

**MANUAL DE PLANTA DE AMONIACO.
FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A**

**REALIZADO POR
YUDERLY BUELVAS PEREZ
YADIRA ORTIZ DURAN**

**REVISADO POR
Ing. Jaime Gonzalez**

**FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A
BARRANCABERMEJA**

2011

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
1. PLANTA DE AMONIACO	3
1.1 DESCRIPCION DE LA PLANTA DE AMONIACO DE FERTICOL S.A	3
1.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y SU FUNCIONAMIENTO.	5
1.2.1 Preparación de gas de carga.	10
Reformador secundario (H-2).....	14
1.2.2 Sistema de MEA Girbotol.....	25
Tanque de mezcla (D-14).	33
1.2.3 Producción de vapor.	34
1.2.4 Compresión.....	39
1.2.5 Síntesis de amoniaco.....	44
Intercambiador de calor (E-19).	45
5.5.6 Almacenaje de amoniaco.....	55
1.2.7 Sistema de bombeo.	58
1.2.8 Refrigeración.....	59
1.2.9 Licuefacción	59
1.2.10 Suministro de amoniaco.....	61
1.3 BALANCE DE MASA Y CARACTERIZACION DEL PROCESO.....	62
2. ANALISS DE CRITICIDAD.....	69
2.1 HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS.....	69
BIBLIOGRAFIA	196

1. PLANTA DE AMONIACO

1.1 DESCRIPCION DE LA PLANTA DE AMONIACO DE FERTICOL S.A.

Fue diseñada por Girdler Corporation de Louiaville Kentucky S.A. con una capacidad de producción de 65 toneladas métricas/día de amoniaco anhídrido, usando como materia prima gas natural.

En la planta de amoniaco de FERTICOL S.A, el gas natural primero se purifica, para luego ser reformado y convertido en gas de síntesis, el cual también es purificado, y comprimido para su conversión a amoniaco. Los vapores de amoniaco de condensan y almacenan en tanques especiales para luego ser bombeados hasta las plantas de FERTICOL S.A donde se utiliza para completar otros procesos de producción de fertilizantes.

A continuación se presenta el diagrama del proceso permitiendo observar el paso a paso de de los subprocesos y los equipos involucrados.

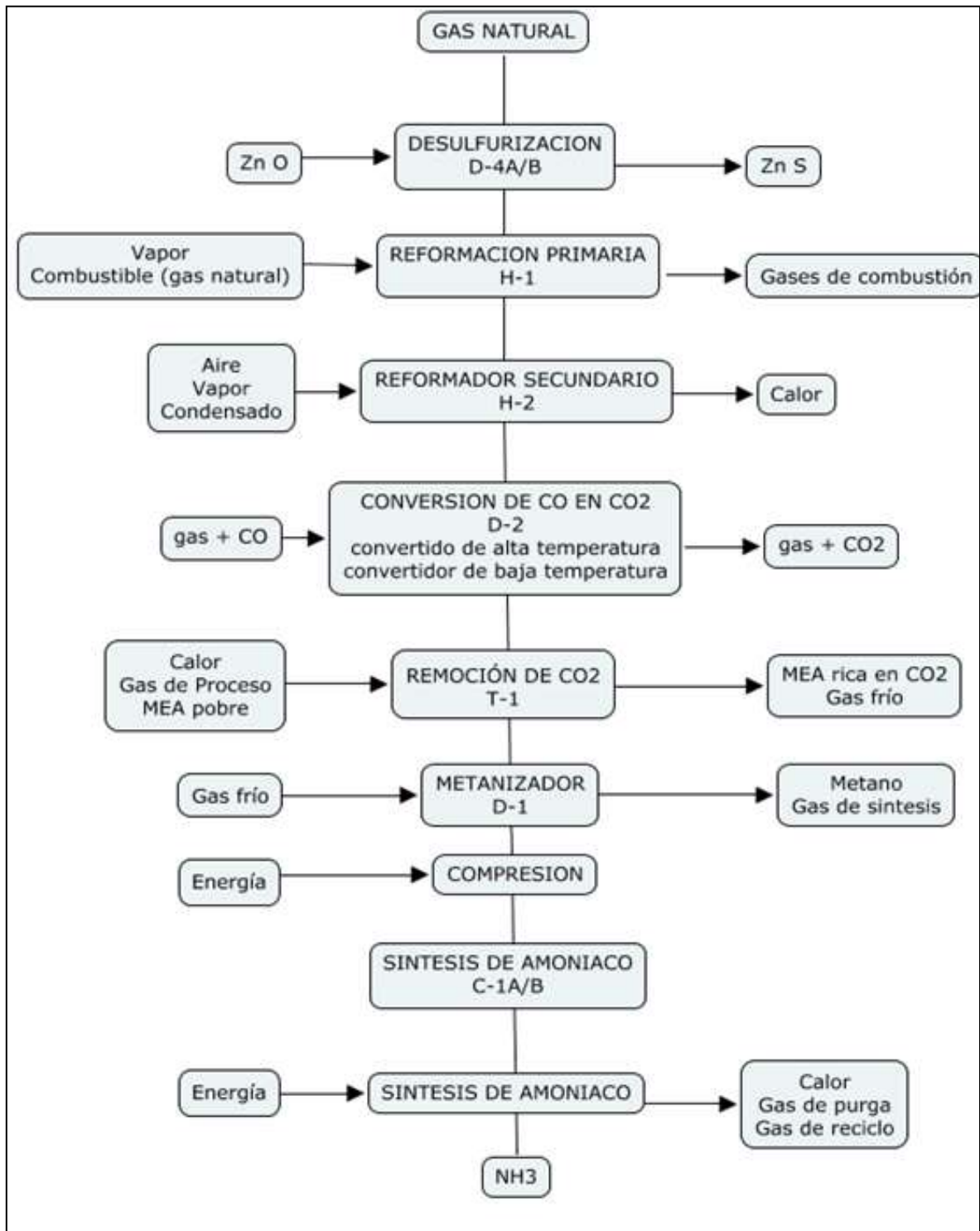


Figura 1. Diagrama de flujo de proceso de amoníaco.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y SU FUNCIONAMIENTO. El proceso de generación de amoniaco en FERTICOL S.A, consta básicamente de 5 subproceso los cuales son.

- A. Preparación de gas de carga.
- B. Sistema de MEA.
- C. Producción de vapor
- D. Compresión
- E. Síntesis de amoniaco.

A continuación se muestra en la tabla el listado completo de equipos que opera actualmente en la Planta de amónico por cada subproceso, el listado fue realizado en recorridos hechos a la Planta.

Tabla 1. .Listado de equipos por subproceso

PREPARACION DE GAS DE CARGA	
Tambores de carbón activado	Convertidor de CO
Precalentador de gas de carga	Intercambiador de calor de convertidor
Reformador primario	Tambor de enfriamiento del convertidor
Reformador secundario	Rehervidor de MEA
Separador de condensado	Bombas de condensado
Enfriador de gas de proceso	Absorbedora de CO ₂
Metanizador	Enfriador de gas de síntesis
Tambor de succión de los compresores	
SISTEMA DE MEA	
Intercambiadores de calor de MEA	Rehervidor de MEA
Enfriadores de solución	Enfriador de gas de acido
Bombas de MEA	Tanque de mezcla de MEA
Absorbedora de CO ₂	Tambor separador de condensado
Regeneradora de MEA	

PRODUCCION DE VAPOR	
Caldera de calor residual	Ventilador de tiro forzado
Ventilador de tiro inducido	Tambor de drenaje

COMPRESION	
1 compresor multiservicio.	
SINTESIS DE AMONIACO	
Filtro separador de aceite	Convertidor de amoniaco
Intercambiador de calor	Condensadores primario de amoniaco
Condensador secundario	Separador primario de amoniaco
Separadores secundarios de amoniaco	Tambor depresionador primario
Tambor depresionador secundario	Tambor depresionador final
ALMACENAJE DE AMONIACO	
Tanques de almacenamiento de alta presión	Sistema de bombeo
Tanques de baja presión	

Códigos de clasificación de los equipos de la planta de amoniaco

La Planta de Amoniaco en FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A al igual que las demás plantas de la empresa representa sus equipos dependiendo su función con letras y números.

- Los intercambiadores son representados con la letra **E**
- Los reformadores con la letra **H**
- Los tambores y torres de carbón activado con la letra **D y P**
- Absorbadora de CO₂, Regeneradora de MEA y Convertidor de amoniaco (Sistema de MEA) con la letra **T**
- Las bombas con la letra **P**

- Los tanques de almacenamiento con la letra **SR**
- Los compresores con la letra **CA**
- Los separadores con la letra **S**

Tabla 2. Listado de los equipos con códigos subproceso precalentado de gas de carga.

PREPARACIÓN DE GAS DE CARGA	
Tambores de carbón activado	D-4B y D-4B
Precalentador de gas de carga	E-1
Reformador primario	H-1
Reformador secundario	H-2
Separador de condensado	D-10
Enfriador de gas de proceso	E-4
Metanizador	D-1
Tambor de succión de los compresores	D-9
Convertidor de CO	D-2
Intercambiador de calor de convertidor	E-3
Tambor de enfriamiento del convertidor	D-3
Rehervidor de MEA	E-6
Bombas de condensado	P-2A Y P-2B
Absorbedora de CO ₂	T-1
Enfriador de gas de síntesis	E-5

Tabla 3. Listado de los equipos con códigos subproceso sistema MEA.

SISTEMA DE MEA	
Intercambiadores de calor de MEA	E-8A Y B
Enfriadores de solución	E-7 ^a
Bombas de MEA	P-1A Y P-1B
Absorbedora de CO ₂	T-1
Regeneradora de MEA	T-2
Rehervidor de MEA	E-6
Enfriador de gas de ácido	E-9
Tanque de mezcla de MEA	D-14 ^a
Tambor separador de condensado	D-14B

Tabla 4. Listado de los equipos con códigos subproceso producción de vapor

PRODUCCION DE VAPOR	
Caldera de calor residual	WHB-1
Ventilador de tiro inducido	IB-1
Ventilador de tiro forzado	AB-1
Tambor de drenaje	D-37

Tabla 5. Listado de los equipos con códigos subproceso compresión.

COMPRESION	
Compresor multiservicio	CA-1 Y 2

Tabla 6. Listado de los equipos con códigos subproceso precalentado de gas de carga.

SINTESIS DE AMONIACO	
Filtro separador de aceite	D-12
Intercambiador de calor	E-19
Condensador secundario	E-20
Separadores secundarios de amoniaco	S-2 Y S-2 ^a
Tambor depresionador secundario	D-7
Convertidor de amoniaco	T-3
Condensadores primario de amoniaco	E-21A Y E-28B
Separador primario de amoniaco	S-1
Tambor depresionador primario	D-6
Tambor depresionador final	D-8

Tabla 7. de los equipos con códigos subproceso almacenaje de amoniaco.

ALMACENAJE DE AMONIACO	
Tanques de almacenamiento de alta presión	SR-7 Y SR-8
Tanques de baja presión	SR-1,2,3,4 Y 5
Sistema de bombeo	PC-3 Y 4 PA-1 Y 2

1.2.1 Preparación de gas de carga.

Tambores de carbón activado D-4A/B: Cada tambor contiene aproximadamente 82.5 ft³ de carbón, en una camada de 6'8" de espesor. Estos tambores permiten que el azufre contenido en el gas natural sea removido en su totalidad. Este paso es muy importante ya que los compuestos de azufre contenido en el gas natural deben ser removidos en su totalidad, para evitar el envenenamiento de los reformadores.

Estos equipos deben ser regenerados regularmente, en condiciones normales de operación la regeneración debe hacerse cada 8 días, realizándose por medio de una válvula de 1 ½ pulgada conectada a la salida, hasta una línea de vapor sobrecalentado, en donde se inyectan 700 lbs/h de vapor sobrecalentado en sentido contrario al gas a una presión de 100 psig.

Diámetro interno (D.I): 48"

Espesor: 5/8"

Longitud: 8' 7"

Dos cargas de carbón activado:

- C-8 -1- 02 Gránulos (Mesh 12 x30)
- C -18 -1 Gránulos (Mesh 4 x 10)

Volumen total: 82.5 ft³

Temperatura: 125 F

Presión: 265 psig



Figura 2. Tambores de carbón activado D-4A/B.

Pre calentador de gas de carga (E-1): El gas natural fluye por el lado del casco, en donde se mezcla con vapor, esta mezcla se calienta aproximadamente a 715 F, por medio del intercambio de calor con el gas que fluye del reformador secundario por el lado de los tubos. La mezcla vapor – gas fluye hasta el reformador primario H-1, luego de pasar por el E-1.

Intercambiador de un solo paso, con 127 tubos

- Tubos: 3/4" OD.BWG 14, Longitud 12' - Presión: 200 Psi

Temperatura: 1025 – 350 °F

Mezcla de gases provenientes de 11 – 2

- Casco: 12.390" ID Y OD. 180" Espesor

Presión: 225 psi – Temp: 900°F

Se mezclan y precalientan vapor y gas que van al H-1

El controlador registrador de flujo FRC-2, opera la válvula FV-2, que se encuentra ubicada a la entrada del E-1, maneja la cantidad de vapor requerido en la inyección del E-1.



Figura 3. Pre calentador de gas de carga, E-1.

Reformador primario (H-1): Este equipo está construido por un casco de acero refractario y 48 tubos de aleación especial para resistir altas temperaturas, estos tubos están agrupados en 6 colectores de 8 tubos cada uno, montados en dos hileras paralelas, cada una de 3 colectores.

La mezcla vapor – gas, fluye hacia abajo por la sección tubular del reformador primario a una temperatura aproximada de 715 F, en donde se realiza la reacción de reforma en presencia del catalizador, el gas reformado debe mantener una temperatura cercana a 1375 F o tal que en el reformador secundario H-2 de aproximadamente 1620 F.

El calor requerido para que la reacción ocurra es suministrado por los quemadores de gas natural, situados en las paredes del horno. Cada pared tiene dos hileras de 12 quemadores cada uno con un total de 48 quemadores. El horno tiene una recámara en la parte central del piso, por donde

pasan los gases de combustión hacia la caldera de calor residual WHB-1, cediéndole calor por un ductor al E-23.

Este horno debe precalentarse hasta obtener una temperatura uniforme cerca a 1450 F en los gases de combustión, durante la combustión se debe tener en cuenta que esta sea lo más uniforme posible, para no tener puntos calientes y alcanzar un sobrecalentamiento.

El gas combustible suministrado al reformador primario es registrado por el FR-6 y controlada con la estación manual de carga MLS-35, que opera la válvula FV-35, manteniendo la presión de 65 psig por medio del controlador de presión PIC-67, que opera a válvula PV-7, instalada en la línea de entrada de combustible

En caso de falla, los detectores de llama FFC-1-1 y FFC-1-2, los cuales hacen sonar la alarma FFA -1 en caso de falla, y a su vez actuar sobre las válvulas solenoides SV-61, SV-3 y SV-11, cortando los flujos de combustible, gas de proceso y aire respectivamente.

Horno tipo modular para la reforma del gas natural

- Consta de 6 módulos de 8 tubos cada uno
- Colector de cada módulo: 6.3/4" O.D
- Tubos: 4.5/8" O.D x 3.9/16" x 10' 7.1/16" largo (MK modificado)
- Consta de 48 quemadores distribuidos en dos filas en sus paredes laterales.
- Tubos: catalizador C – 11 – 9 03 anillos (1/2" x 1/4 x 3/16)

Volumen del catalizador: 29 ft³

Temperatura de los tubos: 1725 F – 1800 F.



Figura 4. Reformador primario, H-1.

Reformador secundario (H-2): Los gases calientes del reformador primario fluyen hacia el reformador secundario, en donde se completa la reacción de reforma. El oxígeno del aire al reaccionar se convierte en monóxido de carbono y dióxido de carbono, quedando el gas libre de oxígeno.

Este reformador está compuesto por una sección refractaria, una camada de catalizador de reforma a base de níquel, y en la sección de fondos una camada con anillos rasching de acero inoxidable.

A la entrada del reformador secundario, el gas entra a 1375 F, mezclándose con aire precalentado a 900 F, proveniente del precalentador E-23.

Esta reacción es exotérmica, aumentando la temperatura del gas aproximadamente a 2100 F, a medida que el gas reformado pasa por la camada del catalizador, se realiza la reforma total, produciéndose una reacción endotérmica, bajando la temperatura al fondo de la camada del

catalizador hasta 1620 F, este catalizador es de 3 ft de espesor de anillos rasching de 1" de diámetro, en donde se agrega vapor para bajar la temperatura del gas reformado hasta 890 F.

Existen conexiones para controlar variables importantes en este equipo, tales como:

FRC-11: controlador de flujo de aire, opera la válvula FV-11.

FRC-63: Registrador controlador de flujo de vapor, opera la válvula FV-63.

FRC-43A: Registrador controlador de flujo de condensado. Operada por la válvula FV-43A.

HTA-6: Alarma de alta temperatura.

TRC-6: Registrado controlador de temperatura

Constitución

- Cono superior: Tiene cámara distribuida
- Cámara de reacción: Revestida internamente con refractario
- Camada de catalizador de 9' de C – 11 – 4 – 03.
- Anillos (3/4" x 3/4" x 3/8")

Carga: 90 ft³

- Bolas de alúmina de 1'1/2" de diámetro
- Cono inferior (de enfriamiento), camada de 3' de anillos rasching de 1' de diámetro.

Altura total: 26' y diámetro mayor 5'4" OD.

Presión: 200 psi

Temperatura: 650 F.



Imagen 5. Reformador primario.

Convertidor de CO₂ (D-2): En este equipo se lleva a cabo la conversión de monóxido de carbono a dióxido de carbono, el gas de carga es enfriado en el precalentador de gas de carga E-1 a 700 F, para luego fluir hasta el D-2, el cual está compuesto por dos secciones:

1ª sección: en la camada se contiene una capa de 7' 6'' de catalizador de alta temperatura, el cual convierte la mayor parte de monóxido de carbono en dióxido de carbono, con desprendimiento de hidrogeno. Este gas parcialmente convertido es enfriado en el intercambiador de calor E-3 y en el tambor de condensado D-3, para luego fluir a la sección inferior. La reacción que ocurre en el convertidor de alta temperatura es altamente exotérmica, produciendo un aumento de temperatura en la camada del catalizador de aproximadamente 80 F.

2ª sección: En esta sección se encuentra la camada del catalizador de baja temperatura de 9' 8'', el cual trabaja a una temperatura máxima de 500 F a la entrada, se debe trabajar a la temperatura más baja posible para aumentar su tiempo de vida, normalmente se emplean temperaturas aproximadas a 300 F; teniendo en cuenta estas condiciones el remanente de monóxido de

carbono proveniente en la corriente de gas del D-3 es convertido en dióxido de carbono. Esta reacción es exotérmica, conllevando a un aumento de temperatura aproximadamente de 40 F.

Recipiente dividido en dos secciones de 10'6" y 14" y 3" respectivamente.

Diámetro interior: 66 pulgadas.

- Sección superior: Camada de catalizador C – 12 – 1 – 02 y C – 12 – 1 – 05 de 7'6" y una bolsa de alúmina de 3" de alto.

Carga total: 180 ft³

- Sección inferior: Camada catalizador C – 18HC (tabletas) de 9' 10" y una de las bolas de alúmina de 3" de alta.

Presión Max de trabajo: 200 psig.

Temperatura máx. Parte superior: 850 F.

