

**“EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL SUMINISTRO DE  
ALOJAMIENTOS TEMPORALES DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA A  
EMPRESAS CONTRATISTAS DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS”**

**ING. EDWIN LEÓN MOROS  
ING. GUILLERMO ANDRÉS BELTRÁN MANTILLA  
ING. HARBEY ALEXIS LIZARAZO MARTÍNEZ**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA UNAB  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RECURSOS ENERGÉTICOS  
BUCARAMANGA**

**2011**

**“EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL SUMINISTRO DE  
ALOJAMIENTOS TEMPORALES DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA A  
EMPRESAS CONTRATISTAS DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS”**

**ING. EDWIN LEÓN MOROS  
ING. GUILLERMO ANDRÉS BELTRÁN MANTILLA  
ING. HARBEBY ALEXIS LIZARAZO MARTÍNEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de  
Especialista en Gerencia De Recursos Energéticos**

**DIRECTOR  
DR. CARLOS ALBERTO REY**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA UNAB  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RECURSOS ENERGÉTICOS  
BUCARAMANGA**

**2011**

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	9
1. ANÁLISIS DE POSIBLES FORMAS DE ALOJAMIENTO.....	12
1.1 ALOJAMIENTO EN VIVIENDAS ARRENDADAS .....	16
1.2 ALOJAMIENTOS INDIVIDUALES CONSTRUIDOS DE FORMA TRADICIONAL:.....	18
1.3 ALOJAMIENTO EN CONTENEDORES:.....	22
2. SELECCIÓN DEL TIPO DE ALOJAMIENTO.....	26
2.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN:.....	26
2.2 SERVICIOS BÁSICOS REQUERIDOS: .....	29
3. DISEÑO DEL TIPO DE ALOJAMIENTO SELECCIONADO: .....	30
3.1. DISEÑO ARQUITECTÓNICO:.....	30
3.2 CIMENTACIÓN.....	33
3.3. SUMINISTRO DE REDES HIDROSANITARIAS .....	34
3.4. INSTALACIONES SANITARIAS:.....	34
3.5. CASOS A ABORDAR PTAP:.....	34
3.6. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) .....	44
3.7 VENTILACIÓN .....	47
3.8. ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA .....	49
4. ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO.....	64
4.1. PLANTEAMIENTO DEL ESCENARIO A ANALIZAR (VARIABLES).....	64
4.2. COMPARATIVO ECONÓMICO QUE HARÍA UN POSIBLE CLIENTE ENTRE LAS OPCIONES DE ALOJAMIENTO DISPONIBLES .....	65
4.3. FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO .....	67
4.4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN .....	70
5. CONCLUSIONES .....	71
6. RECOMENDACIONES.....	73

GLOSARIO .....74  
BIBLIOGRAFÍA.....77  
ANEXOS.....82

## TABLA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Intersección de variables de auto sostenibilidad	10
Figura 2. Modelo de Barrio Obrero Común Ingles	12
Figura 3. Distribución de la población en la Revolución Industrial.	13
Figura. 4. Asentamiento Urbano Petrolero, ciudad Dormitorio Ciudad Industrial 1928 Venezuela	14
Figura 5. Tropical OilCompani Barrancabermeja 1920	15
Figura 6. Funcionamiento de un sistema de arrendamiento común en capos petroleros.	17
Figura 7. Funcionamiento de un sistema de arrendamiento In situ en Containers	18
Figura 8. Módulos habitacionales tradicionales	19
Figura 9. Campamentos en MDF, con tratamientos especiales para exteriores	20
Figura 10. Ejemplos de alojamiento en Plycem como material constructivo	20
Figura 11. Modelos de Barrio alojamiento permanente para empleados de planta	21
Figura 12. Conjunto Torres de Cavipetrol Barrancabermeja	21
Figura 13. Modelo tradicional de Vivienda en Containers	23
Figura 14. Tipo Urbanización	24
Figura 15. Tipo Industrial	24
Figura 16. Tipo Industrial	25
Figura 17. Tipo Naviero común:	25
Figura 18. Tipo Refugio:	25
Figura 19. Planta general del módulo	30
Figura 20. Perspectiva de los alojamientos propuestos	30
Figura 21. Zona de Cocina	31
Figura 22. Recinto habitación de descanso individual.	31
Figura 23. Planta de Campamento agrupado como opción de diseño Tipo	32
Figura 24. Corte Perfil del campamento con alojamientos agrupados en dos niveles	32
Figura 25. Agrupamientos para casinos y complementos administrativos	33

Figura 26. Urbanismo Tradicional	33
Figura 27. Diagrama de flujo para estimación de caudales en acueductos	36
Figura 28. Bocatoma Tipo Flauta	37
Figura 29. Bocatoma de Fondo	37
Figura 30. Bocatoma Lateral	38
Figura 31. Diagrama constructivo de un acueducto con el sistema tradicional (caso1).	39
Figura 32. Modelo tradicional de extracción de aguas subterráneas.	40
Figura 33. Nivel de Complejidad seleccionado en la matriz Ras 2000	41
Figura 34. Gráfica del caudal máximo diario estimado	42
Figura 35. Modelo para potabilización de aguas en Campamento	42
Figura 36. Modulación de una PTAR.	45
Figura 37. Modelamiento de la carga módulo habitacional objetivo en el software HOMER.	52
Figura 38. Ficha característica del panel fotovoltaico seleccionado.	52
Figura 39 Modelamiento del módulo Seleccionado	53
Figura 40. Modelamiento del recurso Solar en HOMER	54
Figura 41 Turbina EolicaSkytre AM3.7 y Costos de Inversión	55
Figura 42 Modelamiento de la turbina SKYSTREAM 3.7 en el software HOMER.	56
Figura 43 Modelamiento del recurso eólico para Bucaramanga en el software HOMER.	57
Figura 44. Modelamiento del juego de baterías en el software HOMER	59
Figura 45 Modelamiento del Inversor DC/AC en HOMER	60
Figura 46 Modelamiento del sistema Híbrido en el software HOMER	60
Figura 47. Sistema Óptimo modelado con el software HOMER	61
Figura 48. Costo Promedio de la energía	62
Figura 49. Sistema óptimo después de la simulación en HOMER	62

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Descripción de la carga en AC	50
Tabla 2. Cálculo de las baterías del sistema híbrido.	58
Tabla 3. Flujo de Caja	68
Tabla 4. de los Movimientos Financieros anuales A	69
Tabla 5. Análisis de los Indicadores	70

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO 1. ESPECIFICACIONES POR NORMA DE LOS CONTENEDORES PARA EL DISEÑO, ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL DEL MISMO:	83
ANEXO 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONTENEDORES	86
ANEXO 3. COSTOS DE ALOJAMIENTO SIN PROYECTO:	89



## INTRODUCCIÓN

Los proyectos de vivienda temporal que son construidos por las empresas dedicadas a la exploración y explotación de los recursos en el sector de hidrocarburos de nuestro país, pueden considerarse prototipos de diseño obsoletos, estos modelos rayan de las formas actuales de las ciudades satélite autónomas, debido a que estos emplean grandes cantidades de recursos económicos no solo para su proyección, lo cual incluye no solo el valor del planteamiento físico, además de los gastos ocasionados por el seguimiento de los consumos de la marca de carbono, el control de la expansión urbana territorial, los ejercicios financieros en miras de su sostenimiento económico administrativo, la misma construcción in situ etc., y finalmente los gastos del desmonte o demolición del proyecto y reparaciones al ecosistema.

