: right;">Fluid Pkg: All</span>   |              |                                                          |                |             |                    |
| 65 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 66 | Name                                                                      | Energy2      | Energy3                                                  | Energy4        | Energy5     | Energy6            |
| 67 | Heat Flow (kJ/h)                                                          | -5.216e+006  | 0.0000                                                   | 1.265e-008     | -3.365e+007 | 2.823e+006         |
| 68 |                                                                           |              |                                                          |                |             |                    |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                     |              | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 1 of 2 |                    |

|    |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------|----------------|--|
| 1  |                                                                                   |                                                  | Case Name: modelo final de gasificacion arundo donax.bk0 |                |             |                |  |
| 2  |                                                                                   |                                                  | Unit Set: SI                                             |                |             |                |  |
| 3  |  | Company Name Not Available<br>Bedford, MA<br>USA | Date/Time: Sat Nov 11 18:35:04 2017                      |                |             |                |  |
| 4  |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 5  |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 6  | <b>Workbook: Case (Main) (continued)</b>                                          |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 7  |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 8  | <b>Energy Streams (continued)</b>                                                 |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 9  |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             | Fluid Pkg: All |  |
| 10 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 11 | Name                                                                              | Q-100                                            |                                                          |                |             |                |  |
| 12 | Heat Flow                                                                         | (kJ/h)                                           | -1.099e+007                                              |                |             |                |  |
| 13 | <b>Unit Ops</b>                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 14 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 15 | Operation Name                                                                    | Operation Type                                   | Feeds                                                    | Products       | Ignored     | Calc Level     |  |
| 16 | GBR-100                                                                           | Gibbs Reactor                                    | Arundo Donax                                             | Liquido1       | No          | 500.0 *        |  |
| 17 |                                                                                   |                                                  | Q-100                                                    | Vapor1         |             |                |  |
| 18 | GASIFICACION                                                                      | Gibbs Reactor                                    | Vapor1                                                   | Liquido2       | No          | 500.0 *        |  |
| 19 |                                                                                   |                                                  | Agente Gasificante                                       | Vapor2         |             |                |  |
| 20 |                                                                                   |                                                  | Energy2                                                  |                |             |                |  |
| 21 | GBR-102                                                                           | Gibbs Reactor                                    | Vapor2                                                   | Liquido3       | No          | 500.0 *        |  |
| 22 |                                                                                   |                                                  | Energy3                                                  | Vapor3         |             |                |  |
| 23 | GBR-103                                                                           | Gibbs Reactor                                    | Vapor3                                                   | Liquido4       | No          | 500.0 *        |  |
| 24 |                                                                                   |                                                  | Energy4                                                  | Vapor4         |             |                |  |
| 25 | X-100                                                                             | Component Splitter                               | Vapor4                                                   | SYNGAS         | No          | 500.0 *        |  |
| 26 |                                                                                   |                                                  | Energy5                                                  | BOTTOM         |             |                |  |
| 27 | SET-2                                                                             | Set                                              |                                                          |                | No          | 500.0 *        |  |
| 28 | SET-3                                                                             | Set                                              |                                                          |                | No          | 500.0 *        |  |
| 29 | SET-4                                                                             | Set                                              |                                                          |                | No          | 500.0 *        |  |
| 30 | SET-5                                                                             | Set                                              |                                                          |                | No          | 500.0 *        |  |
| 31 | SET-6                                                                             | Set                                              |                                                          |                | No          | 500.0 *        |  |
| 32 | SET-7                                                                             | Set                                              |                                                          |                | No          | 500.0 *        |  |
| 33 | K-100                                                                             | Compressor                                       | SYNGAS                                                   | Gas Comprimido | No          | 500.0 *        |  |
| 34 |                                                                                   |                                                  | Energy6                                                  |                |             |                |  |
| 35 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 36 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 37 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 38 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 39 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 40 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 41 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 42 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 43 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 44 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 45 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 46 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 47 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 48 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 49 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 50 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 51 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 52 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 53 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 54 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 55 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 56 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 57 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 58 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 59 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 60 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 61 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 62 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 63 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 64 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 65 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 66 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 67 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 68 |                                                                                   |                                                  |                                                          |                |             |                |  |
| 69 | Aspen Technology Inc.                                                             |                                                  | Aspen HYSYS Version 9                                    |                | Page 2 of 2 |                |  |

Fuente: Autor Hysys V 9.0