Temperatura máx. Parte inferior: 700 F.



Figura 6. Convertidor de CO.

Intercambiador de calor de convertidor (E-3). El gas saliente del convertidor de alta temperatura, debe ser enfriado antes del fluir hacia el convertidor de baja temperatura: dicho enfriamiento se realiza en dos etapas, la primera etapa es a través del intercambiador de calor E-3, en donde intercambia calor con el gas proveniente de la torre absorbadora T-1

El gas reformado ingresa por el lado de los tubos del E-3 a 780 F , saliendo subenfriado a 660 F , cediendo el calor al fluido que va por el lado del casco hacia el metanizador, el cual tiene un aumento de temperatura de 120 F a 525 F.

Intercambiador de un solo paso, con 12º tubos

➤ Tubos:3/4" OD. BWG 14, P.200 psi

Temperatura: 625°F

Gases que salen del D-2ª y pasan al D-2B

- Casco: 12.09" ID. Y 330" espesor y 7' 11 ¼" Longitud

P: 200 Psi

T.625°F

Gas de síntesis que viene de la T-1

Tambor de enfriamiento del convertidor (D-3). En este equipo se lleva a cabo la segunda etapa del enfriamiento del gas de proceso, a través de su mezcla con condensado, permitiendo que el gas tenga a la salida una temperatura de 660 F. Para poder alcanzar esta temperatura, el gas de proceso pasa a través de una camada de 2 ft de anillos rasching, con dimensiones de 1-1/2 " x 1-1/2 " fabricados en material de acero inoxidable, estos entran en contacto con el condensado impulsado por la bombas P-2A/B, permitiendo la disminución de temperatura hasta las condiciones deseadas. Es aquí donde se le adiciona el agua necesaria para complementar la reacción de conversión en el convertidor de baja temperatura.

Tambor enfriador de 18" OD, 3/16" espesor, 6' longitud

- Boquilla de atomización interna y una camada de 2 ft de anillos rasching de 1 ½" x 1 ½" de acero inoxidable.

Presión: 200 psig.

Temperatura: 350 F.

El registrador del flujo FR-5, indica el flujo de condensado al tambor de enfriamiento, el cual está controlado por el registrador controlador TRC- 126, operado por una válvula TV- 126, la cual se encuentra conectada en la entrada de la línea de condensado.

Separador de condensado (D-10). El vapor inyectado a través de la boquilla de atomización, se evapora a través del enfriamiento del gas; pasando por el haz de tubos del rehervidor cediendo calor a la corriente de MEA, siendo este vapor removido en el separador D-10. El gas libre de condensado fluye hasta el E-4, mientras que el condensado es succionado por las bombas P-2A/B

hasta el reformador secundario H-2, actuando como refrigerante también en el tambor de enfriamiento D-3, y la boquilla de atomización E-6.

El nivel en el D-10 se mantiene mediante el CD-3, un alto nivel en el separador es indicado por los switches L-1-1 y LS-1-2, los cuales activan las alarmas HLA-1 y LLA-1 el cual es un drenador continuo; el exceso de agua es enviada a la planta de agua desmineralizada.



Figura 7. Separador de condensados.

Bombas de condensado (P-2A/B). Son las encargadas de bombear el agua de enfriamiento del proceso; en operación normal una está en servicio y otra se encuentra con las válvulas abiertas lista para cualquier eventualidad de falla. Estas dos bombas son fundamentales ya que impulsan el condensado de enfriamiento hacia el H-2, D-3 y el E-6, teniendo en cuenta que estos equipos tienen conectadas líneas de emergencia de condensado en caso de alguna falla en la línea principal. Las características principales son:

Fluido: Condensado

Presión Succión: 2 Psig

Presión Descarga: 200 psig

Temperatura Succión: 300°F

Capacidad: 20 G.P.M

Potencia Motor: 7.5 HP

Velocidad: 3500 R.P.M



Figura 8. Bombas de condensado.

Enfriador de gas de proceso (E-4). Aquí se lleva a cabo la última parte de enfriamiento del proceso, desde el D-2 (convertidor de CO) hasta la T-1 (absorbedora de CO₂), efectuándose este en el E-4. En este intercambiador, el gas de proceso fluye por el casco a 235 F, enfriándose hasta 120 F con agua de enfriamiento que fluye por los tubos. El condensado formado es drenado a través del CD-2 a la alcantarilla.

Haz tubular es de tipo cabezal flotante con 161 tubos

- Tubos: 3/4" O.D BWC16, Longitud 16' - Presión: 75 Psig

T: 250°F

Fluido: Agua

- Casco: 14 3/4 " x 1 3/16" espesor

Presión casco: 200 Psig – T casco: 230 °F

Gas de proceso sufre enfriamiento alrededor de 120 °F

Absorbedora de CO₂, (T-1). El gas de proceso ingresa por el fondo de esta torre, atravesando una camada de sillas intalox de 25 ft de espesor, para salir por la cima de la torre.

El gas de proceso al entrar a la torre, hace contacto con la solución MEA (monoetanolamina), la cual fluye en contracorriente absorbiendo el dióxido de carbono contenido en el gas.

De la torre T-1, salen donde corrientes:

Corriente de MEA rica en CO₂: Sale de los fondos de la torre por gravedad hacia la cima de la torre regeneradora T-2.

Corriente de gas frío: Sale por la cima de la torre absorbadora, hacia el intercambiador E-3, en donde adquiere las condiciones necesarias para ingresar al metanizador D-1.

Características físicas:

54" I.D x 5/8" x 36' 10" Longitud

Internamente tiene una camada de 31: Sillas de cerámica

Intalox de 1 ½", además un distribuidor de MEA pobre y en la parte inferior el soporte de la camada de sillas.

Presión: 154 Psig –Temp: 125°F



Imagen 9. Enfriador de gas de proceso.

Metanizador (D-1). El gas sale de la torre absorbedora a 120 F, calentándose en el intercambiador de calor E-3 por el lado del casco. El gas entra por la cima del metanizador a través de una camada de catalizador de metanización de 6'7" de espesor.

Este equipo se encarga de retirar toda la cantidad de monóxido de carbono y dióxido de carbono remanente en el gas de proceso, que no haya sido removido en los convertidores ni en la torre absorbedora, estos serán convertidos en metano. Esta reacción es exotérmica, por lo tanto se genera un aumento de la temperatura a través de la camada del catalizador de 40 F.

Existe un control de alta temperatura, el cual está operado por la alarma HTC-55-8, dando aviso al switch automático, el cuál cerrará las válvulas de entrada al metanizador TV-95-1 y la TV-95-3 que es la válvula de entrada al D-9. Abriendo la válvula de pase TV-95-2, de tal modo que el metanizador queda en modo de pase cortando el flujo de gas a los compresores. También es necesario controlar la presión, la cual es medida por el PIC-22, el cuál actúa sobre la válvula PV-22.

Diámetro interno.48"espesor: 7/16"

Longitud: 8'7"

- Camada del catalizador: C-13-4-04(Esferas)

Carga total: 85 pies cúbicos

Presión: 200 psi - Temp: 650°F

Función: Conversión de CO Y CO₂ en Metano (CH₄)

Enfriador de gas de síntesis (E-5). El gas de proceso que sale del metanizador fluye por el lado del casco de este intercambiador de calor, enfriándose hasta 105 F, permitiendo el intercambio de calor con el agua de enfriamiento que fluye por los tubos. Al formarse condensado este es removido a la alcantarilla.

Intercambiador de cabeza flotante con 154 tubos

- Tubos: ¾" O.D. BWG14, Longitud 16' - Presión: 70 psig

Temperatura: 600 F

- Fluido: Agua
- Casco: Longitud 15'7 3/8" I.D. x 5/16" espesor

Presión: 200 psig - Temperatura: 650 – 350 F

Fluido: Gas de síntesis.

Tambor de succión de los compresores (D-9). El gas de síntesis está formado por hidrógeno y nitrógeno en una proporción de 3/1, mas una cantidad de metano y argón. El cuál llega desde el enfriador E-5 hasta el tambor de succión de los compresores D-9, en donde se separa cualquier

cantidad de condensado presente en el gas. La presión de succión en los compresores se mantiene a 148 psig, a través del indicador controlador de presión PIC-22, el cual controla las válvulas PV-22, protegido por la válvula de seguridad RV-7, calibrada para que se dispare a 180 psig.

1.2.2 Sistema de MEA Girbotol. Encargado de la depuración y recuperación de gases ácidos tales como el dióxido de carbono, los cuales son removidos del gas al entrar en contacto con la solución de aminas alifáticas. A su vez estos gases son removidos de la solución de MEA por medio de una regeneración con calor, ya que las sales de aminas se disocian fácilmente de los ácidos débiles en presencia del calor para poder ser usada nuevamente la solución MEA.

El agente utilizado en la solución MEA es monoetanolamina en una concentración de 15% - 17%.

Al pasar el gas de proceso por la torre absorbidora de CO₂, saldrán dos corrientes que son la solución MEA pobre, que fluye del fondo de la regeneradora T-2 hasta los intercambiadores E-8 A/B por el lado de cascos. Mientras que la MEA rica fluye hacia la regeneradora T-2 enfriándose de 230 F a 205 F, teniendo otra etapa de intercambio de calor, para disminuir su temperatura con ayuda del agua de enfriamiento que pasa por el lado tubos en los intercambiadores E-7A/B.

La solución MEA pobre es impulsada hasta la torre T-1 por las bombas P-1A/B, la cual bombea en operación normal 370 GPM, controlando este flujo con el registrador controlador FRC-19, que actúa sobre la válvula FV-19. Esta solución fluye hasta el fondo de la absorbidora de CO₂ a través de un cabezal, el cual asegura su distribución uniforme. Esta solución va en sentido contrario con el gas de proceso, y de este modo absorbe el CO₂, ocasionan una reacción exotérmica y un aumento de temperatura en el fondo de la camada de la torre absorbidora de 150 F.

Al fondo de la torre absorbidora, tendrá la salida la solución de MEA rica en CO₂, la cual se dirige, hacia el intercambiador de calor E-8A/B por el lado de tubos, para aumentar su temperatura a 200 F, con el intercambio de calor de la solución de MEA pobre que sale de la torre regeneradora. Luego la solución de MEA rica fluye hasta la cima de la regeneradora, la cual es controlada por una válvula (LV-2), que no permite que el CO₂ se separe antes que entre a la torre, esta solución también debe ser distribuida uniformemente sobre la camada de las sillas intalox, en donde se calienta mas debido al flujo de vapor que es adicionado en sentido contrario, el CO₂ junto con el vapor salen por la cima de la torre aproximadamente a 210 F, el cual inmediatamente pasa a

través del intercambiador de ácido (E-9), en donde el vapor se condensa y el ácido se enfría a 120 F.

El CO₂ es depositado en el tambor D-14 B, separando cualquier condensado que este contenga para luego fluir hasta los gasómetros, estos condensado que salen del E-9, son recirculados a la regeneradora, para mantener un nivel constante y controlar la temperatura en la cima.

El gas va descendiendo hasta acumularse en un plato en el fondo de la regeneradora, para luego pasar al rehervidor de MEA (E-6), por el lado de casco, hasta llegar al punto de ebullición, para generar vapor, el cual fluye a la cima de la torre calentando la solución descendente. El calentamiento se realiza a través del uso del calor residual proveniente del convertidor de CO de baja temperatura. En el fondo de la regeneradora la solución de MEA fluye, en donde se acumula completando el ciclo.

Intercambiador de MEA (E-8A/B). Contribuye a la transferencia de calor necesaria para el proceso Girbotol y evitar la separación de CO₂ antes que el gas entre a la T-2. La solución de MEA pobre, fluye al fondo de la regeneradora pasando por el lado de casco enfriándose de 230 F a 205 F transfiriéndole calor a la solución de MEA rica. Este equipo está protegido por una válvula (RV-17), la cual se dispara a 180 psig.

Intercambiador de 290 tubos

- Tubos: ¾" O.D B.W.G 16, longitud 10' E-8B(BWG14)

Presión: 180 psig – T 250 F.

Fluido: MEA rica hacia la T-2.

- Casco: 19 ¾" I.D y 3/8" espesor

Presión: 75 psig – T: 450 F

- Fluido: MEA pobre que va a las bombas de MEA.



Imagen 10. Intercambiador de calor de MEA.

Enfriadores de solución (E-7A/B). la solución de MEA pobre sub - enfriada del E-8A/B, fluye por el lado de tubos de los enfriadores de solución E-7A/B, esta solución se enfría hasta 120 F, por medio del intercambio de calor con el agua de enfriamiento que pasa a través del casco.

A través de la válvula de seguridad RV-9, calibrada para activarse a 75 psig, operando el sistema de agua de enfriamiento

Intercambiador de 360 tubos

- Tubos: 1" O.D., BWG 14, longitud 19' 8"

Presión: 75 psig – Temperatura: 450 F.

Fluido: Solución de amina (MEA).

- Casco: 27.26" I.D. B: 28.94"

Presión: 75 psig – Temperatura: 450 F.

Fluido: Agua.

- Tubos: catalizador: C-11 – 9 – 3 anillos (1/2" x 1/4" x 3/16")

Volumen del catalizador: 29 ft³

Presión: 212 psig.

Temperatura de tubos: 1725 – 1800 F.

La reforma del gas es ayudada por la presencia del catalizador.



Imagen 11. Enfriadores de solución.

Bombas de MEA (P-1A/B). Normalmente una está en servicio y la otra lista para cualquier eventualidad; pero durante el arranque inicial es necesario que ambas estén en servicio para que la bomba auxiliar retorne la MEA rica de la T-1 a la T-2 y de esta manera establecer la recirculación.

Fluido: Solución de Monoetanol Amina 18%(MEA)

Presión Succión: 2 Psig.

Presión descarga: 206 Psig

Temperatura Succion.120 °F

Capacidad.370 G.P.M

Potencia Motor: 75 HP

Velocidad: 3550 RPM



Imagen 12. Bombas de MEA.

Absorbedora de CO₂ (T-1). La solución de MEA pobre fluye por la cima de la absorbedora, siendo controlado este flujo por la FRC-19, operando la válvula FV-19; en caso que el flujo baje a 94 G.P.M, el switch FS-19, activará la alarma de flujo bajo LFA-19.

La solución de MEA pobre entra por la cima, fluyendo a través de un distribuidor, que asegura la homogeneidad de liquido sobre la camada de las sillas intalox. Esta solución fluye hacia el fondo de la camada absorbiendo todo el CO₂ de la corriente que fluye en contracorriente hacia el

metanizador. La solución de MEA rica, es depositada en el fondo de la T-1 para luego fluir a la cima de la T-2.

El nivel en el fondo de la absorberbedora es controlado por medio de la válvula LV-2, la cual está localizada en la línea de la entrada de la torre regeneradora. Mientras que el nivel en la abosorbedora está indicado por el indicador de nivel L-1-2, en caso de un bajo nivel, se activará el switch LS-2-1 ó L-S-2-2, el cual hará sonar la alarma de alto o bajo nivel HLA-2 ó LLA-2 respectivamente.

Para controlar la presión a 200 psig, está instalad una válvula de seguridad calibrada (RV-5).



Imagen 13. Absorbedora de CO2.

Regeneradora de MEA (T-2). La solución que sale de la absorbedora de CO2 a 150 F, es calentada hasta 200 F al pasar por los tubos de los intercambiadores de calor E-8A/B. La solución de MEA

rica caliente llega hasta la cima de la regeneradora de MEA T-2 por diferencia de presiones, esta fluye a través de la camada entrando en contacto con el vapor que fluye hacia arriba, saliendo una mezcla de gas y vapor por la cima de la regeneradora. La MEA pobre es recolectada en un plato localizado directamente debajo de la camada de sillas intalox, para luego fluir al rehervidor de MEA E-6.

Para la inspección de la torre se instalaron unos lagrimeos, a su vez, el equipo se encuentra protegido por una válvula de seguridad calibrada para que se accione a 30 psig. Para mantenerla en buen estado y evitar la corrosión, la torre fue revestida interiormente con láminas de acero inoxidable.

Torre: 72" I.D * 3/8" espesor y 41' de longitud

- Cabezas elípticas de 1/2" de espesor
- Internamente tiene una camada de sillas intalox
- Parte inferior, debajo del soporte de las sillas dos chimeneas, parte inferior, debajo del soporte de las sillas dos chimeneas, parte inferior, debajo del soporte de las sillas dos chimeneas.

Mayor: 24" O.D Y 3' 4 1/2 "Altura

Menor: 12 3/4" Y 3' 1/2" Altura

Presión interna.30 Psig – Temperatura: 450° F

Presión externa: 75 Psig.



Imagen 14. Regeneradora de MEA.

Rehervidor de MEA (E-6). En este equipo la solución de MEA pobre que fluye por el lado del casco, llega hasta su punto de ebullición generando vapor, por medio del intercambio de calor con el gas de proceso que pasa a través de los tubos del rehervidor. El vapor que se desprende de esta solución fluye hasta la cima de la regeneradora para calentar la solución, contribuyendo a alcanzar las condiciones necesarias para la separación del CO₂, retornando la MEA pobre al fondo de la regeneradora.

Hay una platina de decantación instalada en el rehervidor, para asegurar que los tubos por los cuales pasa el gas caliente, siempre estén recubiertos con la solución de MEA pobre.

El fondo de la regeneradora funciona como lugar de abastecimiento para el sistema. En caso de alto o bajo nivel allí, se activará el switch LS-5-1 ó LS-5-2, que harán sonar las alarma HLA-5 ó LLA-5 respectivamente.

Características físicas:

Haz tubular con 225 tubos en U y 21' 10 5/8" de longitud.

- Tubos: 3/4" de diámetro BWG16 soldadas. Fluido: Mezcla de gas de proceso.

Presión: 150 psig. Temperatura: 365 psig.

- Casco: cono – casco – cabeza. El cabezal del haz tubular tiene 28 3/16" x 2'3/16" espesor.

Presión: 75 psig. Temperatura: 400 F.

- Fluido: Monoetanol Amina (MEA).

Enfriador de gas de ácido (E-9). Es encargado de enfriar la solución proveniente de la T-2 al casco del E-9, intercambiando calor con el agua de enfriamiento, permitiendo que el vapor se condense, y enfriando el dióxido de carbono de 210 F a 120 F.

El dióxido de carbono, fluye hacia los gasómetros, hasta el tambor de condensado D-14B, siendo descartados los condensados al piso.

La presión del sistema se controla por medio del indicador PIC-23, que opera la válvula PV-23, estos equipos se encuentran localizados en la línea de salida del CO₂, permitiendo mantener una presión de 9 psig en el fondo de la regeneradora.

Tanque de mezcla (D-14). Se realiza el cargue de la solución de MEA, en donde esta se adiciona directamente de los tambores, agregándole agua desmineralizada hasta encontrar la concentración deseada.

Tambor separador de condensados (D-14B). Se encuentra ubicado en una zona alejada a la planta, en donde se separan los condensados mezclados con la corriente de CO₂, antes que esta sea enviada a los gasómetros; en caso que el sistema necesite ser desocupado, también se puede almacenar a solución MEA.

En el caso de cargar la MEA de nuevo al sistema, se utiliza la bomba P-38, que descarga la solución en el fondo de la torre regeneradora T-2 o en el tanque de mezcla D-14A.



Imagen 15. Tambor separador de condensados.

1.2.3 Producción de vapor. El vapor necesario para complementar el proceso de producción de amoníaco en la planta, es suministrado a través de la caldera residual, que aprovecha el calor residual de los gases de combustión del reformador primario H-1.