El solo planteamiento de un suburbio que puede optimizar los recursos energéticos empleados para alimentar un asentamiento urbano de cualquier compañía explotadora establecida en zonas no interconectadas (ZNI) de nuestro País, ya sea que este se alimente a través de un sistema híbrido energético proporcionado como parte de un paquete adicional solicitado por el cliente, o a través del ahorro que este representa a través de la autonomía que estos módulos habitacionales amueblados con sistemas de última generación ofrecen, pueden garantizar un mejor rendimiento, y por consiguiente establecen la diferencia en el medio debido a su “alta eficiencia energética”.

Los resultados de este tipo de proyectos están ligados al costo beneficio que estos proyectos pueden conceder a nivel social y ambiental<sup>1</sup> entre otros aspectos.

De igual forma podemos agregar que la construcción verde, es un tema que cobra cada día más relevancia a nivel global, día a día se habla de la búsqueda de viviendas más eficientes en consumo, más resistentes a la intemperie, y mucho más actuales en su diseño de acuerdo a las nuevas exigencias que el medio propone, ya sean estas de índole estructural, o así mismo de índole funcional... Todo esto en miras de alcanzar según las ISO, la búsqueda de un modelo de vida que vaya de la mano del concepto de sostenibilidad, sin embargo la sostenibilidad que conocemos o nos han vendido comercialmente no se refiere en un cien por

---

<sup>1</sup>Olgay, Víctor. 1998. Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Ed. Gustavo Gili, Barcelona

ciento al concepto de eficiencia, o a ecología como otros creen, sino que este concepto va mucho más allá de una valla verde puesta por parte de un grupo ecológico, o tal vez a las suplicas de un activista perdido en pro de la conservación del mundo.

Según la comisión mundial del medio ambiente, este concepto en el ámbito de desarrollo puede dividirse en tres aspectos relevantes que son: los aspectos ecológicos los cuales se basan en marcos netamente Normativos, el medio económico los cuales tratan costos de producción Vs el despilfarro de la materia necesaria para producir energía, y finalmente la afectación social o afectación de los usuarios, que a ciencia cierta no es más que el seguimiento a todos aquellos beneficios o falencias que traen consigo todas estas alternativas una vez han sido incorporadas a un medio social, o por lo menos han sido idealizadas a través de la prospectiva.

Se supone que La perfecta combinación de estos elementos, debe garantizar las necesidades de la sociedad tales como la alimentación, el refugio, vestido, comida, y trabajo, previendo una cinta de MÖbius sostenible para nuestro hogar planeta...

La siguiente grafica expuesta a continuación, muestra la intersección de los elementos que hacen viable, soportable, y equilibrado los sistemas auto sostenibles para cualquier asentamiento urbano.

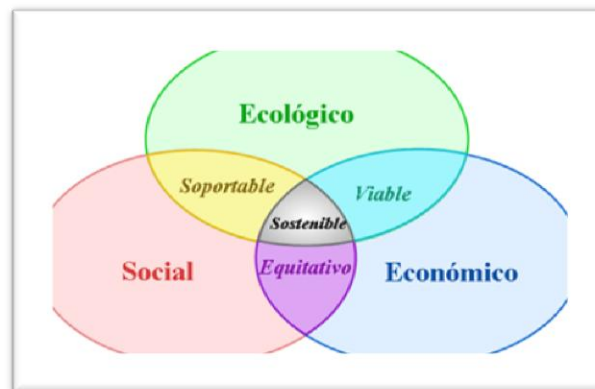


Figura 1. Intersección de variables de auto sostenibilidad<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Grafica de variables de auto sostenibilidad [17]Corrado, M. La casa ecológica. Ed. De Vecchi

Este tema de caso lo representaremos como un ejercicio teórico administrativo en función de aplicar los conocimientos adquiridos en el entorno Legal ambiental, y el entorno técnico-económico, que interviene en un proyecto de esta magnitud, como tema de análisis para la monografía de la Especialización en Gerencia de Recursos Energéticos “EGRE XII”. De la Universidad Autónoma de Bucaramanga “UNAB” a través del intercambio de ideas de tres profesionales de diferentes disciplinas que intervienen en el desarrollo de la siguiente monografía.

## 1. ANÁLISIS DE POSIBLES FORMAS DE ALOJAMIENTO



Figura 2. Modelo de Barrio Obrero Común Ingles<sup>3</sup>

La Industria desde sus inicios, siempre ha incursionado en la búsqueda de una forma de alojamiento para sus empleados, con fines de ser más óptimos en el encuadre y reparto de horarios, turnos y demás términos que ayuden a ejercer la organización urbana empresarial. La Gráfica No 2 expuesta aquí, muestra los alojamientos obreros tradicionales de las industrias de hace más de dos siglos atrás.

Este esquema expone en sí, una estructura tradicional de barrio común, los cuales se agrupan densamente en módulos repetitivos tipo, diseñados en altura, por lo general estos son desarrollados en cercanías de la población de trabajo, este modelo debe contemplar todos los elementos típicos de una población cualquiera, tales como administración, disponibilidades necesarias de servicios públicos, zonas comunes, sectores dormitorio, escuelas, rutas de buses, dispensarios, y dependiendo su exclusividad, clubes, y zonas de esparcimiento según la media de los gustos analizados por los diseñadores a partir de los perfiles de los empleados de la planta de trabajo. Estos finalmente conforman el concepto urbanístico que lleva bajo nombre “**BARRIO OBRERO**”.

A continuación se muestra la planta tradicional de un módulo obrero común, adaptado en la revolución industrial Gráfica No 3:

---

<sup>3</sup>Modelo de Barrio Obrero Común Ingles

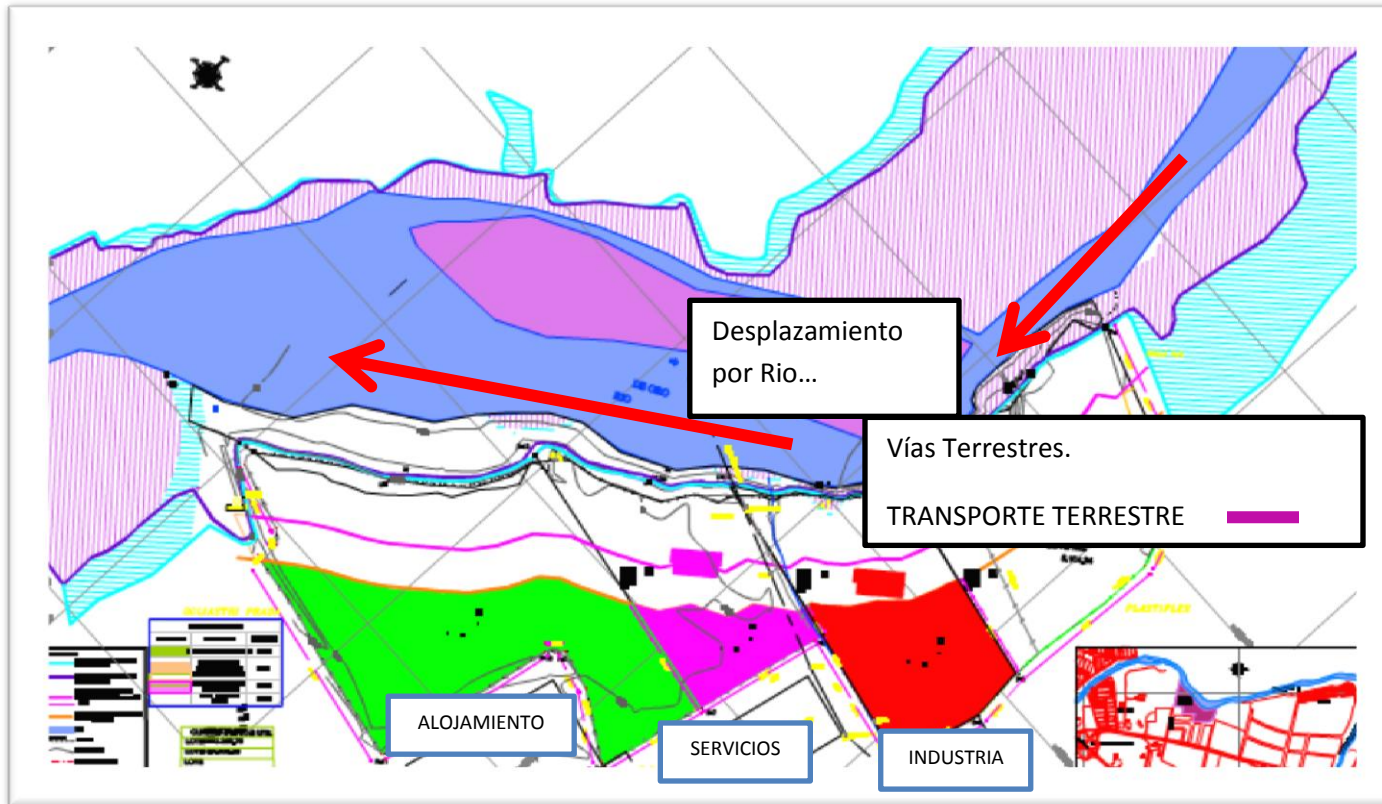


Figura 3. Distribución de la población en la Revolución Industrial.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Revolución y Desarrollo  
<http://historiadoreshistoricos.wordpress.com/tag/revolucion-industrial/>

Si observamos este esquema de mil setecientos 1700 siglo XVIII Revolución Industrial, podemos preguntarnos cuáles han sido las variaciones constructivas, o la evolución del concepto de ciudad dormitorio-ciudad industrial hasta nuestros días.

Si hacemos una comparación entre el esquema anterior de la gráfica No 3 y la presentación del asentamiento urbano de la Gráfica No 4, observamos que la evolución del diseño a nivel constructivo no va más allá de la innovación en materiales, sin embargo el concepto de funcionalidad es idéntico al de 1700, es decir son asentamientos que mantienen la horizontalidad del urbanismo tradicionalista de la época, modelos que solo variaron 280 años después a principios de 1980 con la implementación de los códigos de urbanismo que se manejaron en las diferentes regiones euro-americanas.



**Figura. 4. Asentamiento Urbano Petrolero, ciudad Dormitorio Ciudad Industrial 1928 Venezuela<sup>5</sup>**

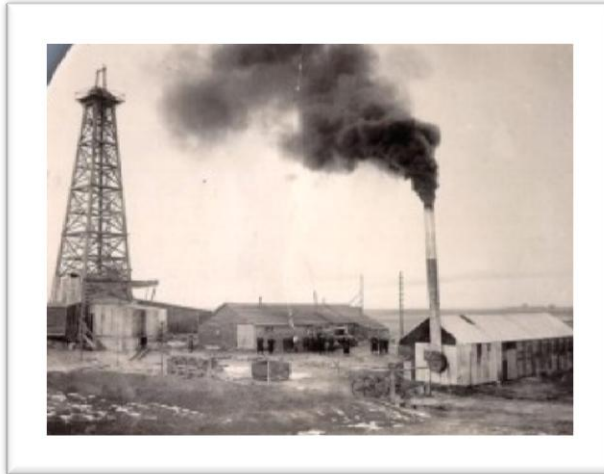
Un segundo ejemplo menos evolucionado, es retomar el evidente desarrollo de la ciudad de Barrancabermeja, donde partimos de un diseño y planificación de urbana que cumple hasta el día de hoy con las siguientes especificaciones:

- Zona dormitorio con más de 300 unidades de vivienda fiscal construidas bajo el esquema de la Gráfica No 4 desde el año de 1920 aproximadamente.
- Sistemas de abastecimiento eléctrico, nulo en la época, pero adaptado a partir de la cogeneración en el año 1940. (Cabe anotar que Santander es reconocido por ser uno de los sectores de Latinoamérica que conto de forma inicial con el desarrollo de la industria eléctrica antes de los diseños del corregimiento del centro Barrancabermeja). Por lo que las viviendas se abastecían con, Petróleos.

<sup>5</sup> Asentamiento Dormitorio Venezuela 1928

<http://www.monografias.com/trabajos69/historia-municipio-lagunillas/historia-municipio-lagunillas2.shtml>

- Dispensario
- Club Casino
- Zona administrativa.
- Área de Transporte.



**Figura 5. Tropical OilCompani Barrancabermeja 1920<sup>6</sup>**

Si bien estos diseños son el estandarte de los campamentos tipo de Colombia y el mundo desde los inicios de la explotación mundial, su variación o concepción no cambiaron más que en el desarrollo del confort interno, lo que ocasiona grandes gastos de tiempo en la proyección urbanística, instalación de servidumbres y demás aspectos o necesidades a cubrir.

Sin embargo, las compañías petroleras han optado por encontrar soluciones de menor impacto, tales como los arrendamientos contratados en cercanías a las zonas de explotación, algo muy complejo a la hora de contar con el arrendamiento de por lo menos unas 75 unidades de vivienda exclusivas para la compañía en un mismo sector de un municipio cercano, con la finalidad de alojar unas 300 personas, y con la desventaja de cubrir el pago de servicios, mantenimientos, además del subcontratar los servicios de un dispensario, zonas de alimentación y contemplar los gastos ocasionados por el transporte de personal a través de rutas comunes según la distribución de los turnos de la empresa.

---

<sup>6</sup> Gráfica de la Tropical OilCompani 1920  
<http://www.barrancabermejavirtual.com/historia21.html>

## 1.1 ALOJAMIENTO EN VIVIENDAS ARRENDADAS

Alojar un grupo de trabajadores en un pueblo o municipio cercano al sitio de trabajo, es una solución implementada por las compañías explotadoras de hoy, con la intención de lograr acercamientos con las comunidades a través de la generación de empleo y demás actividades que inciden sobre los factores sociales del municipio a impactar bajo labores de extracción y explotación de recursos.