Los gases de combustión pasan a través de la caldera WHB-1 con ayuda del ventilador de tiro inducido IB-1, para finalmente ser enviado a la atmosfera. Para el arranque o cuando sea necesaria una producción adicional de vapor, están instalados un quemador auxiliar y un piloto.

Los principales componentes en este sistema son:

Caldera de calor residual (WHB-1). Los gases de combustión provenientes del reformador primario, aproximadamente a 1880 F, pasan hacia la caldera a través de un ducto localizado en la parte posterior del H-1, en donde transfiere calor al serpentín del calentador de aire E-23, para finalmente pasar a través de la caldera y convertir el agua desmineralizada en vapor a 250 psig, el cual es direccionado hacia el cabezal de vapor para luego ser distribuido hacia los diferentes equipos.

Estos gases de combustión salen de la caldera y entran al economizador HE-1 donde ceden calor al agua de alimentación de la caldera, finalmente salen a la atmósfera aproximadamente a 450 F.

Está compuesto por:

- Cámara de radiación (Hogar): Quemador, lleva 48 tubos de 2" de diámetro exterior, 0.109" de espesor, soldados.
- Cámara de convección: 612 tubos verticales de 2" O.D
- Economizador: Tiene 3 serpentines horizontales de 18 pasos cada uno de 2" O.D
- Colectores de lodo: Dos tambores de 16" O.D., Longitud 21'3".
- Tambor de vapor: 42" O.D Longitud de 23' 3 ½"

TIRO INDUCIDO: Un ventilador, equipado con con motor de 75 H.P Y 7 correas en V.

TIRO INDUCIDO: Un ventilador con motor de 7.5 H.P.

Presión de trabajo: 240 Psig.

La caldera trabajo con el gas de residual del reformador primario que es traído por el IB-1 a una temperatura =1880°F

Agua llega al economizador a 95°F y de allí se lleva a 250°F donde pasa a los tubos para ser convertidos en vapor.

Para el control y conocimiento de las variables presentes tiene instalado en sus líneas los siguientes componentes adicionales:

FR-12: Registrador de flujo de la producción de vapor.

PRC-162: Controlador registrador de presión.

LIC-20: Indicador controlador de nivel, en el suministro de agua de alimentación.

LV-20: Válvula en la línea de entrada de agua.

LS-20-1 ó LS-20-2: Switch alto o bajo nivel de agua.

HLA-20 ó LLA-20: Alarma de alto o bajo nivel.

LS-20-3: Switch de nivel

SV-162 – SV-114- SV-61: solenoides de flujo de gas al quemador auxiliar, gas al piloto de la caldera, gas combustible al reformador primario.

PIC-41: Controlador indicador de presión en el cabezal de vapor.

PV-41: Válvula de cabezal de vapor.

FV-66: Válvula de vapor en la red general.

FI-66: Indicador de vapor de exportación.

PV-95: Válvula de excesos de vapor en el cabezal general.

RV.3: Válvula de seguridad de gases de purga, calibrada a 55 psig.

RV-62A y RV-62B: Válvula de seguridad de la caldera, calibradas a 275 y 270 psig respectivamente.



Imagen 16. Caldera de calor residual.



Imagen 17. Parte posterior de caldera de calor residual.

Ventilador de tiro inducido (IB-1). Ayuda a que los gases de combustión del reformador primario, pasen a través de la caldera para luego ser enviados a la atmosfera.

MLS-51: Estación manual de cargue del control de tiro.

DV-51: Válvula mariposa para la descarga del ventilador de tiro inducido.

DI-51: Indicador de tiro.



Imagen 18. Ventilador de tiro inducido.

Ventilador de tiro forzado (AB-1). Controla la relación gas – aire en el quemador auxiliar, este ventilado recibe la señal de PRC-162. Otros componentes para el manejo de este equipo son:

PS-163: switch de baja presión de aire.

LPA-163: Alarma de baja presión de aire.

SV-114: Válvula solenoide de entrada de gas combustible a la caldera.

Tambor de drenaje (D-37). Este tambor recibe el drenaje continuo del tambor de vapor de la caldera y los drenajes intermitentes de los tambores de lodos. La corriente líquida es desechada a la alcantarilla y el vapor venteadado a la atmósfera, por medio del separador de exhosto EH-37, el cual es enfriado con agua, manteniendo un nivel de condensado de vapor.



Imagen 19. Tambor de drenaje.

1.2.4 Compresión. En el proceso de producción de amoníaco, son necesarios cuatro compresores:

Dos Compresores multiservicio White Superior: Superior de 1500 Hp y 900 rpm cada uno, estos son movidos por motores eléctricos, alimentados a una corriente de 4160 V, la corriente máxima a plena carga es de 169 A, la corriente de excitación es de 1.4 A, 60 V. Utilizado para comprimir gas de síntesis, gas de reciclo, aire y amoníaco de refrigeración.

Compresor multiservicio Clark: de 1000 HP y 600 rpm movido por un motor a gas de cuatro tiempo, 12 cilindros divididos en dos bancadas, tiene un turbo – cargador movido por gases de combustión, además de un sistema de lubricación y enfriamiento con agua desmineralizada en sus

camisas para aumentar la eficiencia de su operación. Comprime gas de síntesis, aire y amoníaco de refrigeración.

Compresor de reciclo Clark: de 200 HP movido por un motor eléctrico. Comprime gas de reciclo.

Para el mantenimiento y buen funcionamiento de estos compresores, la lubricación juega un papel importante; esta se hace por medio de una bomba de aceite acoplada al cigüeñal. Las alarmas LPA-25A/B/C se activarán en caso de baja presión en el sistema de lubricación, se considera baja presión por debajo de 10 psig, en donde se actúa el switch PS-25A/B/C parando la máquina en donde sucede la falla.

Las funciones en la compresión son:

- Compresión de gas de síntesis: el gas de síntesis es succionado del tambor separador de condensado D-9 a 110 F y 150 psig, esta corriente se divide en 3 flujos iguales pasando a través de las cuatro etapas de compresión con enfriamiento entre etapas, siendo descargado a 4950 psig.

Este gas es analizado por el analizador de gases GAR-1, determinando la cantidad de hidrógeno presente y así ajustar el controlador registrador de aire para mantener una relación 3/1 de Hidrogeno – Nitrógeno.

Cada etapa de compresión de la síntesis de amoníaco tiene una botella separadora en la succión y en la descarga, el gas fluye por el lado de los tubos situados en los inter – enfriadores colocados después de la botella separadora de la descarga, en donde cede calor al agua de enfriamiento antes de llegar a la botella separadora de la succión en la siguiente etapa de compresión. El aceite y el condensado de cada etapa son drenados a la alcantarilla. Finalmente el gas de la 4^{ta} etapa sale a 100 F y 4950 psig, el cual se combina con el gas de reciclo para luego fluir hasta el filtro de aceite D-12.

La capacidad de los compresores White Superior, es controlada por medio de los bolsillos variables localizados entre la primera y segunda etapa. Los equipos de medición utilizados en esta sección son:

PS-29A, PS-29B, PS-29C: Switch de baja presión.

LPA-29A/B/C: Alarmas de baja presión

PS-29-1A, PS-29-1B, PS-29-1C: Switch de baja presión, parada de compresores de multiservicio.

PIC-33: Controlador Indicador de presión.

PV-33: Válvula de presión, situada en la línea de 2" que se desprende de la descarga de la 4^{ta} etapa de compresión y la entrada del tambor separador de condensado.

MLS-33: Cargue manual de gas de reposición.

RV-39: Válvula de seguridad, calibrada a 180 psig.

- Compresión de aire: el aire utilizado para el proceso, primero es filtrado y purificado, para luego pasar a los compresores White Superior, en donde es comprimido a través de 3 etapas hasta 200 psig, con enfriamiento entre cada una de ellas. Cada etapa tiene botellas separadoras en la succión y descarga. En a primera y segunda etapa de compresión el aire es enfriado con un intercambiador de calor, cediéndole calor al agua de enfriamiento, esto se realiza antes que el gas ingrese a la botella separadora de succión de la etapa siguiente.

La capacidad de los compresores White Superior, es controlada por medio del bolsillo variable en la primera etapa.

Aire comprimido de descarga de la tercera etapa: Pasa al tambor de aire D-5, allí la presión es controlada por el PIC.11, que opera la válvula PV-11

dirigiendo el exceso de flujo de aire a la atmósfera a través del silenciador MV-2.

Aire de la segunda etapa de compresión: pasa al separador de aire D-5 en donde se mezcla con el aire que sale de los compresores White Superior.

Cada una de las etapas está protegida, por una válvula de seguridad calibrada para activarse a la presión de trabajo de cada etapa.

- Compresión de amoníaco de refrigeración: Esta corriente proviene del tambor D-32 y pasa por una etapa de compresión, con refrigeración en la succión y descarga de las botellas separadoras.

Después de pasar por la etapa de compresión, los vapores de amoníaco fluyen a una presión de 225 psig por el lado del casco del intercambiador de calor E-22, en donde cede calor al agua de enfriamiento que pasa por el lado de los tubos, es aquí en donde se condensa el amoníaco.

El amoníaco condensado fluye hasta el tambor acumulador de amoníaco D-11, este pasa por el lado del casco del condensador secundario E-20, en donde la evaporación del amoníaco refrigerante produce la condensación del amoníaco producido que pasa por los tubos. Los gases de amoníaco refrigerante pasan a través del separador D-32 antes de entrar a la succión del compresor.

Implementos adicionales como los descritos a continuación, son necesario para que esta compresión sea implementada a cabalidad:

LC-13: Controlador de nivel de amoníaco en el condensador secundario.

LV-13: Válvula operada por el LC-13, localizada en la línea de salida del amoníaco.

D-11: Tambor de amoníaco.

D-8: Tambor depresionador de amoníaco de reposición.

LS-12: Switch de alto nivel en el tambor separador.

HLA-12: alarma de alto nivel.

Adicionalmente para mantener una presión constante en las etapas de refrigeración de los compresores multiservicios, está equipada por un control automático de capacidad de tres etapas, instalados en el tablero de control.

La capacidad de cada uno de los compresores White Superior se controla por medio de un bolsillo variable que tiene cada etapa. Para el arranque inicial de estos compresores, las camisas de enfriamiento de la etapa de refrigeración son llenadas con Etylene Glycol sirviendo como anticongelante.

Cada uno de los equipos está protegido por válvulas de seguridad calibrada a 250 psig.



Imagen 20. Compresor multiservicios

1.2.5 Síntesis de amoníaco. La mezcla comprimida de gas de reciclaje y gas de síntesis fluye a través del separador de aceite D-12, removiéndose el aceite y el agua del gas. Este gas llega al intercambiador de calor E-19 por el casco, en donde se enfría desde 110 F hasta 56 F, con el gas frío que viene de los separadores S-2 A/B fluyendo por el lado de los tubos.

El gas que sale por el lado del casco del E-19, ingresa por el lado de tubos del E-20 y fluye por el lado de los tubos del segundo condensador de amoníaco E-20, en donde su temperatura disminuye hasta 45 F, permitiendo la condensación de la mayor cantidad de amoníaco, por medio de la evaporación del amoníaco refrigerante que circula por el lado del casco del E-20.

Los separadores secundarios de amoníaco S-2A/B, separan el amoníaco de la corriente de gas, antes que el gas fluya por el intercambiador de calor E-19 para calentarse hasta 90 F, por intercambio de calor con la mezcla de gas de síntesis.

El gas de síntesis que sale por los tubos del E-19, fluye hacia el convertidor de amoníaco T-3, reaccionando el hidrógeno y el nitrógeno para la formación de amoníaco. Aquí hay un intercambio de calor entre los gases fríos que fluyen por la camisa y el gas que atraviesa la camada del catalizador, saliendo el gas a una temperatura de 390 F, para luego enfriarse hasta 105 F en los condensadores primarios de amoníaco E-21A/B, por medio del intercambio de calor con el agua de enfriamiento que circula por el lado del casco. La mezcla de gas de síntesis fluye al separador primario -1, en donde se separa el amoníaco del gas de síntesis, este último es direccionado hacia los compresores para ser utilizado como gas de reciclo, y como gas de purga para controlar los gases inertes (metano, argón) del sistema.

El amoníaco líquido de los separadores primarios y secundarios, fluyen por los tambores depresionadores, en donde el D-6 se controla a 885 psig, el D-7 disminuye la presión a 485 psig y el D-8 hasta 285 psig, en cada etapa de depresión se forman gases disueltos en amoníaco líquido, estos son llevados hasta el cabezal de gas combustible de la caldera o venteados a la atmósfera.

El amoníaco líquido que sale del último tambor depresionador D-8, es dirigido hacia la sección de almacenaje de amoníaco.

Los equipos principales presentes en el proceso de síntesis de amoníaco son:

Filtro separador de aceite (D-12). Este equipo está construido con un filtro de recipiente metálico de acero inoxidable, el cual remueve del gas el carbamato de amonio y el aceite. Se deben tener condiciones dadas de temperatura y presión para que el remanente de óxidos de carbono presentes en el gas de síntesis que sale del metanizador, reaccionen con el amoníaco y forme el carbamato de amonio

Intercambiador de calor (E-19). intercambiador de calor de tubos concéntricos, el gas que fluye por el lado del casco a 110 F, disminuye su temperatura hasta 56 F, por el intercambio de calor del gas frío que sale de los separadores secundarios S-2A/B a 45 F y calentándose hasta 90 F antes de entrar al convertidor de amoníaco.

Condensador secundario (E-20). El gas que sale por el lado de casco del E-19, fluye por el lado de tubos del E-20 para ser enfriado a 45 F, permitiendo que la mayor cantidad de amoniaco presente en el gas de síntesis y de reciclo sea condensada, debido al enfriamiento con amoniaco refrigerante que fluye por el lado de casco del condensador secundario E-20.

Se requiere que en este paso sea condensado del 50% - 60% de amoniaco presente en el gas, a su vez separando el agua y el aceite, para que no dañe el catalizador del T-3, también es necesario dejar un remanente de amoniaco para que sirva de control de temperatura en el convertidor de amoniaco.

Es Intercambiador con 49 tubos en U

- Tubos: $\frac{3}{4}$ " de OD., longitud 20 ft

Presión: 5400 psig. Temperatura: 350 F.

- Fluido: Gas de síntesis y reciclo.
- Casco: 20" de OD., espesor $\frac{3}{8}$ ".

Presión: 250 psig. Temperatura: 450 F.

- Fluido: Amoniaco refrigerante.

Este equipo está controlado por:

LC-13: Controlador de nivel de amoniaco refrigerante.

LV-13: Válvula de nivel de amoniaco refrigerante.

RV-11A/B: Válvulas de seguridad calibradas a 250 psig.

Disco de ruptura por el lado del casco para 250 psig.



Imagen 21. Condensador secundario.

Separadores secundarios de amoníaco (S-2A/B). Por el lado de los tubos del condensador secundario E-20 sale una mezcla de amoníaco con gas de síntesis, esta fluye por los separadores secundarios conectados en paralelo, los cuales separan el amoníaco líquido de la corriente de gas. Las características físicas de este equipos son:

Capacidad: 10 GPM

Presión: 5400 psig

Temperatura: 100 F

Equipos adicionales a estos separadores son:

LC-14A: Controlador de nivel

LV-14A: Válvula de control de nivel.

LS-14-1 ó LS-14-2: Switch de alto o bajo nivel.

HLA-14 ó LLA-14: Alarmas de alto o bajo nivel.

LI-14: indicador de nivel instalado en el tablero de control.

Se encuentra instalada una mirilla para indicar los niveles cuando están a un 25%, 50% y 75%.

Convertidor de amoniaco (T-3). Está conformado por tres principales componentes:

- a. Calentador eléctrico de arranque.
- b. Camada de catalizador.
- c. Intercambiador de calor.

Se usa dos tipos de catalizador: KMR-1 Y KMR-2.

Camada total del catalizador debe tener un espesor de 21 pies 2-1/4 pulgadas.

El gas antes de entrar al convertidor es analizado por el GAR-2 (analizador registrador), para determinar la cantidad de hidrógeno y nitrógeno presente en la corriente del gas.

El gas de síntesis que sale del intercambiador de calor E-19, entra por la parte superior del convertidor para luego fluir por la camisa de este hasta el fondo, y entrar por el lado del casco del intercambiador de calor localizado en la parte inferior del convertidor para calentarse y luego pasar a través de los tubos que están dentro de la camada del catalizador, y salir por una boquilla de rebose donde se encuentra un calentador de arranque de 100 kW; este calentador es utilizado solo cuando la planta arranca para poder alcanzar la temperatura necesaria para la reacción, después que esto sucede esta se mantendrá, ya que la reacción es exotérmica.

El gas que fluye por la camada de 46.5 ft³ de catalizador que permite la reacción entre el nitrógeno y el hidrogeno, esta reacción alcanza una temperatura de hasta 1000 F, fluyendo a través de la rejilla del fondo por el lado exterior hacia los tubos del intercambiador del la parte inferior y finalmente salir del convertidor a 390 F.

El control de la temperatura en la camada del catalizador es realizado a través de un flujo de agua frío de gas de síntesis, el cual no debe ser mayor al 80% del gas. Este control se hace por medio de la estación de cargue MLS-25, que está instalado en el tablero de control, accionando la válvula

FV-25, que se encuentra instalada en la línea de entrada de gas de síntesis al T-3, la cual desvía la corriente de gas hacia el fondo del convertidor.

La temperatura de la camada del catalizador es medida por dieciséis termopares ubicados verticalmente a través del convertidor de amoníaco, estos puntos están indicados en el TI-84 (indicador de temperatura). Los puntos 10, 11 y 12 indican el punto anterior, posterior y el punto caliente¹, estos están conectados al indicador de temperatura TR-55.

El punto caliente puede desplazarse debido al envejecimiento del catalizador o por cambios de presión, esto puede observarse mediante el TI-84.

Otros dispositivos de control son:

TIS-96: Switch indicador de temperatura, para evitar el sobrecalentamiento en el calentador de arranque.

HTS-56: Alarma de alta temperatura, activa cuando la temperatura alcanza 1080F.

TS-56: Switch de apagado de calentador, cuando la temperatura alcanza 1100 F.

MLS-29: Estación de cargue manual, Control de temperatura del calentador de arranque.

FV-29: Válvula automática, instalada en la línea de gas de síntesis antes del filtro de aceite D-12, está válvula desvía hacia la succión de la etapa de reciclo parte de la corriente del gas.

¹ Aquella área de la camada del catalizador en donde se está verificando la mayor parte de la reacción exotérmica.



Imagen 22. Convertidor de amoníaco.

Condensadores primarios de amoníaco (E-21A/B). El gas que sale del convertidor de amoníaco T-3, fluye a través de los tubos de estos condensadores, intercambiando calor con agua de enfriamiento que va por el lado del casco, ayudando a disminuir la temperatura de 395 F a 105 F permitiendo la condensación de un 50% a 60% del amoníaco.

El casco está protegido con un disco de ruptura de 6" a 75 psig si ocurre alguna falla que lleve al rompimiento de un tubo.

Intercambiador de tubos en "U".

- Tubos: $\frac{3}{4}$ de diámetro BWG, 8 longitud 20 ft

Presión: 5400 psig. Temperatura: 365 psig.

Fluido: Gas de síntesis - Amoniaco.