Cabe resaltar que esto no siempre es necesario, ya que trae consigo ventajas y desventajas a la hora de tomar esta iniciativa como arrendatario:

### **Ventajas del arrendar en forma Tradicional<sup>7</sup>:**

- Arrendar un equipo listo para utilizar puede ser más atractivo si el activo requiere una preparación y un montaje prolongado.
- El arrendamiento evita poseer activos que sólo se utilicen por temporadas, de modo temporal o esporádico (el contrato de arrendamiento se puede ajustar a las necesidades personales de cualquier cliente).
- Arrendar por periodos cortos evita la obsolescencia.
- Los arriendos bien estructurados pueden financiarse “fuera del balance”, evitando así las cláusulas restrictivas de los contratos de deuda.
- No toma en cuenta los impuestos del predio.

### **Desventajas de arrendar en forma tradicional:**

- Un equipo arrendado y listo para utilizar puede ser de menor calidad que otro hecho a medida.
- La cuota acordada por el servicio, no representa amortizaciones para la adquisición de un bien activo de la compañía.
- La financiación extracontable puede ocultar el verdadero de endeudamiento de la empresa.
- Es necesario contemplar los gastos de traslado de personal
- Genera costos por servidumbres, o servicios públicos necesarios para su funcionamiento.

A continuación se expone la Gráfica No 6, con el funcionamiento de un modelo tradicional de arrendamientos para empresas de hidrocarburos, cuando los alojamientos quedan en cercanías, de los campos de trabajo.

---

<sup>7</sup> ventajas y desventajas de arrendar

<http://mit.ocw.universia.net/15-511/NR/rdonlyres/Sloan-School-of-Management/15-511Summer2004/77A600AA-1A1A-479D-968C-2F7378BF4991/0/lec16.pdf>





**Figura 6. Funcionamiento de un sistema de arrendamiento común en campos petroleros.**

Desde otra perspectiva, al considerar un arrendamiento in situ encontraremos el siguiente panorama:

### **Ventajas del arrendar con nuestro sistema:**

Además de considerar las ventajas del sistema tradicional, podemos considerar los siguientes tópicos:

- Se puede considerar con antelación las características del equipo a instalar, lo que marca una gran diferencia con las instalaciones tradicionales de alojamiento, puesto que estas carecen de entregas a la medida de las necesidades del personal.
- El montaje de un alojamiento adaptable a cualquier situación espacial, determina bajos periodos en la instalación y en la reposición de terrenos una vez terminadas las operaciones in situ.
- Los costos por mantenimiento, administración son equivalentes, con la diferencia de estar agrupados en instalaciones de optima calidad, seguridad, y servicios necesarios.
- Los servicios por servidumbres de aguas, y consumos energéticos son inferiores a las de los alojamientos convencionales, los cuales pueden ser vistos como una ventaja económica en periodos largos y cortos de estadía.
- Se mantienen las ventajas del no poseer activos con posibilidades de obsolescencia, debido a la renovación en periodos específicos de la tecnología que estos emplean.
- Los servicios complementarios tales como casinos, dispensarios, pueden ser considerados en la planificación de cada proyecto en particular por el cliente, además de considerar la eliminación de las rutas

de transporte o recorridos que incrementan los costos de operación del proyecto.

**Desventajas del arrendar con nuestro sistema:**

- La cuota acordada por el servicio, no representa amortizaciones para la adquisición de un bien activo de la compañía.

A continuación se expone la Gráfica No 7, con el funcionamiento de un modelo de campamento in situ para empresas de hidrocarburos.



Figura 7. Funcionamiento de un sistema de arrendamiento In situ en Containers

**1.2 ALOJAMIENTOS INDIVIDUALES CONSTRUIDOS DE FORMA TRADICIONAL:**

Este modelo de ubicación en Alojamientos individuales permanentes se caracteriza por una extensa hoja de actividades en su planeación y proyección, y que no solo se refieren a la cantidad de obras de montaje, sino, en cuanto a aquellas actividades que deben realizarse de manera póstuma a su funcionamiento, tales como la administración, la alimentación de las necesidades de funcionamiento básicas de las viviendas, las cuales en la mayoría de los casos no logran satisfacer el confort deseado por los habitantes, y que en últimas, convierten toda esta gran inversión en activos que desaparecerán con la misma demolición al desmonte del proyecto. Es decir, al final de su vida útil del proyecto se deberá contemplar los costos por desmonte y adecuación de aquellos impactos producidos por el volumen en el área de implantación, los cuales fueron originados durante el periodo de funcionamiento.

### **Módulos tradicionales comunes hasta 1980 en el mundo:**

- a) Movimientos de tierra
- b) Instalaciones provisionales para servicios públicos comunes
- c) Cimentación pilotada típica para asentamientos diferenciales
- d) Construcción de módulos fabricados in situ de acuerdo a las necesidades del cliente.
- e) No existe pago de administración, cada módulo es asignado al residente.



**Figura 8. Módulos habitacionales tradicionales**

### **Módulos tradicionales de mayor demanda en la actualidad:**

Estos módulos son contemplados por las industrias, como la nueva generación de campamentos ciudades, luego de 1980 con la adopción de los códigos de urbanismo, se decidió tomar en consideración el diseño de ciudades dormitorio permanentes, como parte de la inversión social futura que se hace en las regiones donde se explotaran recursos, de esta forma se estimula el desarrollo social, y se evitará a futuro el menor desmonte posible, evitando los impactos producidos por la compañía durante su estancia. Esto conllevaría a tomar en consideración una planificación tradicional, y así mismo la adopción de nuevos materiales constructivos que hagan más duraderas las instalaciones diseñadas por la compañía.

Para tal fin el orden de operaciones asumido se describe a continuación:

Las Obras Civiles más comunes que deben considerarse en este tipo de implantación son:

- a) Movimientos de tierra
- b) Instalaciones provisionales para servicios públicos comunes
- c) Cimentación en Losa Flotante típica para asentamientos diferenciales

- d) Construcción de módulos prefabricados in situ
- e) Se consideran descuentos por administración al grupo de residentes.
- f) Mantenimiento preventivo cada 5 años.
- g) Desmonte y adecuación de terrenos.



**Figura 9. Campamentos en MDF, con tratamientos especiales para exteriores<sup>8</sup>**



**Figura 10. Ejemplos de alojamiento en Plycem como material constructivo**

La Gráfica No 9 muestra un asentamiento convencional tipo de la British Petroleum, donde el material predominante sigue siendo la madera, esta vez con tratamientos especiales para exteriores y algunas mejoras en los sistemas de confort planteadas en su interior, este diseño tiene la particularidad de presentar distribuciones horizontales en una planta libre (Viviendas en un solo nivel), sistema que obliga a cualquier compañía, a disponer de grandes áreas libres para la instalación cómoda del producto, de igual forma se presenta la Gráfica No 10, con el mismo orden de operaciones, pero con un material de

<sup>8</sup> vivienda fácil Plycem

[http://www.google.com.co/imgres?q=vivienda+facil+plycem&um=1&hl=es&sa=N&tbm=isch&tbnid=-gWH8kJ8oYefDM:&imgrefurl=http://busk.com/news/ventajas-de-las-laminas-de-fibrocemento-plycem&docid=2dGTRU7T\\_Fj5HM&w=432&h=248&ei=RIkvTuzRNsOgAeR2rh9&zoom=1&iact=rc&dur=434&page=3&tbnh=103&tbnw=180&start=24&ndsp=8&ved=1t:429,r:6,s:24&tx=101&ty=37&biw=1024&bih=499](http://www.google.com.co/imgres?q=vivienda+facil+plycem&um=1&hl=es&sa=N&tbm=isch&tbnid=-gWH8kJ8oYefDM:&imgrefurl=http://busk.com/news/ventajas-de-las-laminas-de-fibrocemento-plycem&docid=2dGTRU7T_Fj5HM&w=432&h=248&ei=RIkvTuzRNsOgAeR2rh9&zoom=1&iact=rc&dur=434&page=3&tbnh=103&tbnw=180&start=24&ndsp=8&ved=1t:429,r:6,s:24&tx=101&ty=37&biw=1024&bih=499)

asbesto cemento llamado Plycem, resistente a las condiciones adversas del clima, y el favorito de miles de constructores del medio.



**Figura 11. Modelos de Barrio alojamiento permanente para empleados de planta<sup>9</sup>**

La gráfica No 10, muestra la evolución de las obras de infraestructura para alojamiento del personal de trabajo permanente, los cuales han sido adoptados por grandes compañías en el mundo tales como el Cerrejón, BP, Oxidental entre otras grandes, Ecopetrol solo hasta el año 1990 asume este nuevo reto, a través de sub-empresas como cavipetrol, las cuales edificaron en la ciudad de Barrancabermeja algunos ejemplos de este tipo de intervención.



**Figura 12. Conjunto Torres de Cavipetrol Barrancabermeja<sup>10</sup>**

Sin embargo, si hiciéramos un orden de operaciones para el diseño de este último sistema aquí mencionado, tendríamos que hablar de esquemas de ordenamiento territorial EOT, planes de ordenamiento territorial POT en adelante, es decir: Necesitamos proyectar ciudades. Además de los órdenes de operaciones que incluirían cálculos y análisis de suelos específicos de acuerdo a las aceleraciones de espectro pico de cada terreno en particular, y los

<sup>9</sup> Conjuntos El Cerrejón

<sup>10</sup> conjunto torres de cavipetrol Barrancabermeja  
<http://www.panoramio.com/photo/29765481>

requerimientos de diseño tipo por cada barrio, según la estratificación solicitada por la compañía.

Por lo tanto, las Obras Civiles más comunes que deben considerarse en este tipo de implantación son:

- a) Diseños para el EOT, POT etc.
- b) Diseños arquitectónicos, estratificación, y servicios complementarios (Ayuntamiento).
- c) Diseños de Acueductos y alcantarillados
- d) Diseños de redes electrificación
- e) Estudios de Suelos
- f) Movimientos de tierra
- g) Instalaciones provisionales para servicios públicos comunes
- h) Cimentación típica NSR para asentamientos diferenciales
- i) Construcción de módulos in situ
- j) Constitución de la legislación de propiedad horizontal Juntas de acción comunal, JAL, Consejo, alcaldía, etc.

### **1.3 ALOJAMIENTO EN CONTENEDORES:**

Mirando buques contenedores en Internet, hemos encontrado como las navieras logran apilar en la cubierta de los barcos hasta 8 contenedores, lo que supera la necesidad de cualquiera que quiera hacerse una vivienda por este método en una parcela, y así mismo observamos que los Containers son lo suficientemente rígidos para hacer volar hasta un tercio de su longitud una vez este ha sido apilado uno sobre otro sin que se deformen.

Con estas limitaciones y unos cuantos pernos de cualquier empresa estandarizada del medio como Hilti, se pueden realizar las diferentes configuraciones de los modelos que más se adapten a las necesidades de nuestros clientes, Como se han enseñado en las academias de ingeniería civil de nuestro país, y en algunas ferias de construcción local como expo construcción Bogotá 2010, a través del personal de LOK-ET famosos por el diseño del CHK (ContainerHouse Kit), donde según estas especificaciones se afirma que siempre que se respeten los elementos estructurales del contenedor siendo por lo general las aristas del mismo, se puede cortar con formas radiales, formas simétricas, formas no convencionales las paredes de un contenedor desde el suelo hasta el techo sin temor a sacrificar la resistencia nominal del mismo, siendo esto ya algo más que comprobado a nivel técnico. Bajo esta primera premisa se puede garantizar la creación de los vanos de las

puertas, ventanas y buitrones que conforman tradicionalmente cualquier modulo habitacional.

Algunos modelos ofrecidos en el medio son los siguientes:



**Figura 13. Modelo tradicional de Vivienda en Containers<sup>11</sup>**

El modelo de la Gráfica No 13 aquí expuesto, se presenta como el modelo más común de vivienda en container, por la sencillez de su diseño es claro entender que estos modelos son de fácil carguío, fácil instalación y por supuesto, desmonte, generando un bajo impacto ecológico, y con la estética más generosa que el mercado pueda ofrecer aun por encima de modelos tradicionales en maderas, en la medida que el modelo obtiene mayores especificaciones, ofrecen así mismo mayor confort y estética visual.

Otra característica importante, hace referencia a su resistencia nominal a la intemperie, razón por la cual son los favoritos de la industria, de bajo mantenimiento, y sus refacciones están estandarizadas de acuerdo a la respectiva norma naviera.

También podemos agregar, que de acuerdo a su uso estos se pueden clasificar y obtener los tipos de container necesarios para realizar la distribución solicitada por el cliente, partiendo de los diseños que el medio propone.

A continuación mostramos una galería de ellos:

---

<sup>11</sup>Modelo tradicional de Vivienda en Containers HCT S.A

## MODELOS TIPO DE DISEÑO OPCIONAL <sup>12</sup>:

Figura 14. Tipo Urbanización



Modelo empleado para desarrollo de zonas urbanas de Altas Directivas, el cual genera una imagen ejecutiva altiva, con tratamientos paisajísticos de bajo impacto...

Figura 15. Tipo Industrial



Modelo arquitectónico de apilamiento masivo, dedicado al funcionamiento de oficinas en campo, de alta eficiencia, bajo impacto, fácil armado, fácil desmonte.

<sup>12</sup>Containers para alojamientos temporales en la industria de la construcción  
<http://www.avisosyanuncios.cl/?a=45868>

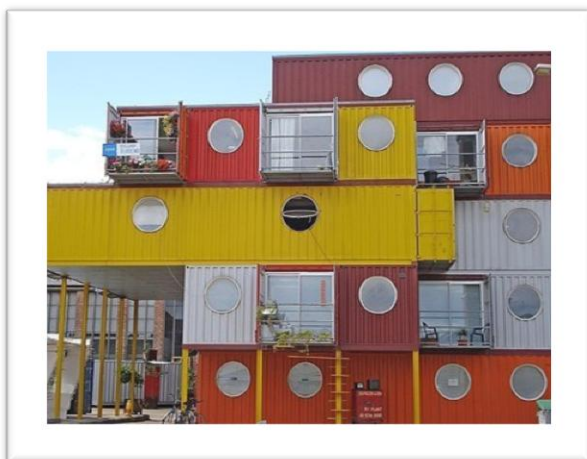


**Figura 16. Tipo Industrial**



Modelo empleado para zonas rurales y campamentos con baja población trabajadora, tratamientos paisajísticos de bajo impacto...