- Casco: 20" de OD., espesor 3/8, longitud 21'4 7/8"

Presión: 75 psig. Temperatura: 450 F.

- Fluido: Agua.



Imagen 23. Condensadores primarios de amoniaco.

Separador primario de amoniaco (S-1). La mezcla de gas de síntesis – amoniaco que proviene de los condensadores primarios de amoniaco es separada, la separación se realiza debido a que el separador tiene instalado internamente unas platinas deflectoras.

El gas libre de amoniaco sale por la parte superior y retorna como gas de reciclo, utilizándose una pequeña como gas de purga el cual fluye por el cabezal de gas de purga, al cual también llegan flujos de D-6, D-7 y D-8.

Estos separadores poseen las siguientes características:

Capacidad: 11 GPM

Presión: 5400 psig

Temperatura: 100 F.

Para el control y conocimiento del estado de funcionamiento del separador están instalados los siguientes componentes:

MLS-26: Estación manual de cargue para el control de gas de purga.

FV-26: Válvula automática de control de gas de purga.

PR-55: Registrado de presión de gas de purga.

FR-26: Registrado de flujo de gas de purga.

LC-15: controlador de nivel del separador de amoniaco.

LV-15: Válvula de control de nivel (operada por el LC-15)

LS-15-1 Ó LS-15-2: Switch de alto ó bajo nivel.

HLA-15 ó LLA-15: Alarmas de alto o bajo nivel.

Se ha instalado una mirilla de vidrio para indicar un 25%, 50% y 70% de nivel, con el indicador de nivel LI-15 instalado en el tablero de control.



Imagen 24. Separador primario de amoniaco.

Tambor depresionador primario (D-6). El amoniaco que fluye de los separadores primario y secundario, en este tambor la presión se reduce hasta 885 psig y es controlado por:

PIC-52: Indicador controlador de presión.

PV-52: Válvula controladora de presión.

LC-16: Controlador de nivel.

LV-16: Válvula controladora de nivel (localizada en la línea del depresionador secundario D-7).

LS-16: Switch de alto nivel.

HLA-16: Alarma de alto nivel.

RV-14: Válvula de seguridad calibrada a 975 psig.

Tambor depresionador (D-7). Aquí la presión es reducida hasta 485 psig desprendiendo más gases de amoníaco. Siendo controlado por:

PIC-53: Indicador controlador de presión.

PV-53: Válvula de control de presión.

LC-17: Indicador de nivel.

LV-17: Válvula de nivel.

LS-17: Swicth de alto nivel.

HLA-17: Alarma de alto nivel.

RV-15: Válvula de seguridad calibrada a 575 psig.

Tambor depresionador final (D-8). Finalmente la presión se reduce a 285 psig desprendiendo los gases del amoníaco líquido. Las variables son controladas por medio de:

PIC-54: Indicador controlador de presión.

PV-54: Válvula de presión.

LC-18: Controlador de nivel.

LV-18: Válvula de nivel (operada por el LC-18).

LS-18: Switch de alto nivel.

HLA-18: Alarma de alto nivel.

FR-39: Registrador de flujo de amoníaco producido.

RV-16: Válvula de seguridad calibrada a 325 psig.

PIC-54: Indicador controlador de presión de cabezal de gas de purga.

FRC-30: Registrador de flujo de gases de purga y gases evaporados.

FV-30: Válvula de flujo (operada por el FRC-30).

PV-54: Válvula de venteo para exceso de gases.

PS-54: Switch de alta presión.

HPA-54: Alarma de alta presión.



Imagen 25. Tambores depresionadores D-6, 7 y 8.

5.5.6 Almacenaje de amoníaco. La sección de almacenaje está diseñada para contener hasta 535 Toneladas de amoníaco a 20 psig, manteniendo esta presión por medio de los

compresores de refrigeración que succionan los gases de amoníaco para enfriarlos con agua de enfriamiento, hasta condensarlos.

El amoníaco producido se distribuye a las demás plantas así: amoníaco líquido de los tanques de alta presión, SR-7 y SR-8 para Urea y la sección de salmuera, amoníaco gaseoso de baja presión para la planta de nitrato de amonio y amoníaco gasificado en el evaporador de amoníaco, F-1 en la planta de ácido nítrico.

Tanques de almacenamiento de alta presión (SR-7 & SR-8). A estos tanque llega el amoníaco del depresionador final, manteniéndose una presión de 228 psig, para que esta sea constante se utilizan los evaporadores de amoníaco E-7A/B; el amoníaco líquido fluye por la parte inferior de los evaporadores intercambiando calor con el vapor que fluye por el serpentín haciendo que el amoníaco se evapore.

La capacidad máxima de los tanques es de 9 toneladas, cuenta con las siguientes características:

Cuerpo cilíndrico

Diámetro 1850 mm, espesor 22 mm, en acero

Soldados eléctricamente

Presión de operación: 20 atmosferas

A los tanques de alta presión no solo llega el amoníaco producido, sino también el amoníaco de licuefacción, amoníaco de baja presión, SR-1, 2, 3,4 y 5 por medio de las bombas centrífugas PC-3/4 que descargan la succión de las bombas alternativas PA-1/2.

El amoníaco líquido almacenado en estos tanques se utiliza para suministrar en: Planta de Urea, evaporador de amoníaco, F-1 de ácido nítrico y para los tanques de baja presión.

Para el control de estos tanques está instalado:

LI-7 y LI-10: Indicadores de nivel (instalados en el tablero de control de la sección de compresores).

LI-8 y LI-9: Indicadores de nivel (instalados en cada uno de los tanques).

LV-2 y LC-3: Controladores de nivel

LV-2-3: Válvula de control de nivel.

RV-106: Válvula de seguridad calibrada a 270 psig.

Tanques de baja presión (SR-1, 2, 3,4 y 5). Operan a una presión de 20 psig, y pueden operar independientemente (carga o descarga) aunque todos están conectados por medio de una línea de 8" al cabezal general de 12", ya que cada uno tiene válvulas para bloquear la entrada o salida de amoniaco liquido o gaseoso

El amoniaco que se gasifica en la planta de Urea y en la de salmuera es descargado al cabezal de baja presión.

La presión debe ser controlada para que en caso de falla de los compresores o exceso de amoniaco, en cada una de las líneas de salida hay un venteo de 1" que descarga a un cabezal general de 2" hacia la Tea, este venteo es controlado por el controlador de presión PIC-9 y actúa sobre la válvula PV-9 instalada en el cabezal general.

Son cilindros verticales con cabezas hemisféricas

Capacidad: 200m³ c/u

Altura Total: 10.300 mm

Superficie total.209.073 m²

Almacenaje de amoniaco anhídrido liquido en las condiciones:

Temperatura: -10°C

Presion.23 Psig

Otros dispositivos de control son:

PIC-5: Indicador controlador de presión de cabezal general de 12".

LI-1, 2, 3,4 y 5: Indicadores de nivel de cada tanque.

RV-105, 104, 103, 102 y 101: Válvulas de seguridad de cada uno de los tanques, calibradas a 43 psig.



Imagen 26. Tanques de baja presión

1.2.7 Sistema de bombeo. Para transportar el amoniaco del tanque de baja presión al de alta presión, es necesario emplear un sistema de bombas, que está integrado por dos bombas centrífugas (PC-3 Y PC-4) que succionan al cabezal de salida de amoniaco de los tanques de baja presión y dos bombas adicionales (PA-1 Y PA-2) que succionan la descarga de las bombas centrífugas y descargan en los tanques de alta presión.

Este sistema de bombeo se emplea cuando la planta de no genera el suficiente amoniaco para abastecer las otras plantas.

Las bombas adicionales con las que cuenta este sistema se encuentran protegidas en el momento de sus descargas por medio de dos válvulas de seguridad (RV-120 Y RV-1219) que se encuentran calibradas a 340 psig descargando a la succión de las mismas bombas.

1.2.8 Refrigeración. El amoníaco que proviene de la cima de los tanques de baja presión, los evaporadores de la planta de urea y de la planta de salmuera, es succionado por los compresores de refrigeración (CA-1, CA-2, CA-3 Y CA-4) y por medio de enfriamiento con agua, se condensa y se envía a los tanques de alta o baja presión en estado líquido.

La cantidad de amoníaco gaseoso que es succionando por los compresores, es controlado por medio del indicador controlador de presión (PIC-5) que opera la válvula (PV-5) que se encuentra instalada en la línea de succión, manteniendo la presión en la red de amoníaco de baja presión. Los principales componentes de la sección de refrigeración son:

A. Compresores (CA-1 Y CA-2): El amoníaco a 20 psig, es succionado por la primera etapa de los compresores (CA-1 Y CA-2) llevándolo a una presión de 85 psig. El amoníaco gaseoso es enfriado en los intercambiadores de calor (F-8 Y F-10) donde se separa el aceite y el condensado que pueda tener el amoníaco.

El amoníaco gaseoso comprimido y frío, fluye a la succión de segunda etapa y es comprimido hasta una presión de 227 Psig. El amoníaco gaseoso comprimido pasa a los enfriadores (F-7 Y F-9) donde disminuye su temperatura por medio de intercambio de calor con agua de enfriamiento la cual fluye por el lado de tubos. El amoníaco gaseoso y parte líquido fluye a los condensadores de amoníaco (F-5 Y F-6).

B. Compresores CA-3 Y CA-4: Estos compresores cumplen la misma función que el compresor (CA-1 Y CA-2) se emplea cuando la cantidad de amoníaco gaseoso es pequeña.

Estos compresores están movidos por motores eléctricos de 40 HP. Existe un sistema automático instalado en los compresores (CA-3 Y CA-4) que logra que estos compresores arranquen cuando la presión es mayor. Este sistema está controlado por el indicador controlador de presión (PIC-4) que actúa sobre un solenoide cuando ocurre una anomalía. Normalizada la operación, ellos se paran automáticamente.

1.2.9 Licuefacción. La descarga de la primera etapa de los compresores de refrigeración, fluye por el lado del casco de los enfriadores (F-8 Y F-10) donde existe un intercambio de calor con el agua de enfriamiento que fluye por el lado de tubos, separando el aceite y el condensado que contenga el amoníaco.

El líquido frío pasa a la succión de la segunda etapa de los compresores donde ocurre una nueva compresión.

La descarga de la segunda etapa de los compresores de refrigeración, fluye por el lado de los cascos de los enfriadores,(F-7 Y F-9) donde ocurre intercambio de calor con el agua de enfriamiento que fluye por el lado de los tubos, separando el aceite que por arrastre lleva el amoniaco comprimido condensándose parte de este amoniaco.

El amoniaco líquido y gaseoso fluye por el lado de casco de los condensadores verticales, (F-5 Y F-6) donde es enfriado en mayor grado, condensado casi la totalidad del amoniaco gaseoso por intercambio de calor con el agua de enfriamiento que fluye por el lado de tubos.

El amoniaco líquido sale por el fondo de los condensadores verticales, (F-5 Y F-6) y pasa al tambor acumulador de amoniaco,(SR-1) el Nivel se controla por medio del controlador de nivel,LC-1. Opera la válvula LV-1 instalada en la línea de amoniaco líquido que va para los tanques de alta presión (SR-7 Y SR-8.)

El amoniaco que no se condensa, fluye por el lado de casco del condensador de amoniaco, (SC-4) donde se condensa por intercambio de calor con amoniaco líquido que fluye por entre un serpentín. El amoniaco líquido pasa al tambor acumulador de amoniaco, (SR-1) y el amoniaco que se evapora del serpentín fluye al tambor de succión de los compresores (SC-1).

Hay un sistema de control de temperatura para la succión del amoniaco gaseoso en la segunda etapa de los compresores de refrigeración, para evitar un sobre calentamiento en el compresor, motivado por una alta temperatura en el amoniaco que succiona. Una línea de amoniaco líquido sale del tanque acumulador de amoniaco (SR-1) y va a la salida de los enfriadores, (F-8 Y F-10)

El amoniaco es controlado por medio de las válvulas controladoras de temperatura, TVC-1 Y TVC-2.

Los enfriadores (F-8 Y F-10) están protegidos por dos válvulas de seguridad RV-114 Y RV-113 respectivamente, a una presión de 100 psig.

Los enfriadores (F-7 Y F-9), y los condensadores, (F-5 Y F-6) están protegidos con la válvula de seguridad RV-112, RV-111,RV-123 respectivamente, a una presión de 255 psig.

1.2.10 Suministro de amoniaco. El amoniaco necesario para la producción en las plantas de ácido nítrico, urea y nitrato sale de esta sección. El amoniaco líquido para la planta de urea proviene de los tanques de almacenamiento de alta presión, (SR-7 Y SR-8) por diferencial de presión.

El amoniaco gaseoso para la planta de nitrato de amonio, sale de la red baja presión de amoniaco. El suministro de amoniaco gaseoso para la planta de ácido nítrico, se hace por medio de la evaporación del amoniaco líquido. El amoniaco líquido sale de los tanques de alta presión (SR-7 Y SR-8) entra por un serpentín al tambor separador de condensados, (SC-1) donde intercambia calor con el amoniaco vaporizado que va por el lado de casco, separando el agua que pueda llevar.

El amoniaco líquido, fluye por el evaporador de amoniaco (F-1) entrando por el lado de casco donde intercambia calor con el agua de enfriamiento que va por el lado de tubos. El amoniaco gasificado a una presión de 78 psig fluye hacia arriba para entrar por el lado de casco del separador de condensado (SC-1). La presión es controlada por medio del indicador controlador de presión, PIC-3, que opera la válvula de control PV-3 localizada en la línea de salida de agua de enfriamiento del evaporador de amoniaco (F-1). Existe un control adicional de presión con el indicador de presión con el indicador controlador de presión PIC-6 el cual actúa sobre la válvula de control de presión, PV-6 instalada en la salida de amoniaco gaseoso del evaporador de amoniaco, F-1.

El control de nivel se hace por medio del controlador de nivel LC-1. Opera la válvula de nivel, LV-1 localizada en la línea de entrada de amoniaco líquido al evaporador, (F-1).

Existe además, un indicador de nivel LI-6 instalado en el mismo evaporador.

En el caso de una alta presión en el cabezal de amoniaco que va para la planta de ácido nítrico, actuará el indicador controlador de presión PIC-1 que actuará el indicador controlador de presión PIC-1 que actúa sobre la válvula PV-1-2 descargando el exceso de amoniaco hacia la red de baja presión.

Se emplea el cabezal de amoniaco de alta presión, para alimentar la red de baja presión por medio del indicador controlador de presión PIC-2 que actúa sobre la misma válvula PV-1-2.

Del cabezal de amoniaco líquido que va para urea, sale una línea que alimenta el sistema de salmuera, el cual a su vez descarga amoniaco gaseoso a la red de baja presión.

1.3 BALANCE DE MASA Y CARACTERIZACION DEL PROCESO

El balance de masa se realizó mediante el apoyo de los registros de operación diligenciados en la planilla del 13 de abril de 2011. A continuación se muestra el balance de masa punto por punto según el diagrama de proceso descrito en la **figura 38**. Este balance de masa, no contempla pérdidas.

El 13 de Abril de 2011 se utilizaron 59100 Mft³/h de gas natural para producir 45.6 St/d de amoniaco líquido.

Teóricamente realizando el cálculo de la producción de amoniaco basándose en una carga de metano de 59100 Mft³/h, sería:

$$\begin{aligned} \text{Producción de amoniaco} &= 5407 \frac{\text{lb}}{\text{h}} * 0,000453 \frac{\text{Toneladas}}{1 \text{ lb}} \\ &= 2.5 \text{ Toneladas de } \frac{\text{NH}_3}{\text{h}} \\ &= 58.8 \text{ Toneladas de NH}_3/\text{día} \end{aligned}$$

Según los registros de las planillas con una carga de 59100 ft³/h se producen 45.7 Ton de NH₃/día, por lo tanto se actualmente se están produciendo 12.8 Ton de NH₃/día, esto teniendo en cuenta la ineficiencia presente en el proceso, fugas en las líneas entre otros.

Tabla 8. Balance de masa de Planta de Amoniaco - Puntos 1 a 6

BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA EN LA PLANTA DE AMONIACO												
Carga para 59100 SCFH de gas natural												
FLUIDO	1		2		3		4		5		6	
	Salida H-1		Salida H-2		Entrada D-2A		Salida D-2A		Entrada D-2B		Salida D-2B	
PRESION, psig	179,0		169,0		173,0		158,0		158,0		163,0	
TEMPERATURA, °F	1.331		912		660		748		390		440	
COMPONENTES	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)
H2	46,1	339,7	37,6	428,1	24,1	428,1	28,7	509,6	27,1	509,6	27,6	518,3
N2	1,7	15,2	15,0	170,7	9,6	170,7	9,6	170,7	9,1	170,7	9,1	170,7
Ar	0,0	0,0	0,2	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9
CH4	6,7	58,1	0,2	2,8	0,2	2,8	0,2	2,8	0,1	2,8	0,1	2,8
NH3 (v)		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
NH3 (l)		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
H2O (v)	41,0	357,4	33,3	379,7	57,1	1012,9	52,5	931,2	55,2	1037,9	54,8	1029,2
H2O (l)		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
CO	4,9	42,7	8,1	91,9	5,2	91,9	0,6	10,4	0,6	10,4	0,1	1,7
CO2	6,7	58,6	5,7	64,7	3,7	64,7	8,3	146,3	7,8	146,3	8,2	154,9
Total lbMol/h	107,1	871,8	100,0	1.140	100,0	1.773	100,0	1.773	100,0	1.880	100,0	1.880
Total Gas Lb/h	100	12.245	100	17.937	100	29.334	100	29.332	100	31.252	100	31.252
Total Liquido Lb/h												
Total Lb/h	100	12.245	100	17.937	100	29.334	100	29.332	100	31.252	100	31.252

Tabla 9. Balance de masa de planta de amoniaco - Puntos 7 a 8.

FLUIDO	7		8		9		10		11		12	
	Salida E-6		Entrada T-1		Salida T-1		Entrada D-1		Salida D-1		Salida D-9	
PRESION, psig	160,0		157,0		153,0		140,0		147,0		145,0	
TEMPERATURA, °F	235		120		142		500		544		90	
COMPONENTES	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)
H2	25,6	518,3	53,0	518,3	73,8	518,3	73,8	518	73,2	511,6	73,2	511,6
N2	8,4	170,7	17,5	170,7	24,3	170,7	24,3	171	24,4	170,7	24,4	170,7
Ar	0,1	1,9	0,2	1,9	0,3	1,9	0,3	2	0,3	1,9	0,3	1,9
CH4	0,1	2,8	0,3	2,8	0,4	2,8	0,4	3	0,7	4,9	0,7	4,9
NH3 (v)		0,0		0,0		0,0		0		0,0		0,0
NH3 (l)		0,0		0,0		0,0		0		0,0		0,0
H2O (v)	6,3	127,3	0,9	8,5	1,0	6,9	1,0	7	1,3	9,4	0,6	4,0
H2O (l)	51,7	1047,7	12,2	119,2		0,0		0		0,0	0,8	5,4
CO	0,1	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	2	<10 ppm		<10 ppm	
CO2	7,6	154,9	15,8	154,9	0,1	0,4	0,1	0	<10 ppm		<10 ppm	
Total lbMol/h	100,0	2.025	100,0	978	100,0	702,7	100,0	702,7	100,0	698,5	100,0	698,5
Total Gas Lb/h	44	15.093	86	12.954	100	6.125	100	6.125	100	6.125	98	6.029
Total Liquido Lb/h	56	18.859	14	2.146							2	97
Total Lb/h	100	33.952	100	15.100	100	6.125	100	6.125	100	6.125	100	6.125

Tabla 10. Balance de masa de planta de amoniaco - Puntos 13 a 18

FLUIDO	13		14		15		16		17		18	
	Gases T-2		CO2		Gas Reciclo		Gas Síntesis		Salida D-12		Entrada S-2	
PRESION, psig	8,5		5,0		4.650		4.650		4.910			
TEMPERATURA, °F	214		127		137		260					
COMPONENTES	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)
H2					55,8	1489	74,2	501,9	59,5	1991	59,5	1991
N2					18,6	496	24,8	167,6	19,8	664	19,8	664
Ar					6,2	165	0,3	1,9	5,0	167	5,0	167
CH4					9,7	260	0,7	4,7	7,9	264	7,9	264
NH3 (v)					9,7	259		0,0	7,7	259	3,4	112
NH3 (l)											4,4	147
H2O (v)	65,5	293,0	8,9	15,2								
H2O (l)		0,0		0,0								
CO		0,0		0,0								
CO2	34,5	154,6	91,1	154,6								
Total lbMol/h	100,0	447,5	100,0	169,8	100,0	2669	100,0	676,1	100,0	3345	100,0	3345
Total Gas Lb/h	100	12.074	100	7.074	100	32.049	100	5.848	100	37.897	93	35.401
Total Liquido Lb/h											7	2.808
Total Lb/h	100	12.074	100	7.074	100	32.049	100	5.848	100	37.897	100	38.209

Tabla 11. Balance de masa de planta de amoniaco - Puntos 19 a 20

FLUIDO	19		20		21		22		23		24	
	Salida Gas S-2		Salida T-3		Salida Gas S-1		Gas de Purga		Salida Gas D-6		Salida Gas D-7	
PRESION, psig	4.700		4.450		4.450		285		885		470	
TEMPERATURA, °F			393		105		87		33		32	
COMPONENTES	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)
H2	62,3	1.989	52,4	1.504	55,8	1.501	55,8	11,7	42,5	4,4	100,0	0,455
N2	20,8	663	17,5	501	18,6	500	18,6	3,9	15,9	1,6	0,0	0,000
Ar	5,2	167	5,8	167	6,2	167	6,1	1,3	5,3	0,5	0,0	0,000
CH4	8,2	263	9,2	263	9,7	262	9,5	2,0	16,8	1,7	0,0	0,000
NH3 (v)	3,5	112	15,2	436	9,7	261	10,0	2,1	19,5	2,0	0,0	0,000
NH3 (l)												
H2O (v)												
H2O (l)												
CO												
CO2												
Total lbMol/h	100,0	3.194	100,0	2.871	100,0	2.690	100,0	21,0	100,0	10,3	100,0	0,5
Total Gas Lb/h	100	35.349	100	35.349	100	32.301	100	251	100	138	100	1
Total Liquido Lb/h												
Total Lb/h	100	35.349	100	35.349	100	32.301	100	251	100	138	100	1

Tabla 12. Balance de masa de planta de amoniaco - Puntos 25 a 30.

FLUIDO	25		26		27		28		29		30	
	Salida Gas D-8		Salida Liq S-2		Salida Liq S-1		Salida Liq D-6		Salida Liq D-7		Amoniaco	
PRESION, psig	290		885		885		840		470		290	
TEMPERATURA, °F	31				105		33		32		31	
COMPONENTES	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)	%	Flujos (lbmol/hr)
H2	13,3	0,2	1,4	2,2	1,6	2,9	0,2	0,7	0,1	0,3	0,0	0,1
N2	6,7	0,1	0,6	0,9	0,6	1,0	0,1	0,3	0,0	0,1		0,0
Ar		0,0	0,1	0,2	0,3	0,5		0,1		0,0		0,0
CH4	20,0	0,3	0,6	0,9	1,0	1,8	0,3	1,0	0,2	0,7	0,1	0,5
NH3 (v)	60,0	0,8		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
NH3 (l)			97,2	146,8	96,6	174,6	99,3	319,4	99,7	318,9	99,8	318,0
H2O (v)												
H2O (l)												
CO												
CO2												
Total lbMol/h	100,0	1,4	100,0	151,0	100,0	180,8	100,0	321,5	100,0	320,0	100,0	318,6
Total Gas Lb/h	100	21	2	44	2	63	0	25	0	15	0	7
Total Liquido Lb/h			98	2.496	98	2.968	100	5.430	100	5.421	100	5.407
Total Lb/h	100	21	100	2.541	100	3.031	100	5.455	100	5.435	100	5.414

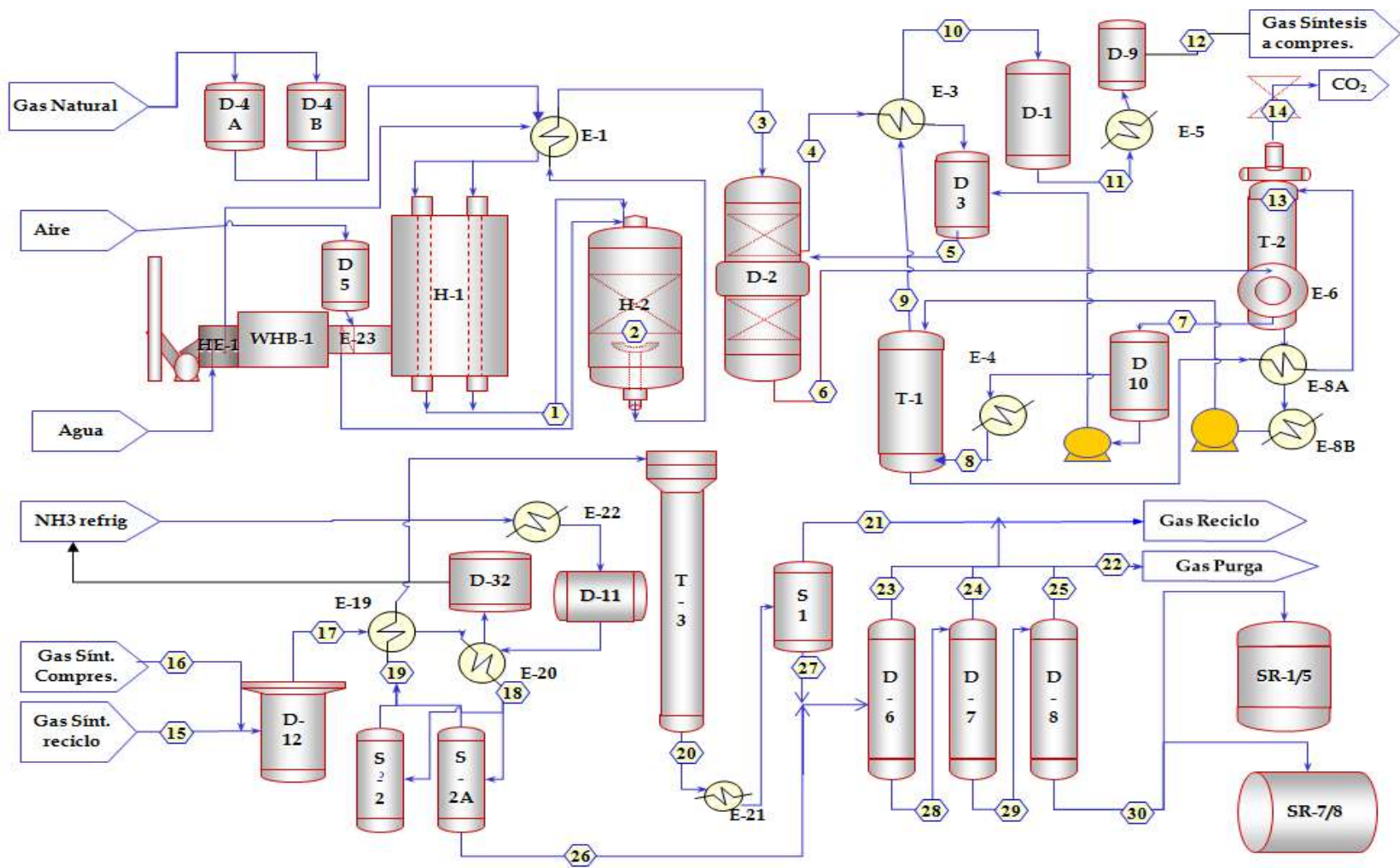


Figura 27. Diagrama de proceso planta de amoniaco de FERTICOL S.A.

2. ANALISS DE CRITICIDAD

2.1 HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS

En el mantenimiento siempre nos vamos a encontrar con la tarea de desarrollar e implementar las hojas de vida de la maquinaria, equipos, sub-equipos y elementos de máquina que conforman una línea de producción. Con el fin de llevar de forma organizada registros sobre los mantenimientos realizados a los equipos durante toda su existencia.

Las Hojas de Vida de los Equipos garantizarán un adecuado inventario de los diferentes elementos, lo cual facilitará el manejo de los mismos y su mantenimiento.

Sus objetivos principales son:

- Recopilación histórica de los trabajos de mantenimiento realizados a las maquinas.
- Servir de puente entre la acción del mantenimiento y el diagnostico o análisis de fallas.

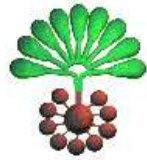
La base de datos para el mantenimiento debe contener las siguientes características de información:

- Localización del equipo.
- Tipo de mantenimiento realizado.
- Descripción de las actividades realizadas.
- Fecha de la actividad.
- Responsables y especialistas que efectuaron el mantenimiento.

A continuación se realizara la hoja de vida de cada uno del equipo existente en la planta de amoniaco con la información que fue suministrada por trabajadores de la planta.

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Pre calentador de gas de carga (E-1)	Mayo de 2008	Mtto.Correctivo	La brida inferior en el intercambiador se desacopla para cambiar el empaque.	CARLOS BELTRAN C.

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Reformador primario (H-1)	15 de marzo de 2005	Mtto.Correctivo	Ingeniería efectuó prueba de tinta a los colectores y a los tubos de 2" salida El colector 5 se levanta un poco para construir un soporte de gas, los colectores 5 y 6 con grietas en la parte superior.	CARLOS BELTRAN C.

			<p>Se cambia un tramo de tubo de 2"x36" Incoloy SCH 80 y el colector 6 se cambia tramo de tubo de 2"x4" Incoloy 80 SCH, parte superior del horno, se corrigen grietas a la entrada del cabezal de vapor gas en las cornetas 17-21-22 y 23.</p> <p>Se hizo formaleta en los colectores se le vació aislante coral 80 y se reparo el techo un 60% parte y tubos de salida de 2" de gas superior con ladrillo refractario UA-26.</p>	
Reformador primario (H-1)	Febrero de 2008	Mtto.Correctivo	<p>Colector #2, se le cambio un tramo de tubo de 2"x9" incoloy salida de gas y se le coloco una concha de 4"x5" en el tubo #10, en el colector #6 se corto #48 y se soldó un capitulo, el techo se reparo en un 40%.</p>	CARLOS BELTAN C.

Reformador primario (H-1)	Abril de 2008		Se corrigió grieta de 8" en el tubo # 2 del colector #6 se corrigieron poros en la salida de gas tubo de 2" y en cordón de soldadura entre los tubos 42 y 43,se retiro catalizador de todos los tubos del colector para cambiarlo,tambien se cambiaron tubos de 1/2" en las cometas, corrigieron poros en cometas del colector # 1 y se reparo un 50% de techo con ladrillo refractario.	CARLOS BELTRAN C.
Reformador primario (H-1)	Abril DE 2008	Mtto.Correctivo	Se corrigió grieta de 5" en el tubo #2 del colector # 2 también se corrigieron poros en cornetas y se corrigieron escapes por bridas de 1/2" de las mismas.	CARLOS BELTRAN C.
Reformador			El drenaje de agua de la foto	CARLOS BELTRAN

primario (H-1)	Mayo de 2008	Mtto.Correctivo	celda se cambio 2 tramos de tubo ½.	C.
Reformador primario (H-1)	Mayo de 2008	Mtto.Correctivo	Al techo lado sur entre los colectores 5-6 se le instalan ladrillos refractarios y kabool se retiran quemadores 29,32 por fuera para inspección visual de los tubos verticales de los mismos colectores.	CARLOS BELTRAN C.
Reformador primario (H-1)	Agosto de 2008	Mtto.Correctivo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los colectores 3,4,5 se le retiran las cornetas para reponer catalizador ➤ En el colector 5 tubo vertical 5 el tubo se corta para soldarte un tapón. ➤ En el colector 2 tubo vertical 10 se esmerila para soldar grieta. ➤ Las 20 varillas de 3/8 de cargue de los ladrillos refractario se les hace rosca y se 	CARLOS BELTRAN C.

			<p>doblan.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Las cornetas 42,36 a los tubos de ½ en forma de U son cambiados y se instalan los nuevos por desgaste. ➤ El quemador 22 lado norte se cambia por grieta parte intermedia. ➤ El quemador 25 lado sur se cambia por deterioro de la boquilla. ➤ A 6 quemadores grandes y 4 pequeños se le repara soldándole lo averiado. 	
--	--	--	--	--

Reformador primario (H-1)	Enero de 2009	Mtto.Correctivo	A la fuga de calor se le hace tapa en lámina de acero carbón y se le funde aislamiento coral 80 contra la pared del horno.	CARLOS BELTRAN C.
---------------------------	---------------	-----------------	--	--------------------------

			Cortar 6 pedazos del colector usado de 6" largo de horno, en 3 segmentos para hacer soportes de los colectores nuevos.	
Reformador primario (H-1)	Enero DE 2009	Mtto.Correctivo	Son cortados 18 pedazos (29-30 enero) de malla hexagonal de acero de acero inoxidable de 24"*19" para fundirlos con CORAL 80, se colocaran ducto central de aire caliente al E23.	CARLOS BELTRAN C.
Reformador primario (H-1)	Enero de 2009	Mtto.Correctivo	Son cortados 30 tubos de 1.75 metros de ½" Sch 80 para hacerles 2 curvas a 180° que se utilizaran en las cornetas superiores de los 6 colectores del horno.	CARLOS BELTRAN C.
Reformador primario (H-1)	16 de marzo de 2009	Mtto.Correctivo	Se realizo inspección visual a los 48 quemadores del horno	CARLOS BELTRAN

			<p>H1, los cuales se encontraban ubicados en los talleres de FERTICOL. Mediante esta inspección se encontró lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Se encontraron quemadores que por las discontinuidades haladas se recomienda no volver a utilizar➤ Se encontraron quemadores, donde las discontinuidades halladas pueden ser removidas mediante reparación, mediante soldadura o reemplazo de piezas.➤ Se encontraron quemadores, donde no se hallaron discontinuidades relevantes que no afecten su	C.
--	--	--	--	-----------

			<p>funcionamiento.</p> <p>RECOMENDACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none">➤ No poner en servicio ninguno de los quemadores que presentan discontinuidades de relevancia, sin antes realizar la respectiva reparación o el reemplazo de las piezas que se encuentran en mal estado.➤ No poner en servicio los quemadores en los que se encontraron discontinuidades cuya criticidad compromete seriamente su funcionamiento o en caso de no contar con quemadores para su reemplazo realizar las reparaciones	
--	--	--	---	--

			<p>➤ Correspondientes o el cambio de piezas teniendo en cuenta que estos elementos deben ser reemplazados cuanto antes ya que existe el riesgo que fallen en servicios por las discontinuidades encontradas.</p> <p>CONTROLES DE CALIDAD</p> <p>Permitir la inspección de verificación de cada uno de los quemadores que requieren ser reparados antes</p> <p>De que sean montados al horno.</p> <p>Disponer de más quemadores para el reemplazo de aquellos que por las discontinuidades encontradas en inspección se recomienda no volver a</p>	
--	--	--	--	--

			utilizar.	
Reformador primario (H-1)	17 de marzo de 2009	Mtto.Correctivo	<p>Se inspecciono el refractario del horno H-1, se calibran las líneas externas de salida del horno y de gas combustibles. Se encontró lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Refractario en mal estado, en algunas secciones internas, en ollas de quemadores y en sectores en donde por defecto del trabajo de cambio de tubería. Se caído el refractario. ➤ Una reducción de la tubería de gas de 2" a 1/2 ", tiene perdida de espesor severa (216mils Vs.150 mils), lo que la hace rechazable ante integridad. 	CARLOS BELTRAN C.

			<p>RECOMENDACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Remover zonas de refractario sin consistencia marcadas con rojo. Permitir revisión de anclajes. Previo visto bueno aplicar refractario Concrax 1500. ➤ Cambiar reducción de 2"x 1 ½ de ➤ La línea de gas combustible. Utilizar material ASTM A-234WPB, cedula 80 y electrodos AWS E-6010 para e pase de raíz y para los rellenos. Realizar control con líquidos penetrantes al pase de raíz. <p>CONTROLES DE CALIDAD</p> <p>Inspección final de</p>	
--	--	--	--	--

			refractario. Líquidos penetrantes al pase de raíz de la reducción nueva.	
Reformador primario (H-1)	18 de marzo de 2009	Mtto.Correctivo	<p>Se inspeccionaron los resortes de los “hangers” de la línea de producto de 2 “del horno. Se encontró lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ La totalidad de los resortes se encontraban afectados por corrosión. ➤ El resorte No.7 (Numerando los resortes de occidente a oriente) del costado norte del horno presentaba el vástago roto. ➤ El resorte No.3 (Numerando los 	CARLOS BELTRAN C.

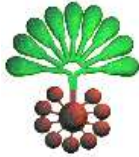
			<p>resortes de occidente a oriente) del costado sur de horno presentaba el vástago roto y una gran deformación.</p> <p>RECOMENDACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Retirar los resortes que representan rotura y deformación así como los resortes que se encuentran en el costado contrario es decir los resortes No.7 costado norte (Vástago roto y sur y los resortes No.3 norte y sur (resorte con deformación).➤ En caso de contar con material disponible para el reemplazo de los 14 resortes de los hangers reemplazarlos	
--	--	--	---	--

			<p>todos, ya que todos se encuentran afectados por corrosión.</p> <p>CONTROLES DE CALIDAD</p> <p>Verificar la correcta instalación de los nuevos resortes como revisar el estado en el que se encuentran estas piezas (no deben presentar roturas y/o deformaciones).</p> <p>Realizar seguimiento periódico de estas piezas mediante inspección visual durante el funcionamiento del horno.</p>	
Reformador primario (H-1)	Enero de 2010	Mtto.Correctivo	El día 27 son tapados huecos parte superior, lado sur del techo del horno y se utiliza 8 kilos de manta aislante.	CARLOS BELTRAN C.
				CARLOS BELTRAN

Reformador primario (H-1)	Enero de 2010	Mtto.Correctivo	El día 27 fueron tapados 3 huecos parte superior, lado sur del techo del horno y se utilizan 8 kilos de manta aislante.	C.
------------------------------	---------------	-----------------	---	-----------

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Reformador primario (H-2)	16 de marzo de 2005	Mtto.Correctivo	LADRILLO REFRACTARIO: De 23x11.5x6.5mm – Type-K-23 Code- 6263 –BF5.	