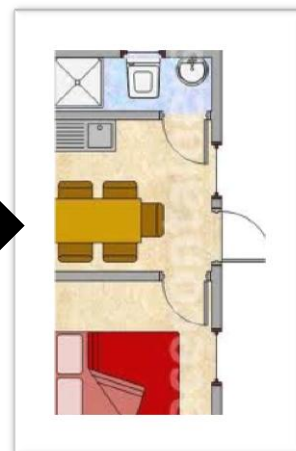
**Figura 17. Tipo Naviero común:**



Modelo empleado para zonas rurales y campamentos con alta población trabajadora, tratamientos paisajísticos de bajo impacto...

Distribución Típica de un proyecto en containers.

**Figura 18. Tipo Refugio:**



## 2. SELECCIÓN DEL TIPO DE ALOJAMIENTO

Para lograr una óptima selección del modelo, y llegar a las posibles soluciones que dan forma a la propuesta de alojamientos temporales de alta eficiencia energética presentados en la siguiente monografía, seguimos la siguiente ruta:

### 2.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN:

#### **Aspectos que deben tenerse claros a la hora de seleccionar y diseñar el interior del volumen:**

De forma general diremos que para comenzar debe realizarse la correcta distribución de las respectivas instalaciones de luz, agua potable, aguas servidas, cubrir las juntas entre contenedores con algún sistema que asegure la estabilidad del volumen y su respectivo asentamiento diferencial actual y futuro. Todos estos empalmes deben por norma recubrirse con un buen material aislante térmico y acústico. Una vez garanticemos todo esto, estamos listos para empezar a trabajar en su confort interno, es decir su adecuación y decoración.

Como diseñadores partimos de la base que se ha decidido incursionar en el alquiler de unos módulos habitacionales, los cuales se alquilarán como una medida de alojamiento temporal para empresas que trabajan en el sector de hidrocarburos, construyendo viviendas casi personalizadas, de acuerdo a las necesidades de nuestros clientes.

Puesto que la vivienda carece de algunos requisitos fundamentales con los que sí cuentan los proyectos convencionales, estos entran dentro de la modalidad de vivienda móvil, o vivienda temporal, por lo que las licencias están sujetas a las que brindan las curadurías y alcaldías municipales directamente a las empresas explotadoras para la construcción de su respectiva logística de asentamiento.

Ahora, para poder desarrollar el resultado físico de cualquier proyecto arquitectónico de este tipo, es claro que debemos considerar aspectos de orden funcional, aspectos técnicos referentes a la mecánica y comportamiento de los materiales, aspectos económicos, aspectos plásticos, y así mismo su relación con el entorno con fines de lograr la implantación con el medio físico, para lo cual mencionamos los siguientes elementos:

### **Aspectos generales:**

- Se debe considerar un medio físico inhóspito, tomando la referencia de cualquier paisaje de connotación selvática húmeda, con un alto grado de oxidantes, agentes que afectan considerablemente, cualquiera de los materiales conocidos en la industria de la construcción.
- Se asumirá como módulo de diseño, Containers apilados que permitan ensamblarse según las necesidades y consideraciones de capacidad y confort según los aspectos de índole legal.
- Deberá contemplarse un 20% del área bruta del proyecto, en miras de generar las circulaciones respectivas dentro del proyecto, y demás zonas necesarias para la adecuación de redes y plantas de distribución de servicios.
- Los modelos tipo deben conservar un diseño ortogonal, más no radial, debido a que esta concepción haría perder las consideraciones estructurales del módulo de diseño.

### **Aspectos De Índole Legal:**

Otros aspectos a tener en consideración, se refiere a la Normativa Internacional, la cual describe el marco de los aspectos más relevantes de los impactos Medioambientales que pueden producirse en este modelo de construcciones, motivo por el cual se citan con sus respectivos comités:

A nivel de la (ISO) International Organization for Standardization's Technical

- Committee 59 (ISO TC59) - Building Construction.

A nivel del comité europeo de normalización:

- European Committee for Standardization's CEN TC350 -Sustainability of Construction Works

En Argentina

- Subcomité de Construcciones Sostenibles de IRAM

De acuerdo a la normativa anteriormente mencionada, existen algunos modelos de URE en las anteriores conferencias, donde se exponen los consumos energéticos relativos en el mundo, más exactamente para el sector de la vivienda y de los servicios (compuesto en su mayoría por edificios), donde afirman que más del 40 % del consumo final de la energía generada en el mundo se consume en Comunidad Económica Europea, y se cree que casi el

50% restante en los demás países del planeta. Estos consumos se encuentran en fase de expansión, lo que hará aumentar el consumo de energía...”. En el caso de países con menor nivel de industrialización y alta urbanización puede alcanzar hasta el 66% del consumo final de energía primaria.

Estas afirmaciones pueden encontrarse en gran cantidad de directivas y reglamentaciones que priorizan la necesidad de reducir el consumo energético del sector edificación, tanto para avanzar en el cumplimiento de los compromisos ambientales (protocolo de Kyoto) como para reducir la dependencia energética de combustibles fósiles o fuentes de energía convencionales, lo cual otorga un soporte a la justificación de proyectos verdes. Casos:

- ✓ la Directiva 93/76/CEE, Libro Verde de la UE (Hacia una estrategia para la seguridad de suministro energético en la UE, 2000),
- ✓ Directiva 2002/91/CE,
- ✓ Código Técnico de la Edificación (CTE), España
- ✓ Certificación Energética (CALENER), España
- ✓ Etiquetado energético en Alemania
- ✓ Etiquetado energético en Francia HQE
- ✓ Etiquetado energético en USA. Certificado LEED - Leadership in Energy and Environmental Design.
- ✓ Concepto Embodied Energy
- ✓ Programa LIDER
- ✓ Proyecto de Etiquetado Energético para la UE: Proyecto .PREDAC (Promoting Actions for Renewable Energies).
- ✓ Certificación PassivHaus, Alemania.
- ✓ Certificación Plus EnergieHaus, Alemania.
- ✓ Regulación energética edilicia en Argentina y el Etiquetado energético de edificios.
- ✓ Plataforma Edificación Passivhaus de España PEP

Uno de los motivos que pueden justificar el escaso debate sobre los procesos de regulación y certificación energética de viviendas en casi todo el mundo es la elevada complejidad técnica del sistema edificio desde un punto de vista energético. Esto sin duda ha alejado al resto de sectores sociales del debate destinado a definir los procedimientos a seguir para implementar las Directivas citadas (Caso UE).