			<p>MORTERO: Refractario para pegue de ladrillo tipo- K-23 (Cemento- tipo- T-36)</p> <p>LADRILLO PARA QUEMADOR: Tipo- PMS-T-3G y PMS-T- 4G Burnne Block type PMS- T-3G-</p> <p>Referencia-DRW.A- HBM-606-1.</p> <p>PLACA: Refractaria de 51.0 x 66.0 x 6.5.</p>	
Reformador secundario (H-2)	09 de abril de 2005	Mtto.Correctivo	Se destapo la parte superior y el lado del quemador, encontrándose la tapa	

			<p>frontal rayada lo cual se reparo, se encontró 3 tubos rotos, se cortaron y taponaron.</p> <p>El día Miércoles 13 se prueba y queda bien, pero el día Jueves 14 a las 4:30 AM se cae la presión y se procede a parar la planta.</p> <p>Se efectúa prueba y se encontró con problemas varios tubos por los expanders, se contrata con la firma COLMESA reexpandir la zona que está afectada.</p> <p>En total se expanden 21 tubos y 1 que había sido taponado. Con las</p> <p>Después de aplicar</p>	
--	--	--	---	--

			<p>varias alternativas que no funcionaron se decide soldarla y se entrega la caldera el Jueves 21 de Abril del 2005.</p>	
<p>Reformador secundario (H-2)</p>	<p>09 de abril de 2005</p>	<p>Mtto.Correctivo</p>	<p>Se destapo la parte superior y el lado del quemador, encontrándose la tapa frontal rayada lo cual se reparo, se encontró 3 tubos rotos, se cortaron y taponaron.</p> <p>El día Miércoles 13 se prueba y queda bien, pero el día Jueves 14 a las 4:30 AM se cae la presión y se procede a parar la planta.</p> <p>Se efectúa prueba y se encontró con problemas varios</p>	

			<p>tubos por los expandir, se contrata con la firma COLMESA reenpandir la zona que está afectada.</p> <p>En total se expanden 21 tubos y 1 que había sido taponado. Con las</p> <p>Después de aplicar varias alternativas que no funcionaron se decide soldarla y se entrega la caldera el Jueves 21 de Abril del 2005.</p>	
Reformador secundario (H-2)	Primer semestre de 2009	Mtto.Correctivo	La parte inferior del horno verticales retirada y llevada al taller para su reparación, cambio y soldada de los 2 aros internos de .3/8"-3/16"	

			<p>de espesor los anteriores aros son cilindrados o roleados en el taller con lamina acero tipo 310.</p> <p>Los raching internos son retirados para lavarlos individualmente a mano.</p> <p>Alrededor de los aros internos se funde coral 80.</p> <p>El distribuidor interno y sus soportes son fabricados por metalistería.</p> <p>El tubo de 6" y el distribuido en acero HK 40 de la salida de gases, son fabricados nuevos en el taller.</p> <p>El codo de de 6" a 90° HK 40 de la entrada</p>	
--	--	--	--	--

			de gas/aire caliente se recupera por no haber en ferticol.	
Reformador secundario (H-2)	Primer semestre de 2009	Mtto.Correctivo	<p>Las soldaduras son verificadas con prueba de tintas, reparadas y soldadas los 6 soportes (perfiles) internos de los catalizadores cambiados todos por deterioro.</p> <p>Las mallas en acero inoxidable tipo 310 mesh 5 que soportan los catalizadores se cambian en instalan nuevas.</p> <p>El manhool lateral, superior se afloja para retirar y cambiar el muro de ladrillo refractario, reparar paredes verticales</p>	

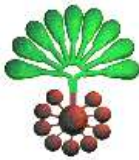
			<p>interna y sacar para cambiar catalizador.</p> <p>La tapa inferior se le cambia exteriormente, todo el revestimiento térmico, los empaques espirotalicos del manhool y de los cabezales superior e inferior se instalan nuevos, con retraso en su adquisición durante 2 semanas. La parte exterior del horno se gratea, lava con agua jabones y se pinta con aluminio de alta temperatura.</p>	
Reformador secundario (H-2)	Primer semestre 2009	Mtto.Correctivo	Las soldaduras son verificadas con prueba de tintas, reparadas y soldadas los 6 soportes	CARLOS BELTRAN C.

			<p>(perfiles) internos de los catalizadores cambiados todos por deterioro.</p> <p>Las mallas en acero inoxidable tipo 310 mesh 5 que soportan los catalizadores se cambian en instalan nuevas.</p> <p>El manhole lateral, superior se afloja para retirar y cambiar el muro de ladrillo refractario, reparar paredes verticales interna y sacar para cambiar catalizador.</p> <p>La tapa inferior se le cambia exteriormente, todo el revestimiento térmico, los empaques espirotalicos del manhole y de los</p>	
--	--	--	--	--

			<p>cabezales superior e inferior se instalan nuevos, con retraso en su adquisición durante 2 semanas. La parte exterior del horno se gratea, lava con agua jabones y se pinta con aluminio de alta temperatura.</p>	
<p>Reformador secundario (H-2)</p>	<p>12 de noviembre 2010</p>	<p>Mtto.Correctivo</p>	<p>Cambiar empaque cono superior.</p>	<p>LUIS ALBERTO CALDERON</p>

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Convertidor de CO (D-2)	Primer semestre de 2009	Mtto.Preventivo	<ul style="list-style-type: none">➤ Las 2 tapas de los manhole superiores se sueltan los espárragos para retirar los catalizadores.➤ Cambiarlos y	

			<p>reponer nivel, también los empaques espirotalicos o flexitalicos son instalados nuevos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ La cima de la torre se le aplica aislamiento y se forra con aluminio en su alrededor. ➤ Los 2 ciegos en 8 de 12"*300 P.S.I se giran para reducción de catalizador y se les cambian los 4 empaques espirotalicos. 	
Convertidor de CO (D-2)	16 de marzo 2009	Mtto.Correctivo	<p>Se inspecciono internamente la sección de alta presión del convertidor D-2, se calibraron secciones de láminas, caps, boquillas y soldaduras. Se hizo revisión del anclaje de la malla tipo Glisht dentro del</p>	

			<p>equipo. También se hizo revisión del aislamiento exterior. Se encontró lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Tres áreas con picadura profunda, con valores entre 85 y 140 mts de profundidad. Según planos la tolerancia para corrosión es de 62.5 mils y los valores encontrados superan lo permisible según el plano mecánico del equipo, afectándose en estas áreas su integridad.➤ Un área de soldadura con pérdida de altura del filete. Este daño es por efecto de corrosión.	
--	--	--	---	--

			<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tres anclajes que sostienen la malla Glisht, sueltos y con deficiencias en el apernado. ➤ -El aislamiento externo del convertidor, posee zonas ciadas y con pérdida de altura de la capa aislante, en sectores del Cap. Superior, cuerpo parte superior y alrededor y alrededor de las boquillas. <p>RECOMENDACIÓN</p> <p>1.Áreas con picaduras:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Esmerilar suavemente la superficie. ➤ para mejorar el anclaje de la 	
--	--	--	--	--

			<p>soldadura de relleno (Las áreas se marcaron con pintura blanca)</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Pre calentar el área a una temperatura de 250°F como mínimo (Acorde con el plano de construcción) antes de soldar.➤ Efectuar rellenos con electrodos AWS E-7018 A1 (Carbon-Moly), utilizando varillas revestidas de 1/8" diámetro.➤ Suavizar la superficie soldada, esmerilando a ras con sumo cuidado sin afectar el resto de las láminas.➤ Permitir prueba de líquidos penetrantes	
--	--	--	---	--

			<p>a las zonas reparadas.</p> <p>2. Area de soldadura bajo filete:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Esmerilar suavemente la superficie de soldadura marcada con pintura blanca.➤ Precalentar el área a una temperatura de 250°F como mínimo➤ (Acorde con el plano de construcción), antes de soldar.➤ Efectuar rellenos con electrodos AWS E-7018 A1 (carbónMoly), utilizando varillas revestidas de 1/8" de diámetro.	
--	--	--	--	--

			<p>➤ Permitir prueba de líquidos penetrantes a la zona reparada.</p> <p>3.Anclajes de la malla:</p> <p>Reparar los anclajes marcados con pintura blanca, que son anclajes de la malla. Retirar las tuercas flojas, instalar suplementos en láminas de acero al carbono de 1/4" de espesor y reapretar las tuercas.</p> <p>4.Aislamiento Exterior</p> <p>Cambiar las zonas marcadas con pintura roja, las cuales son externas del aislamiento en mal estado. Utilizar capas de 3" de espesor en material de silicado de calcio y protección final de lamina foil de aluminio.</p> <p>CONTROLES DE</p>	
--	--	--	--	--

			<p>CALIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Las zonas soldadas llevaran prueba de líquidos penetrates e inspecciones visual final. ➤ Los anclajes llevaran inspección visual final. ➤ El aislamiento llevara inspección visual final. 	
Convertidor de CO (D-2)	18 de marzo de 2009	Mtto.Correctivo	<p>Se inspecciono internamente la sección de alta presión del convertidor D-2^a, se calibraron secciones de láminas, caps, boquillas y soldaduras. Se hizo revisión del anclaje de la malla tipo Glisht dentro del equipo. También se hizo revisión del aislamiento</p>	

			<p>exterior. Se encontró lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Tres aéreas con picadura profunda, con valores entre 85 y 140 mils de profundidad. Según planos la tolerancia para corrosión es de 62,5 mils y los valores encontrados superan lo permisible según el plano mecánico del equipo, afectándose en estas áreas su integridad.➤ Un área de soldadura con pérdida de altura del filete. Este daño es por efecto de corrosión.➤ Tres anclajes que sostienen la malla	
--	--	--	---	--

			<p>Glisht, sueltos y con deficiencias en el apernado.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ El aislamiento externo del convertidor, posee zonas ciadas y con pérdida de altura en la capa aislante, en sectores del cap. Superior, parte del superior y parte inferior y alrededor de las boquillas. <p>RECOMENDACIÓN</p> <p>1.Area con picaduras:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Esmerilar suavemente la superficie para mejorar el anclaje de la soldadura de relleno.(Las áreas se marcaron con pintura blanca.)	
--	--	--	--	--

			<ul style="list-style-type: none">➤ Pre calentar el área a una temperatura de 250 °F como mínimo (Acorde con el plano de construcción), antes de soldar.➤ Efectuar rellenos con electrodos AWS E-7018 A1 (carbón-Moly), utilizando varillas revestidas de 1/8" de diámetro.➤ Suavizar la superficie soldada, esmerilado a ras con sumo cuidado sin afectar el resto de las láminas.➤ Permitir prueba de líquidos penetraste a las zonas reparadas.	
2.Area de soldadura de				

			<p>bajo filete:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Esmerilar suavemente la superficie de soldadura marcada con pintura blanca.➤ Pre-calentar el área a una temperatura de 250°F como mínimo (acorde con el plano de construcción) antes de soldar.➤ Efectuar rellenos con electrodos AWS E -7018 A1 (Carbón-Moly), utilizando varillas revestidas de 1/8" de diámetro.➤ Suavizar la superficie soldada.➤ Esmerilando a ras con sumo cuidado	
--	--	--	--	--

			<p>sin afectar el resto de las laminas.</p> <p>➤ Permitir pruebas de líquidos penetrantes a la zona reparada.</p> <p>3.Anclaje de la malla</p> <p>Reparar los anclajes marcados con pintura blanca, que son anclajes de la malla. Retirar las tuercas flojas, instalar suplementos en láminas de acero al carbono DE ¼" de espesor y reapretar las tuercas.</p> <p>4.Aislamiento Exterior</p> <p>Cambiar las zonas marcadas con pintura roja, las cuales son externas, del aislamiento en mal estado .Utilizar capas de 3" de espesor en material de silicato de calcio y protección final de lamina</p>	
--	--	--	--	--

			<p>foil de aluminio.</p> <p>CONTROLES DE CALIDAD</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Las zonas soldadas llevaran prueba de líquidos penetrantes e inspección visual final.➤ Los anclajes llevaran inspección visual final.➤ El aislamiento llevara inspección visual final.	
--	--	--	--	--

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

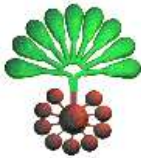
REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Separador de condensado (D-10)	06 de agosto 2009	Mtto.Correctivo	Es aflojado y llevado al taller el tubo de acero inoxidable de 1	CARLOS BELTRAN C.

			1/2", para esmerilar y soldarlo por presentar gases explosivos en el lugar.	
--	--	--	---	--

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

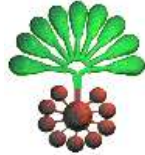
REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Intercambiador (E-4)	Marzo de 2008	Mtto.Correctivo	Se destapa equipo para efectuar limpieza mecánica al haz tubular y tubo a tubo.	CARLOS BELTRAN C.

Intercambiador (E-4)	Primer semestre 2009	Mtto.Correctivo	Es armado un andamio para lavar con agua los tubos internamente. Las tapas o cabezales se retiran para lavar internamente los tubos a estos intercambiadores se le hace prueba hidrostática, para verificar fuga, o escape los empaques de las tapas se instalan nuevos.	CARLOS BELTRAN C.
----------------------	-------------------------	-----------------	--	--------------------------

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Enfriador de solución (E-7A /B)	Enero de 2008	Mtto.Correctivo	Se destapo para lavado mecánico y prueba hidrostática, presento 7 tubos	CARLOS BELTRAN C.

			rotos, se condenaron, total tubos condenados.	
Enfriador de solución (E-7A /B)	Febrero de 2008	Mtto.Correctivo	Se construyo en el taller tapa lado norte	CARLOS BELTRAN C.
Enfriador de solución (E-7A /B)	Marzo de 2008	Mtto.Correctivo	Se destapo equipo para limpieza mecánica.	CARLOS BELTRAN C.
Enfriador de solución (E-7A /B)	Primer semestre 2009	Mtto.Correctivo	Las tapas o cabezales se retiran para lavar internamente los tubos, el casco se gira a 180° la entrada y salida de M.E.A en tubería de 6" en acero inoxidable son modificados los empaques de las tapas se instalan nuevos.	CARLOS BELTRAN C.

			Son colocados 2 ciegos de 8" y 20 "para hacer lavado químico.	
Enfriador de solución (E-7A /B)	Mes de enero 2009	Mtto.Correctivo	Lavar diariamente el filtro de agua de enfriamiento del intercambiador de M.E.A.	CARLOS BELTRAN C.
Enfriador de solución (E-7A /B)	23 al 29 de agosto de 2009	Mtto.Correctivo	Las mallas internas de hacer inoxidable del filtro del agua enfriamiento se lavan todos los días	CARLOS BELTRAN C.
Enfriador de solución (E-7A /B)	30 de agosto al 05 de Septiembre de 2009	Mtto.Correctivo	Las mallas internas de hacer inoxidable del filtro del agua enfriamiento se lavan todos los días	CARLOS BELTRAN C.

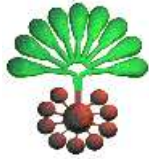
Enfriador de solución (E-7A /B)	04 AL 10 de Octubre 2009	Mtto.Correctivo	Mallas internas de acero inoxidable del filtro del agua enfriamiento se levantan esta semana 1 vez al día.	CARLOS BELTRAN C.
Enfriador de solución (E-7A /B)	18 AL 24 de Octubre 2009	Mtto.Correctivo	Las mallas internas de acero inoxidable del filtro del agua enfriamiento se levantan esta semana 1 vez al día.	CARLOS BELTRAN C.
Enfriador de solución (E-7A/B)	01 AL 07 de noviembre de 2009	Mtto.Correctivo	Las mallas internas de acero inoxidable del filtro del agua enfriamiento se lavan esta semana 1 vez al día.	CARLOS BELTRAN C.

Enfriador de solución (E-7A /B)	08 AL 14de noviembre 2009	Mtto.Correctivo	Las mallas internas de acero inoxidable del filtro del agua enfriamiento se lavan esta semana 1 vez al día.	CARLOS BELTRAN C.
Enfriador de solución (E-7A /B)	Mes de enero del 2010	Mtto.Correctivo	Las mallas internas de acero inoxidable del filtro del agua enfriamiento se lavan 2 veces al día.	CARLOS BELTRAN C.
Enfriador de solución (E-7A /B)	26 de noviembre 2010	Mtto.Correctivo	➤ Sus empaques de los cabezales se hacen nuevos, utilizando una lamina de repuesto de la reparación pasada.	

			➤ Se lava sus tubos internos.	
--	--	--	-------------------------------	--

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

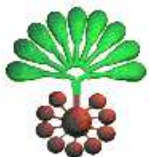
REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Absorbedora de Co ₂ (T-1)	Primer semestre 2009	Mtto.Correctivo	Manhool superiores lateral, se sueltan los espárragos para inspeccionar los	CARLOS BELTRAN C.

			rociadores internos, el empaque en asbesto de 16" se instala de nuevo a las bridas de 8" entrada de gas por la parte superior, se coloca un ciego.	
Absorbedora de Co ₂ (T-1)	26 de noviembre 2010	Mtto.Correctivo	La entrada de gas a esta torre presentaba escape de M.E.A. por el tubo de 6" se solda una concha de la parte inferior.	LUIS ALBERTO CALDERON

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Torre regeneradora MEA (T-2)	Primer semestre 2009	Mtto.Correctivo	Después de retirar el intercambiador E9 ubicado en la parte de	CARLOS BELTRAN C.

			<p>su cima, se le pone nivel de sillas (porcelana)</p> <p>Por la entrada de 20 "a las bridas se le insta un ciego, lavado químico son colocados 2 ciegos de 8 "para hacer lavado químico.</p>	
--	--	--	---	--

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

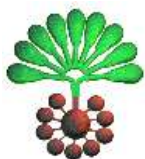
EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Enfriador de gas de acido (E-9)	Enero de 2008	Mtto.Preventivo	Se desmoto para lavado mecánico y prueba hidrostática, presento 7 tubos	CARLOS BELTRAN C.

			rotos, se condenaron, total tubos condenados 89, total tubos del equipo 1.150.	
Enfriador de gas de acido (E-9)	Mayo de 2008	Mtto.Correctivo	Es desmontado para lavar internamente el haz tubular, se le cambian los empaques de las tapas, se efectúa prueba hidrostática, son taponados 4 tubos.	CARLOS BELTRAN C.
Enfriador de gas de acido (E-9)	Primer semestre 2009	Mtto.Correctivo	Las bridas 8" que se acoplan a las tapas (cabezales) se sueltan, como las bridas de 2" que se acoplan al drum ubicado en la parte superior del mismo	CARLOS BELTRAN C.