Sin embargo, en el sector de la edificación, tal y como han mostrado las experiencias en muchos países, es fundamental la aceptación de distintos sectores de la sociedad para que una herramienta como la certificación energética tenga alguna utilidad. Un inicio es que estas certificaciones sean voluntarias hasta que logre impactar al mercado inmobiliario.

## **2.2 SERVICIOS BÁSICOS REQUERIDOS:**

Considerando el modelo de alojamiento a diseñar como “TIPO”, encontramos las siguientes necesidades básicas necesarias para su correcto funcionamiento, a continuación se enumeran los principales servicios de alimentación de la propuesta a analizar:

- Servicio público de agua potable PTAP
- Servicio público de alcantarillado PTAR
- Servicio público de energía (Acometida, y proyección energética)

### 3. DISEÑO DEL TIPO DE ALOJAMIENTO SELECCIONADO:

#### 3.1. DISEÑO ARQUITECTÓNICO:

Indispensablemente el módulo habitacional se rige bajo la normalización de establecida para este producto de origen naviero, el cual nos permite establecer los órdenes dimensionales del diseño arquitectónico empleado para los alojamientos temporales de alta eficiencia energética aquí propuestos ([ver anexos](#)).

#### PLANTA GENERAL DEL MÓDULO:

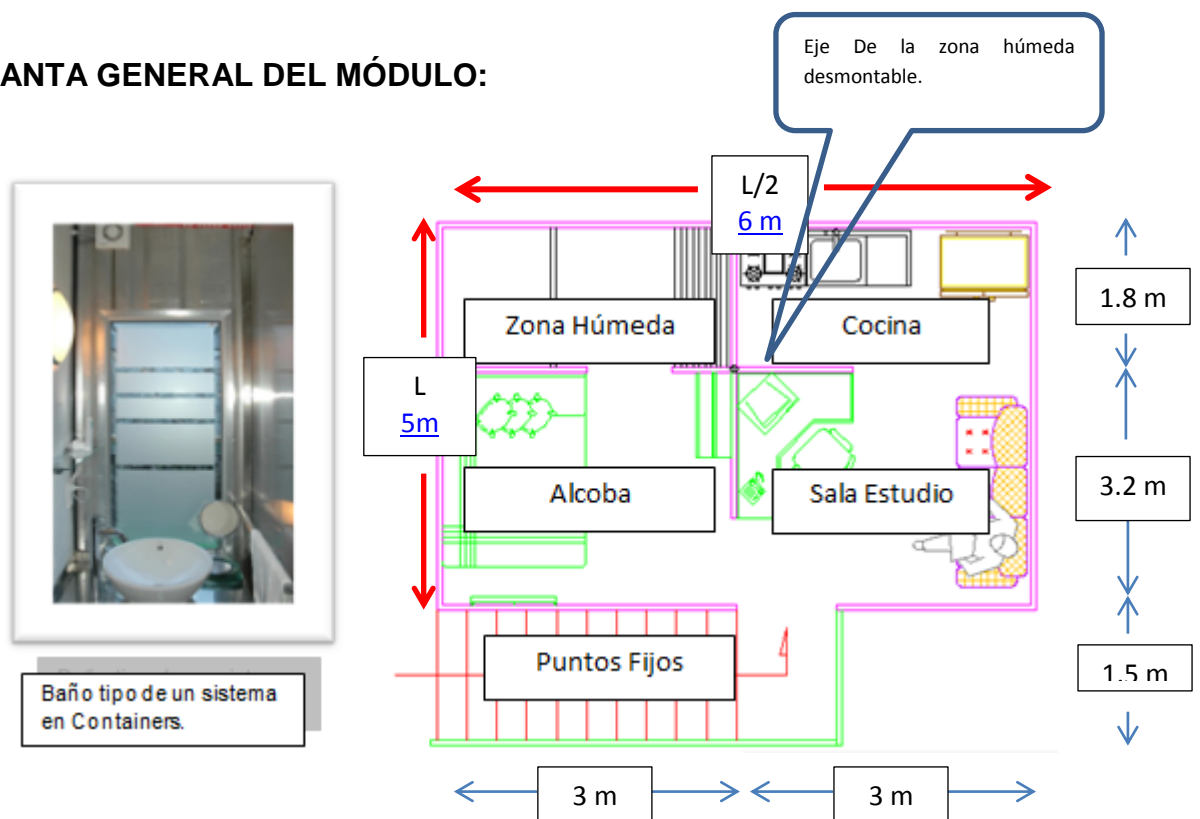


Figura 19. Planta general del módulo

<sup>13</sup>La figura 20, Muestra una Perspectiva de los alojamientos propuestos apilados en dos niveles, con terminados y acabados realísticos.

El sistema está compuesto por un módulo habitacional con capacidad de alojamiento para 4 personas en dos niveles, zona húmeda, cocineta,

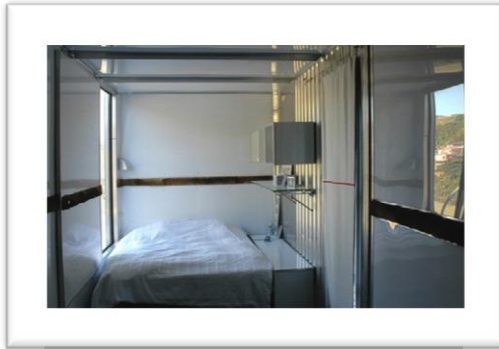


Figura 20. Perspectiva de los alojamientos

<sup>13</sup> Proyección inmobiliaria S.A

sala estudio, lo cual permite un cómodo alojamiento para el personal que trabaja en campamentos en zonas aisladas, donde el acceso en la mayoría de los casos es inaccesible, de igual forma la cocina y sala son espacios concebidos estructuralmente monolíticamente, y específicamente solo para desarrollar actividades no conjuntas, debido a que el espacio entregado en esta área rectilínea del recinto, podría entorpecer el ejercicio de más de una actividad conjunta respecto a su funcionalidad.

Sin embargo los acabados e iluminación concebidos permiten obtener el confort deseado para el ejercicio habitacional de cada módulo.