			<p>con una grúa alquilada se baja el intercambiador para hacerle prueba hidrostática en el taller al hacer la prueba, se detectan 65 tubos rotos, se hacen 130 tapones para instalarlos y se procede a montarlo nuevamente con tubos fuera de servicios.</p> <p>El 31 de mayo de 2009 se procede a desmontar y retirar por deterioro el intercambiador, para acoplar y ajustar el nuevo fabricado por V.R INGENIERIA, de la ciudad de Bogotá.</p>	
--	--	--	---	--

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Caldera(WHB-1)	Enero de 2008	Mtto.Correctivo	Lado sur en el depósito de lodos se corrigió poro por	CARLOS BELTRAN C.

			tapón.	
Caldera(WHB-1)	Marzo de 2008	Mtto.Correctivo	<p>presentar fuga de agua por debajo de la caldera se procede retirar laminas laterales lado norte, sur y retirar quemador para presionar el equipo y detectar la falla cuando la presión estaba en 150 psi, se detecto el problema en la fila 13 tubo # 6 lado sur, se retiran con esmeril 2 tapas parte inferior del depósito de lodos para revisar y se encontraron dos tapones caídos y se verifico que eran de los tubos #6 y 7 de la fila # 13,se tapo el equipo para probar nuevamente,</p>	CARLOS BELTRAN C.

			presentando problema por expandir del tubo #6 que ya estaba condenado, se procede echarle Rally a los tapones #6 y 7 por el lado de expandir, se tapa el equipo para presionar otra vez a 250 psi, pasando la prueba.	
Caldera(WHB-1)	Abril de 2008	Mtto.Correctivo	Por presentar fuga de agua por debajo de la caldera se procede retirar laminas laterales lado sur para presionar el equipo	CARLOS BELTRAN C.
Caldera(WHB-1)	Primer semestre 2009	Mtto.Correctivo	El bypass de la LV 20 y las tuberías de agua desmineralizadas, se retira para calibrar válvula de instrumentos, para poder trabajar en el camino de retirar	CARLOS BELTRAN C.

			lamina lateral y cambio de tuberías internas por parte de la firma Colmaquina.	
Caldera(WHB-1)	06 de agosto 2009	Mtto.Correctivo	La tapa en hierro fundido del motor del tiro inducido se esmerila y solda por 3 partes	LUIS ALBERTO CALDERON
CALDERA (WHB-1)	30 de agosto al 05 de septiembre de 2009	Mtto.Correctivo	Bajar 2 veces nivel del lado norte para sentar vidrio y cambiar los empaques.	CARLOS BELTRAN C.
CALDERA (WHB-1)	20 al 26 de Septiembre del 2009	Mtto.Correctivo	Bajar 2 veces nivel del lado norte para sentar vidrio, se instala uno nuevo y se cambia los empaques.	CARLOS BELTRAN C.

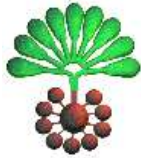
CALDERA (WHB-1)	04 AL 10 de octubre del 2009	Mtto.Correctivo	<p>Se cortaron y fabrican 20 empaques de 1/16" con inserción metálica para los vidrios del nivel de la caldera.</p> <p>La ultima lamina de asbesto con inserción de 1/16" de agoto.</p>	CARLOS BELTRAN C.
CALDERA (WHB-1)	01 al 07 de noviembre de 2009	Mtto.Correctivo	<p>Los empaques y el vidrio del nivel de la caldera, se instan nuevos por fuga de vapor.</p>	CARLOS BELTRAN C.
CALDERA (WHB-1)	AL 14 de Noviembre de 2009	Mtto.Correctivo	<p>Los empaques y el vidrio del nivel de la caldera, se instalan nuevos por fuga de vapor.</p>	CARLOS BELTRAN C.

CALDERA (WHB-1)	22 AL 28 de Noviembre de 2009	Mtto.Correctivo	Los dos empaques del nivel de la caldera, se instalan nuevos por fuga de vapor.	CARLOS BELTRAN C.
CALDERA(WHB-1)	10 de febrero de 2010	Mtto.Correctivo	Durante el mes se cambian e instala nuevo 2 veces el vidrio del nivel <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se cambian los 2 empaques del vidrio, una vez cada semana. ➤ El empaque espirolatico 6x300 # de la válvula angular se instala de nuevo. 	CARLOS BELTRAN C
CALDERA WHB-1	12 DE Noviembre de 2010	Mtto.Correctivo	Cambiar válvula de bloque en línea de venteo y lo mismo en	LUIS ALBERTO CALDERON

			klinger lado sur.	
--	--	--	-------------------	--

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Ventilador de tiro inducido (IB-1)	13 de marzo de 2005	Mtto.Correctivo	Se le cambiaron los rodamientos Ref: 6307-C3 y 6207-C3, instalado con su Blower al motor eléctrico Amperaje 4.8 – 4.8-5.	

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

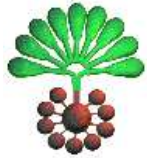
EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Intercambiador de calor (E-19)	23 de marzo de 2009	Mtto.Correctivo	Se realizo inspección y calibración externa al intercambiador E-19.El intercambiador se encuentra formado por 5 serpetines de 3" de diámetro en tubería SCH XXS, los cuales se	

			<p>encuentran conectados a distribuidores de 4 "SCH XXS por medio de tramos de tubería de 1 1/2 " de SCH XXS. Mediante la medición de espesores no se encontraron valores que estén 1/16 " por debajo del espesor nominal. Algunas zonas se encuentran afectadas por picaduras de hasta 50 mils.</p> <p>Por medio de inspección visual se observó que el recubrimiento de la tubería se encuentra en mal estado presentado múltiples zonas con desprendimiento y cuarteamiento de la pintura.</p> <p>RECOMENDACIÓN</p> <ol style="list-style-type: none">1. Retirar completamente el recubrimiento de la tubería del intercambiador mediante sandblasting o por granallado hasta alcanzar metal blanco.2. Aplicar recubrimiento epóxido anticorrosivo pintucoat naranja. Ref. 110.026/113.227, producto en dos componentes en envases	
--	--	--	---	--

			<p>separados. El anticorrosivo epoxi pura con minio inhibor de a corrosión y el catalizador poliaminico.La mezcla por volumen de 10 partes de anticorrosiva con una de catalizador ref.13.227 produce al aplicarla, una capa solida, dura resistente a aguas dulces no potables o saladas, ácidos débiles, sales álcalis, disolventes alifáticos y temperaturas de 120 ° en seco y 70° en seco y 70° C en inmersión (catalogo de pintuco)</p> <p>CONTROLES DE CALIDAD</p> <p>Realizar pruebas de adherencia y espesor de película seca al nuevo recubrimiento aplicado.</p>	
--	--	--	--	--

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

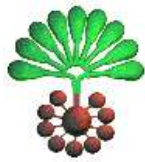
REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Intercambiador de M.E.A (E-8A/B)	Primer semestre de 2009	Mtto.Correctivo	Las tapas o cabezales se retiran para lavar internamente los tubos, la tapa del E.-8 lado sur se, instala	

			<p>una nueva, esta se corta, esmerila y se solda.</p> <p>A estos intercambiadores se le hace prueba hidrostática, para verificar fuga o escape al E:8A se le colocan 2 tapones en acero inoxidable quedando con tubos fuera de servicio.</p> <p>Son colocados 2 ciegos de 8 "para hacer lavado químico.</p>	
--	--	--	---	--

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



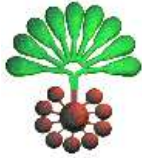
FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Rehervidor de MEA (E-6)	Mes de diciembre 2008	Mtto. Correctivo	El codo de 2" se esmerila y solda por fuga de vapor.	CARLOS BELTRAN C.

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Compresor Multiservicios (C1-A)	12 de noviembre 2010	Mtto.Correctivo	Desmontar para revisar válvula de bloque en descarga	LUIS ALBERTO CALDERON

			etapa del aire.	
Compresor Multiservicios (C1-A)	Primer semestre de 2009	Mtto.Correctivo	<p>Los intercambiadores de gas: 11, 12,13 de ambos compresores son retirados y llevados al taller de metalistería ahí se: Les retiran los cabezales y se sacan del casco para lavarlos internamente con agua y los tubos internamente y se les pasa el churrusco y se les rocía thiner.</p> <p>Los empaques y los cauchos redondos de los cabezales se instalan nuevos.</p> <p>Los intercambiadores de aire.15, 25 de ambos compresores son retirados y llevados al taller de</p>	

			metalistería ahí se les retiran los cabezales y se sacan del casco para lavarlos.	
Compresor Multiservicios (C1-B)	12 de noviembre de 2010	Mtto.Correctivo	Cambiar válvulas de bloque en drenaje de tercera y cuarta etapa de gas.	LUIS ALBERTO CALDERON

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

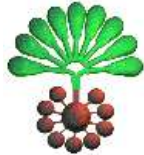
EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Torre Convertidora (T3)	Primer semestre 2009	Mtto.Correctivo	La tapa superior se afloja y ajusta nuevamente para cambiarle el empaque	

			<p>forado en plomo los días: 7 de mayo -6 de junio 2009.</p> <p>La resistencia interna es soldada, reparada y trasladada para el taller, la soldadura aplicada es con ARGON.</p>	
Torre Convertidora (T3)	Junio de 2008	Mtto.Correctivo	La nueva resistencia eléctrica es armada y soldada con argón.	CARLOS BELTRAN C.
Torre Convertidora (T3)	6 de agosto de 2009	Mtto.Correctivo	Se baja la tapa superior para cambiar el empaque (23 de julio) se utiliza la grúa de la firma I.T.S, se reviste el anillo usado con plomo.	CARLOS BELTRAN C.

Torre Convertidora (T3)	28 AL 28 de noviembre de2009	Mtto.Correctivo	Se retira y cambia el empaque de la tapa, se utilizan 3 horas.	CARLOS BELTRAN C.
-------------------------	------------------------------	-----------------	--	-------------------

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Condensador primario de amoniaco (E-21)	Diciembre de 2008	Mtto.Correctivo	El intercambiador se baja para retirarle los cabezales, lavarlo con thiner los tubos se	CARLOS BELTRAN C.

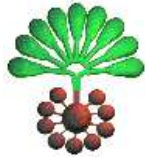
			hace prueba hidrostática para verificar tubos rotos y empaques.	
Condensador primario de amoniaco (E-21)	Primer semestre de 2009	Mtto.Correctivo	<p>A la tapa frontal se retiran las platinas seccionadas, para retirar tapón de alta presión, la tapa posterior, se retiran para lavar internamente el casco.</p> <p>Con ayuda de la grúa se sostiene y retira del casco el haz tubular bastante deteriorado, para lavarlo a presión y preceder a hacerle la prueba hidrostática por casco, se colocan 2 tapones y se entrega a proceso el intercambiador.</p>	

			El día 8 de junio por orden de proceso se hace la prueba hidrostática por casco se colocan 2 tapones quedando con 9 tubos en total.	
Condensador primario de amoniaco (E-21)	23 AL 29 de agosto de 2009	Mtto.Correctivo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se pinta interiormente el casco del intercambiador con exposica color gris y se solda unión simple $\frac{3}{4}$ al casco. ➤ Los 24 esparragos del cabezal de 374 rosca ordinaria, se les pasa tarraja para suavizarlos. ➤ Con el puente grúa del taller de 	

			<p>mantenimiento, la grúa telescópica y el cargador. Se procede a meter el haz tabular al casco, se ajusta al casco y se le instalan a sus 4 bridas, accesorios para la prueba hidrostática-</p> <ul style="list-style-type: none">➤ A una brida de 20" con oxicorte se hacen 22 huecos de $\frac{3}{4}$ alrededor para hacer pruebas al intercambiador fabricado por V.R INGENERIA.➤ Se hace prueba hidrostática por casco a 115 psi, prueba	
--	--	--	---	--

			satisfactoria.	
Condensador primario de amoniaco (E-21)	30 de agosto al 05 de Septiembre de 2009	Mtto.Correctivo	Con pintura color gris de alta temperatura se pinta el cabezal.	CARLOS BELTRAN C.

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.
DIRECCION DE INGENIERIA



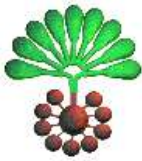
FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Tanques de de alta presión (SR-7 /8)	Primer semestre 2009	Mtto.Correctivo	La válvulas de 2"x300# aguja se desmonta bonete y se	CARLOS BELTRAN C.

			le aplica plomo en el sello.	
--	--	--	------------------------------	--

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.
DIRECCION DE INGENIERIA



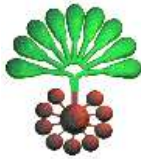
FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Drum de aire	Primer semestre	Mtto.Correctivo	Alrededor del tanque se arma	CARLOS BELTRAN

caliente d:5	de 2009		andamio, se pinta con sintética color azul.	C.
--------------	---------	--	--	----

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.
DIRECCION DE INGENIERIA



FERTICOL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	FECHA	TIPO DE MTTO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TECNICO
Intercambiador	Primer semestre de	Mtto.Correctivo	Es armado un andamio para lavar con agua los tubos	CARLOS BELTRAN

(E-22)	2009		internamente los tubos a estos intercambiadores se le hace prueba hidrostática, para verificar fuga o escape los empaques de las tapas se instalan nuevos.	
--------	------	--	--	--

2.2 Análisis de criticidad (CA)

Es una estrategia que permite la organización en los equipos con relación al entorno general, que tiene como objetivo tomar la mejor decisión.

Es necesario determinar cuáles de los equipos de la planta de amoniaco requieren mayor importancia para la implementación de metodologías de mantenimiento en el subsistema más crítico.

Se realizó una encuesta con 7 preguntas a trabajadores de la planta de amoniaco para conocer información respecto a la de operación, fallas, impacto ambiental, impacto en la producción, costo de reparación, impacto en salud y seguridad personal y por ultimo impacto en satisfacción al cliente en cuanto a los equipos existentes. Esta información fue tabulada; en base a esto se aplicaron las respectivas fórmulas de criticidad dando como resultado los equipos con criticidad alta, media y baja.

Tabla 13. Encuesta Análisis de Criticidad.

FORMATO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

EQUIPO: Reformador primario (H-1)

FECHA: 5 JULIO DE 2011

1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR. MTTR
No más de 1 por año	Menos de 4 horas
Entre 2 y 15 por año	Entre 4 y 8 horas
Entre 16 y 30 por año X	Entre 8 y 24 horas
Entre 31 y 50 por año	Entre 24 y 48 horas x
Más de 50 por año (Más de una parada semanal)	Más de 48 horas
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	4. COSTO DE REPARACIÓN (MILLONES DE PESOS)
No afecta la producción	Menos de 3 millones X
25% de impacto	Entre 3 y 15 millones
50% de impacto	Entre 15 y 35 millones
75% de impacto X	Más de 35 millones
La afecta totalmente	
5.IMPACTO AMBIENTAL	6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONA
No origina ningún impacto ambiental	No origina heridas ni lesione
Contaminación ambiental baja, x	Puede ocasionar lesiones o heridas leves x
Contaminación ambiental moderada	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 día
Contaminación ambiental alta	Puede ocasionar lesiones con incapacidad

	superior a 30 días o incapacidad parcial
7. IMPACTO EN SATISFACCIÓN CLIENTE. (DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA A LA QUE SE LE PRESTAN SERVICIOS)	
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMMLV	x
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	

Fuente: Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002

Tabla 14. Encuesta Análisis de Criticidad:

FORMATO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

EQUIPO: Ventilador de tiro inducido

FECHA: 5 JULIO DE 2011

1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR. MTTR
No más de 1 por año	Menos de 4 horas
Entre 2 y 15 por año X	Entre 4 y 8 horas
Entre 16 y 30 por año	Entre 8 y 24 horas x
Entre 31 y 50 por año	Entre 24 y 48 horas
Más de 50 por año (Más de una parada semanal)	Más de 48 horas
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	4. COSTO DE REPARACIÓN (MILLONES DE PESOS)
No afecta la producción	Menos de 3 millones X
25% de impacto	Entre 3 y 15 millones
50% de impacto	Entre 15 y 35 millones
75% de impacto	Más de 35 millones
La afecta totalmente X	
5.IMPACTO AMBIENTAL	6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONA
No origina ningún impacto ambiental	No origina heridas ni lesione
Contaminación ambiental baja, X	Puede ocasionar lesiones o heridas leves X
Contaminación ambiental moderada	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 día
Contaminación ambiental alta	Puede ocasionar lesiones con incapacidad

	superior a 30 días o incapacidad parcial
7. IMPACTO EN SATISFACCIÓN CLIENTE. (DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA A LA QUE SE LE PRESTAN SERVICIOS)	
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	X
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	

Fuente: Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002

Tabla 15. Encuesta Análisis de Criticidad:

FORMATO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

EQUIPO: CALDERA WHB-1

FECHA: 5 JULIO DE 2011

1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR. MTTR
No más de 1 por año	Menos de 4 horas
Entre 2 y 15 por año	Entre 4 y 8 horas
Entre 16 y 30 por año X	Entre 8 y 24 horas
Entre 31 y 50 por año	Entre 24 y 48 horas
Más de 50 por año (Más de una parada semanal)	Más de 48 horas x
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	4. COSTO DE REPARACIÓN (MILLONES DE PESOS)
No afecta la producción	Menos de 3 millones
25% de impacto	Entre 3 y 15 millones
50% de impacto	Entre 15 y 35 millones x
75% de impacto	Más de 35 millones
La afecta totalmente x	
5.IMPACTO AMBIENTAL	6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONA
No origina ningún impacto ambiental	No origina heridas ni lesione
Contaminación ambiental baja,	Puede ocasionar lesiones o heridas leves
Contaminación ambiental moderada X	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 día x
Contaminación ambiental alta	Puede ocasionar lesiones con incapacidad

	superior a 30 días o incapacidad parcial
7. IMPACTO EN SATISFACCIÓN CLIENTE (DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA A LA QUE SE LE PRESTAN SERVICIOS)	
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	x

Fuente: Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002

Tabla 16. Encuesta Análisis de Criticidad:

FORMATO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

EQUIPO: ENFRIADOR DE SOLUCION (E-7A)

FECHA: 5 JULIO DE 2011

1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR. MTTR
No más de 1 por año	Menos de 4 horas
Entre 2 y 15 por año	Entre 4 y 8 horas
Entre 16 y 30 por año	Entre 8 y 24 horas
Entre 31 y 50 por año	Entre 24 y 48 horas X
Más de 50 por año (Más de una parada semanal) X	Más de 48 horas
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	4. COSTO DE REPARACIÓN (MILLONES DE PESOS)
No afecta la producción	Menos de 3 millones x
25% de impacto	Entre 3 y 15 millones
50% de impacto	Entre 15 y 35 millones
75% de impacto X	Más de 35 millones
La afecta totalmente	
5.IMPACTO AMBIENTAL	6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONA
No origina ningún impacto ambiental	No origina heridas ni lesione
Contaminación ambiental baja,	Puede ocasionar lesiones o heridas leves x
Contaminación ambiental moderada X	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 día
Contaminación ambiental alta	Puede ocasionar lesiones con incapacidad

	superior a 30 días o incapacidad parcial
7. IMPACTO EN SATISFACCIÓN CLIENTE. (DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA A LA QUE SE LE PRESTAN SERVICIOS)	
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMMLV	x
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	

Fuente: Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002

Tabla 17. Encuesta Análisis de Criticidad:

FORMATO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

EQUIPO: Enfriador de gas de proceso (E-4) FECHA: 5 JULIO DE 2011

1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR. MTTR
No más de 1 por año	Menos de 4 horas
Entre 2 y 15 por año	Entre 4 y 8 horas
Entre 16 y 30 por año X	Entre 8 y 24 horas
Entre 31 y 50 por año	Entre 24 y 48 horas
Más de 50 por año (Más de una parada semanal)	Más de 48 horas x
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	4. COSTO DE REPARACIÓN (MILLONES DE PESOS)
No afecta la producción	Menos de 3 millones
25% de impacto	Entre 3 y 15 millones x
50% de impacto	Entre 15 y 35 millones
75% de impacto x	Más de 35 millones
La afecta totalmente	
5.IMPACTO AMBIENTAL	6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONA
No origina ningún impacto ambiental	No origina heridas ni lesione
Contaminación ambiental baja,	Puede ocasionar lesiones o heridas leves x
Contaminación ambiental moderada x	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 día
Contaminación ambiental alta	Puede ocasionar lesiones con incapacidad

	superior a 30 días o incapacidad parcial
7. IMPACTO EN SATISFACCIÓN CLIENTE. (DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA A LA QUE SE LE PRESTAN SERVICIOS)	
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMMLV	x
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	

Fuente: Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002

Tabla 18. Encuesta Análisis de Criticidad:

FORMATO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

EQUIPO: Convertidor de amoniaco (T-3) FECHA: 5 JULIO DE 2011

1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR. MTTR
No más de 1 por año	Menos de 4 horas
Entre 2 y 15 por año	Entre 4 y 8 horas X
Entre 16 y 30 por año X	Entre 8 y 24 horas
Entre 31 y 50 por año	Entre 24 y 48 horas
Más de 50 por año (Más de una parada semanal)	Más de 48 horas
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	4. COSTO DE REPARACIÓN (MILLONES DE PESOS)
No afecta la producción	Menos de 3 millones X
25% de impacto	Entre 3 y 15 millones
50% de impacto	Entre 15 y 35 millones
75% de impacto	Más de 35 millones
La afecta totalmente X	
5.IMPACTO AMBIENTAL	6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONA
No origina ningún impacto ambiental	No origina heridas ni lesione
Contaminación ambiental baja,	Puede ocasionar lesiones o heridas leves
Contaminación ambiental moderada X	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 día X

Contaminación ambiental alta	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial
7. IMPACTO EN SATISFACCIÓN CLIENTE. (DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA A LA QUE SE LE PRESTAN SERVICIOS)	
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	X

Fuente: Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002

	superior a 30 días o incapacidad parcial
7. IMPACTO EN SATISFACCIÓN CLIENTE. (DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA A LA QUE SE LE PRESTAN SERVICIOS)	
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMMLV	X
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	

Fuente: Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002

Tabla 20. Encuesta Análisis de Criticidad:

FORMATO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

EQUIPO: Absorbedora de Co₂ (T-1)

FECHA: 5 JULIO DE 2011

1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR. MTTR
No más de 1 por año	Menos de 4 horas
Entre 2 y 15 por año	Entre 4 y 8 horas
Entre 16 y 30 por año X	Entre 8 y 24 horas
Entre 31 y 50 por año	Entre 24 y 48 horas
Más de 50 por año (Más de una parada semanal)	Más de 48 horas X
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	4. COSTO DE REPARACIÓN (MILLONES DE PESOS)
No afecta la producción	Menos de 3 millones
25% de impacto	Entre 3 y 15 millones X
50% de impacto	Entre 15 y 35 millones
75% de impacto X	Más de 35 millones
La afecta totalmente	
5.IMPACTO AMBIENTAL	6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONA
No origina ningún impacto ambiental	No origina heridas ni lesione
Contaminación ambiental baja,	Puede ocasionar lesiones o heridas leves
Contaminación ambiental moderada X	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 día X
Contaminación ambiental alta	Puede ocasionar lesiones con incapacidad

	superior a 30 días o incapacidad parcial
7. IMPACTO EN SATISFACCIÓN CLIENTE. (DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA A LA QUE SE LE PRESTAN SERVICIOS)	
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	X

Fuente: Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002

Tabla 21. Encuesta Análisis de Criticidad:

FORMATO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

EQUIPO: Intercambiador de calor de MEA (E-8A /B) FECHA: 5 JULIO DE 2011

1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR. MTTR
No más de 1 por año	Menos de 4 horas
Entre 2 y 15 por año	Entre 4 y 8 horas
Entre 16 y 30 por año X	Entre 8 y 24 horas
Entre 31 y 50 por año	Entre 24 y 48 horas
Más de 50 por año (Más de una parada semanal)	Más de 48 horas X
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	4. COSTO DE REPARACIÓN (MILLONES DE PESOS)
No afecta la producción	Menos de 3 millones
25% de impacto	Entre 3 y 15 millones X
50% de impacto	Entre 15 y 35 millones
75% de impacto	Más de 35 millones
La afecta totalmente X	
5.IMPACTO AMBIENTAL	6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONA
No origina ningún impacto ambiental	No origina heridas ni lesione
Contaminación ambiental baja,	Puede ocasionar lesiones o heridas leves
Contaminación ambiental moderada X	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 día X
Contaminación ambiental alta	Puede ocasionar lesiones con incapacidad

	superior a 30 días o incapacidad parcial
7. IMPACTO EN SATISFACCIÓN CLIENTE. (DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA A LA QUE SE LE PRESTAN SERVICIOS)	
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMMLV	X
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	

Fuente: Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002.

Tabla 22. Encuesta Análisis de Criticidad:

FORMATO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

EQUIPO: Condensador secundario (E-20) FECHA: 5 JULIO DE 2011

1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR. MTTR
No más de 1 por año	Menos de 4 horas
Entre 2 y 15 por año	Entre 4 y 8 horas
Entre 16 y 30 por año X	Entre 8 y 24 horas
Entre 31 y 50 por año	Entre 24 y 48 horas
Más de 50 por año (Más de una parada semanal)	Más de 48 horas X
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	4. COSTO DE REPARACIÓN (MILLONES DE PESOS)
No afecta la producción	Menos de 3 millones X
25% de impacto	Entre 3 y 15 millones
50% de impacto	Entre 15 y 35 millones
75% de impacto X	Más de 35 millones
La afecta totalmente	
5.IMPACTO AMBIENTAL	6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONA
No origina ningún impacto ambiental	No origina heridas ni lesione
Contaminación ambiental baja,	Puede ocasionar lesiones o heridas leves X
Contaminación ambiental moderada	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 día
Contaminación ambiental alta X	Puede ocasionar lesiones con incapacidad

	superior a 30 días o incapacidad parcial
7. IMPACTO EN SATISFACCIÓN CLIENTE. (DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA A LA QUE SE LE PRESTAN SERVICIOS)	
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMMLV	X
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	

Fuente: Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002

Tabla 23. Encuesta Análisis de Criticidad:

FORMATO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

EQUIPO: Condensadores primarios de amoniaco (E-21) FECHA: 5 JULIO DE 2011

1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR. MTTR
No más de 1 por año	Menos de 4 horas
Entre 2 y 15 por año	Entre 4 y 8 horas
Entre 16 y 30 por año X	Entre 8 y 24 horas
Entre 31 y 50 por año	Entre 24 y 48 horas X
Más de 50 por año (Más de una parada semanal)	Más de 48 horas
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	4. COSTO DE REPARACIÓN (MILLONES DE PESOS)
No afecta la producción	Menos de 3 millones
25% de impacto	Entre 3 y 15 millones X
50% de impacto	Entre 15 y 35 millones
75% de impacto	Más de 35 millones
La afecta totalmente X	
5.IMPACTO AMBIENTAL	6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONA
No origina ningún impacto ambiental	No origina heridas ni lesione
Contaminación ambiental baja,	Puede ocasionar lesiones o heridas leves
Contaminación ambiental moderada X	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 día X
Contaminación ambiental alta	Puede ocasionar lesiones con incapacidad

	superior a 30 días o incapacidad parcial
7. IMPACTO EN SATISFACCIÓN CLIENTE. (DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA A LA QUE SE LE PRESTAN SERVICIOS)	
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	X

Fuente: Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002.

Tabla 24. Encuesta Análisis de Criticidad:

FORMATO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

EQUIPO: INTERCAMBIADOR CONDENSADOR DE CO₂ (E-9) FECHA: 5 JULIO DE 2011

1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR. MTTR
No más de 1 por año	Menos de 4 horas
Entre 2 y 15 por año	Entre 4 y 8 horas
Entre 16 y 30 por año X	Entre 8 y 24 horas
Entre 31 y 50 por año	Entre 24 y 48 horas
Más de 50 por año (Más de una parada semanal)	Más de 48 horas X
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	4. COSTO DE REPARACIÓN (MILLONES DE PESOS)
No afecta la producción	Menos de 3 millones X
25% de impacto	Entre 3 y 15 millones
50% de impacto	Entre 15 y 35 millones
75% de impacto	Más de 35 millones
La afecta totalmente X	
5.IMPACTO AMBIENTAL	6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONA
No origina ningún impacto ambiental	No origina heridas ni lesione
Contaminación ambiental baja,	Puede ocasionar lesiones o heridas leves
Contaminación ambiental moderada X	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 día X
Contaminación ambiental alta	Puede ocasionar lesiones con incapacidad

	superior a 30 días o incapacidad parcial
7. IMPACTO EN SATISFACCIÓN CLIENTE. (DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA A LA QUE SE LE PRESTAN SERVICIOS)	
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMMLV	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	X

Fuente: Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002

Tabla 25. Ponderaciones de los parámetros del Análisis de Criticidad



FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.
PLANTA DE AMONIACO

PONDERACIONES DE LOS PARÁMETROS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

1. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)	Puntaje
No más de 1 por año	1
Entre 2 y 15 por año	2
Entre 16 y 30 por año	3
Entre 31 y 50 por año	4
Más de 50 por año (Más de una parada semanal)	5
2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)	Puntaje
Menos de 4 horas	1
Entre 4 y 8 horas	2
Entre 8 y 24 horas	3
Entre 24 y 48 horas	4
Más de 48 hora	5
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN (Por el número de fallas al año F)	Puntaje
No afecta la producción	0,05F
25% de impacto	0,03F
50% de impacto	0,05F
75% de impacto	0,08F
La afecta totalmente	1F

4. COSTOS DE REPARACIÓN	Puntaje
Menos de 3 millones de pesos	3
Entre 3 y 15 millones de pesos	5
Entre 15 y 35 millones de peso	10
Más de 35 millones de pesos	25
5. IMPACTO AMBIENTAL	Puntaje
No origina ningún impacto ambiental	0
Contaminación ambiental baja	5
Contaminación ambiental moderada	10
Contaminación ambiental alta	25
6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL	Puntaje
No origina heridas ni lesiones	0
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 día	10
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad.	25
7. IMPACTO SATISFACCIÓN DEL CLIENTE (áreas de la planta a las cuales se le suministran los servicios industriales)	Puntaje
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	0
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMML	5
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMML	10

Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	20
---	----

Fuente: Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002.

2.2.1. Resultados del estudio

Tabla 26. Respuestas y ponderación:

PARAMETRO	RESPUESTA	PUNTAJE
Frecuencia de falla	No más de 1 por año	1
MTTR	Entre 24 y 48 horas	4
IMPACTO EN LA PRODUCCION	75% de impacto	0.8(17 fallas)=13.6
COSTOS DE REPARACION	Menos de 3 millones	3
IMPACTO AMBIENTAL	Contaminación ambiental baja	5
IMPACTO PERSONAL SALUD	Puede ocasionar lesiones o heridas leves	5
IMPACTO SATISFACCION AL CLIENTE	Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV	20

2.2.2. Ecuación de criticidad

CRITICIDAD=FRECUENCIA DE FALLA*CONSECUENCIA

Siendo: CONSECUENCIA= a+b

a = Costo de reparación + Impacto seguridad personal + Impacto ambiental + Impacto satisfacción cliente

b = Impacto producción* Tiempo promedio para reparar MTTR

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD								
EQUIPO	FREC.DE FALLAS	MTTR	IMPACTO EN PRODUCCIÓN	COSTO DE REPARACIÓN	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL	IMPACTO SATISFACCIÓN CLIENTE	CRITICIDAD
H-1	3	4	13.6	3	5	5	20	99
Ventilador de tiro inducido	2	3	17	3	5	5	0	26
WHB-1	3	5	17	10	10	10	20	105
E-7A	5	4	13.6	3	10	5	10	69
E-4	3	5	13.6	5	10	5	10	90
T-3	3	2	17	3	10	10	20	129
E-3	3	4	13.6	5	10	5	20	120
T-1	3	5	17	5	10	10	20	135
E-8A /B	3	5	13.6	5	10	10	10	105
E-20	3	5	17	3	25	5	10	129
E-21	3	4	13.6	5	10	10	20	135
E-9	3	5	17	3	25	10	20	174

Tabla 27.Resultado de análisis de criticidad



FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

PLANTA DE AMONIACO

ÍTEM	EQUIPO	CRITICIDAD
1	E-9	174
2	E-7A /B	140
3	E-21	135
4	T-1	135
5	T-3	129
6	E-20	129
7	E-3	120
8	E-8 A/B	105
9	WHB-1	105
10	H-1	99
11	E-4	90
12	Ventilador de tiro inducido	26



Equipos criticidad alta



Equipos criticidad media



Equipos criticidad baja

Tabla 28. Clasificación de criticidad de los equipos

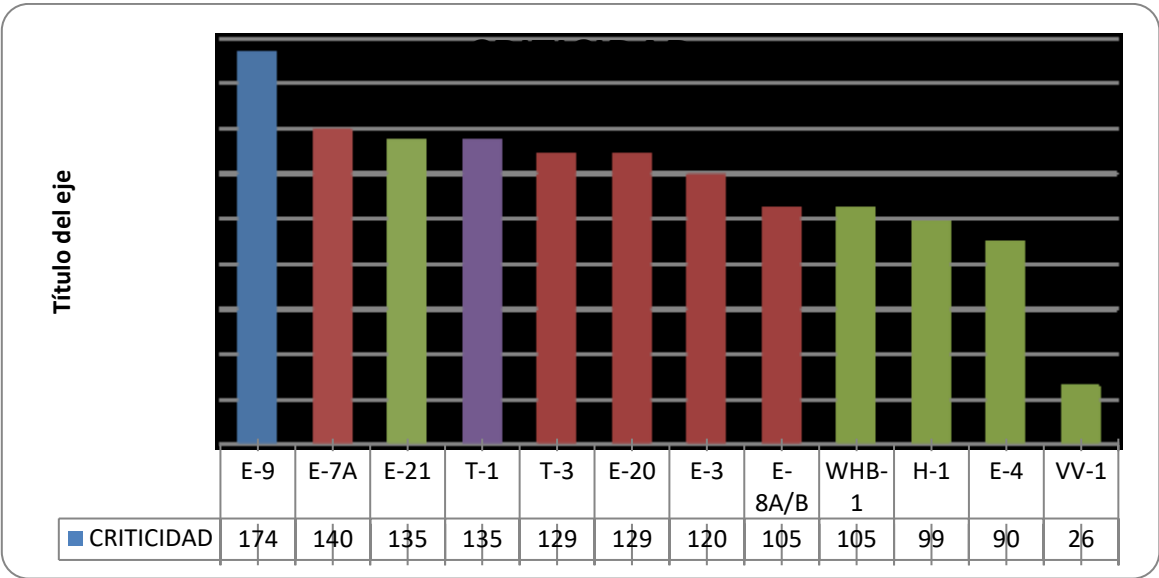


Imagen 28. Clasificación de criticidad

3. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE AMONIACO

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Precalentador de gas de carga (E-1)	1. Limpieza interna de tubos.	Trimestral	Mecánico de turno
	2.Cambiar empaques	Semanal	Mecánico de turno
	3.Cambiar revestimiento	Cada 3 años	Mecánico de turno
	4.Elaborar empaques	Quincenal	Mecánico de turno
Enfriador de gas de proceso (E-4)	1.Limpieza	Semanal	Mecánico de turno
	2.Cambiar empaques	Semanal	Mecánico de turno
	3.Elaborar empaques	Quincenal	Mecánico de turno
Bombas de condesado (P-2ª/B)	1.Revisar funcionamiento	Mensual	Mecánico de turno
	2.Lubricar	Quincenal	Engrasador
Intercambiador de calor de convertidor(E-3)	1.Limpieza interna de tubos	Trimestralmente	Mecánico de turno
	2.Cambiar empaques	Semanal	Mecánico de

			turno
	3.Cambiar revestimiento	Cada 3 años	Personal externo
Enfriador de gas de síntesis(E-5)	1.Limpieza	Semanal	Mecánico de turno
	2.Cambiar empaques	Semanal	Mecánico de turno
Intercambiador de MEA (E-8)	1.Limpieza interna de tubos	Trimestralmente	Mecánico de turno
	2.Cambiar empaques	Semanal	Mecánico de turno
Bombas de MEA	1.Revisar funcionamiento	Mensual	Mecánico de turno
	2.Lubricar	Quincenal	Engrasador
Tanque de Mezcla (D-14B)	1.Limpieza total	Semanal	Ayudante de turno A
Enfriador de gas de solución (E-7)	1.Limpieza	Semanal	Mecánico de turno
	2.Cambiar empaques	Semanal	Mecánico de turno
Caldera de calor residual (WHB-1)	1. Limpieza quemador	Mensual	Personal externo
	2. Revisar tubos y espejos	Semestral	Personal externo

	3. Limpieza de horno y cámara de agua	Semestral	Personal externo
	4. Revisar fajas de bombas	Quincenal	Mecánico de turno
	5.Limpieza filtro de petróleo	Quincenal	Mecánico de turno
	6. Revisar sistema de arranque	Mensual	Personal externo
	7.Revisar los componentes eléctricos	Mensual	Técnico eléctrico
	8. Revisar sistema de seguridad	Mensual	Personal externo
Compresor multiservicio	1.Lubricar pistón	Semanal	Engrasador
	2.Revisar funcionamiento	Semanal	Operador
Ventilador de tiro inducido	1. Completar nivel de aceite en el gobernador, reservorio y Chumacera del ventilador.	Semanal	Engrasador
	4. Examinar gobernador y engranajes helicoidales	Cada/Parada	Operador
	3. Revisar las mordazas de los cojinetes.	Cada/Parada	Operador
	4. Revisar rotor de la	Cada/Parada	Operador

	turbina		
	5. Alinear acople de reductor –Ventola	Anual	Personal externo
	6. Alinear y acoplar reductor de la turbina y la ventola	Anual	Personal externo
	7. Ajustar anclajes	Anual	Personal externo
	8. Revisar las tapas laterales y superior de las chumaceras	Cada/Parada	Personal externo
	9. Revisar bomba principal y Auxiliar	Cada/Parada	Operador
	10. Limpieza general	Semanal	Mecánico de turno
Intercambiador de calor del reformador	1. Ajustar todos los tornillos de la brida lado este	Semestral	Personal externo
	2. Revisar refractario de ferules y Paredes del 254 CX lado oeste.	Mensual	Operador
	3. Limpiar cada orificio de la colmena.	Quincenal	Mecánico de turno
	4. Soplar cada orificio de la colmena con aire a presión	Trimestral	Personal externo
	5. Chequear fugas por tubos	Trimestral	Operador de turno
	6. Revisar el circuito Domo 255 – F, Intercambiador 254 – C	Semestral	Personal externo

	7. Revisar lana de fibra cerámica	Semestral	Operador
--	--------------------------------------	-----------	----------

BIBLIOGRAFIA

BERMUDES GREGORIO, Centrales térmicas a gas [en línea] <
<http://www.slideshare.net/gbermudez/guia-n-3-centrales-trmicas-de-gas> > [citado el 5 de abril de 2011]

FERNANDEZ JORGUE, Ciclo brayton – Turbina a gas [en línea] <
http://www.edutecne.utn.edu.ar/maquinas_termicas/03-turbina_a_gas.pdf> [citado el 5 de marzo de 2011]

FERTILIZANTES COMLOMBIANOS S.A, Manual de equipos de amoniaco.

FERTILIZANTES COMLOMBIANOS S.A, Manual de operaciones de amoniaco.

FERTILIZANTES COMLOMBIANOS S.A, Manual de operaciones de planta eléctrica.

FERTILIZANTES COMLOMBIANOS S.A, Manual de operaciones de la 101, 102 y 103.

PERRY. **“MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO”**. Editorial Mc GRAW – HILL.
Barcelona 1996.