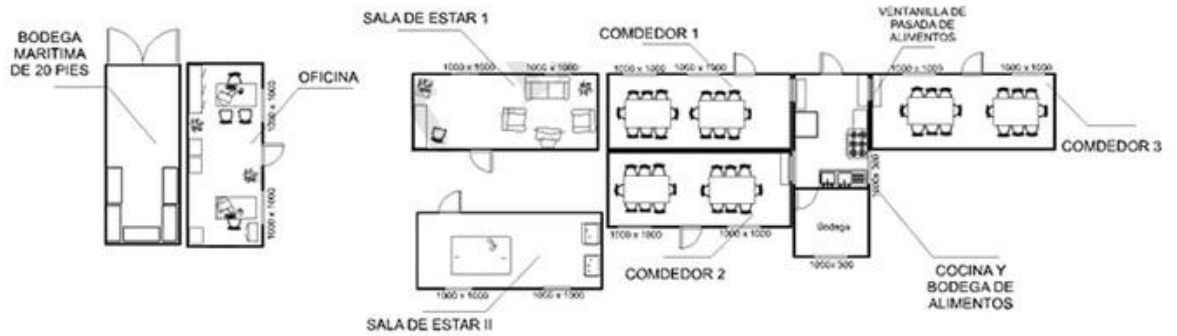
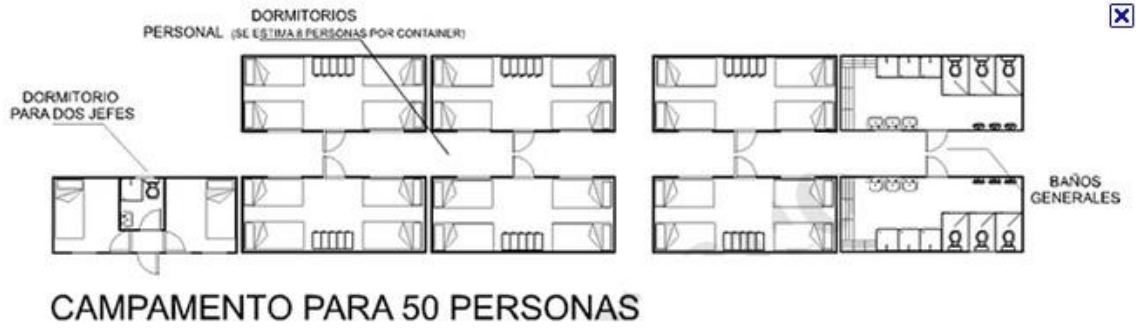


**Figura 22. Recinto habitación de descanso individual.**



**Figura 21. Zona de Cocina**

Tipologías y flexibilidad es algo que solo se logra en común acuerdo con los clientes que son en últimas los que complementan de acuerdo a sus necesidades, el resultado estético y visual de cada uno de nuestros proyectos.



Campamento en cntrs individuales medida 6 x 2,5 x 2,7 mts.

Figura 23. Planta de Campamento agrupado como opción de diseño Tipo<sup>14</sup>

## CONTENEDORES EN DOS PISOS



Figura 24. Corte Perfil del campamento con alojamientos agrupados en dos niveles

<sup>14</sup> Vivienda en Containers para construcción  
<http://www.avisosyanuncios.cl/?a=45868>





**Figura 25. Agrupamientos para casinos y complementos administrativos**

Las formas de agrupamiento de los volúmenes en campo pueden ser infinitas, variando de acuerdo a la topografía, relieve y demás aspectos que presente la zona de adaptación del campamento. Siempre conservando las disposiciones más convenientes en función del ahorro de espacio y recursos disponibles y trabajando bajo las normativas del urbanismo tradicional.

El costo estimado de cada módulo está en el orden de:

15'000.000 Quince Millones de pesos  
Totalmente amoblados.

**Figura 26. Urbanismo Tradicional**



### 3.2 CIMENTACIÓN

Aunque jamás se piensa en el hundimiento de un Container en el suelo, habrá que prepararse para este convenientemente. Se Tendrá que realizar el correcto nivelamiento del terreno y su respectiva vibro compactación, con el fin de obtener un terreno perfectamente plano y adecuado para resistir las cargas que este volumen genera en el terreno, en caso de que los estudios geotécnicos arrojen resultados donde se requiera cimentación, se establecerá una losa solida de espesor de 5 cms, para generar el respectivo asentamiento de los Containers del proyecto...”en pruebas de laboratorio y casi que con el 100% de los terrenos analizados por múltiples empresas para el mismo propósito, el asentamiento de un solo modulo, no requiere la fundida de un solado de asentamiento, y casi en un 90% de los casos analizados para un Container de dos niveles” ...

Este requerimiento es fundamental cuando los Containers superen un apilamiento superior a los 3 niveles, tal como las torres de edificios, para lo cual el solado debe ser una losa aligerada equivalente a la de un piso de una cimentación flotante con amarres entre el volumen y la losa, para efectos de sísmica.

### **3.3. SUMINISTRO DE REDES HIDROSANITARIAS**

Hay dos cosas que caracterizan un asentamiento humano Independientemente que este sea actual o prehistórico, lo primero es Un lugar para cocinar, y lo segundo es tener agua en proximidades, Ambas cosas pueden volverse algo complicado si carecemos de la disponibilidad de estos servicios. Para poder vivir en estos contenedores habrá que resolver estos problemas, pues para este caso debemos ser conscientes de que vivir bajo las condiciones de un campo de explotación de recursos, necesitaremos disponer del servicio de agua potable y desagües, así como el de energía que no solo mantenga la cocina, sino que ilumine y de vida a los electrodomésticos que acompañan cada unidad habitacional.

Para tal fin suponemos una instalación de cisternas de agua servida, y la tubería de agua potable necesaria para alimentar cada uno de nuestros volúmenes habitacionales, todo esto después de realizar el cálculo técnico necesario, y proyectado para cada unidad de acuerdo al tipo de proyecto encargado la cual es incluida en el valor de cada container como un valor global.

### **3.4. INSTALACIONES SANITARIAS:**

A continuación se exponen los aspectos que componen los referentes frente a las diferentes posturas u opciones que tenemos para la realización de las obras que componen la disposición de Redes de abastecimiento de servicios Hidrosanitarios.

### **3.5. CASOS A ABORDAR PTAP:**

**Caso 1:** Cuando Existe la posibilidad de abastecer el sistema a partir de un flujo hidráulico hallado en cercanías de un afluente exterior "Río, o manantial

**Caso No 2:** Cuando las condiciones de abastecimiento hídrico están fuera del alcance de un afluente externo.

**Caso No 3 "CASO BASE":** Existe la posibilidad de abastecer el flujo hidráulico a partir de la cercanía de un afluente de Río con síntesis en sus procesos de Extracción y tratamiento.

**NOTA:** Para el desarrollo de este tipo de proyectos, cabe anotar que las posibilidades de diseño e implantación varían según las opciones de abastecimiento disponibles para cada zona de nuestro País, así como los

resultados obtenidos en campo a partir de los estudios de caudales anuales, Batimetrías, Escorrentías, nivel de Toxicidad etc. Sin embargo a continuación se relacionan los temas de caso mencionados anteriormente acerca de las diferentes opciones que pueden ser objeto de construcción, y así mismo el supuesto asumido como “CASO BASE”.

**Caso 1:** Existe la posibilidad de abastecer el sistema a partir de un flujo hidráulico hallado en cercanías de un afluente exterior “Río, o manantial”:

Este será diseñado a partir de un modelo tradicional de suministro de agua potable permanente creciente, o proyectado según el nivel de complejidad que arroje el estudio respectivo de la proyección futura de la población del proyecto. Estos cálculos se desarrollan de acuerdo a los modelos existentes acordados por el ministerio de desarrollo económico establecidos en la normatividad vigente RAS 2000<sup>15</sup>, y de acuerdo con datos de entrada relacionados a continuación:

A continuación se muestra el diagrama de flujo empleado para estimar el caudal máximo diario necesario para la proyección de cualquier acueducto de orden veredal, municipal, o macro acueducto

---

<sup>15</sup>[20] Ras 2000

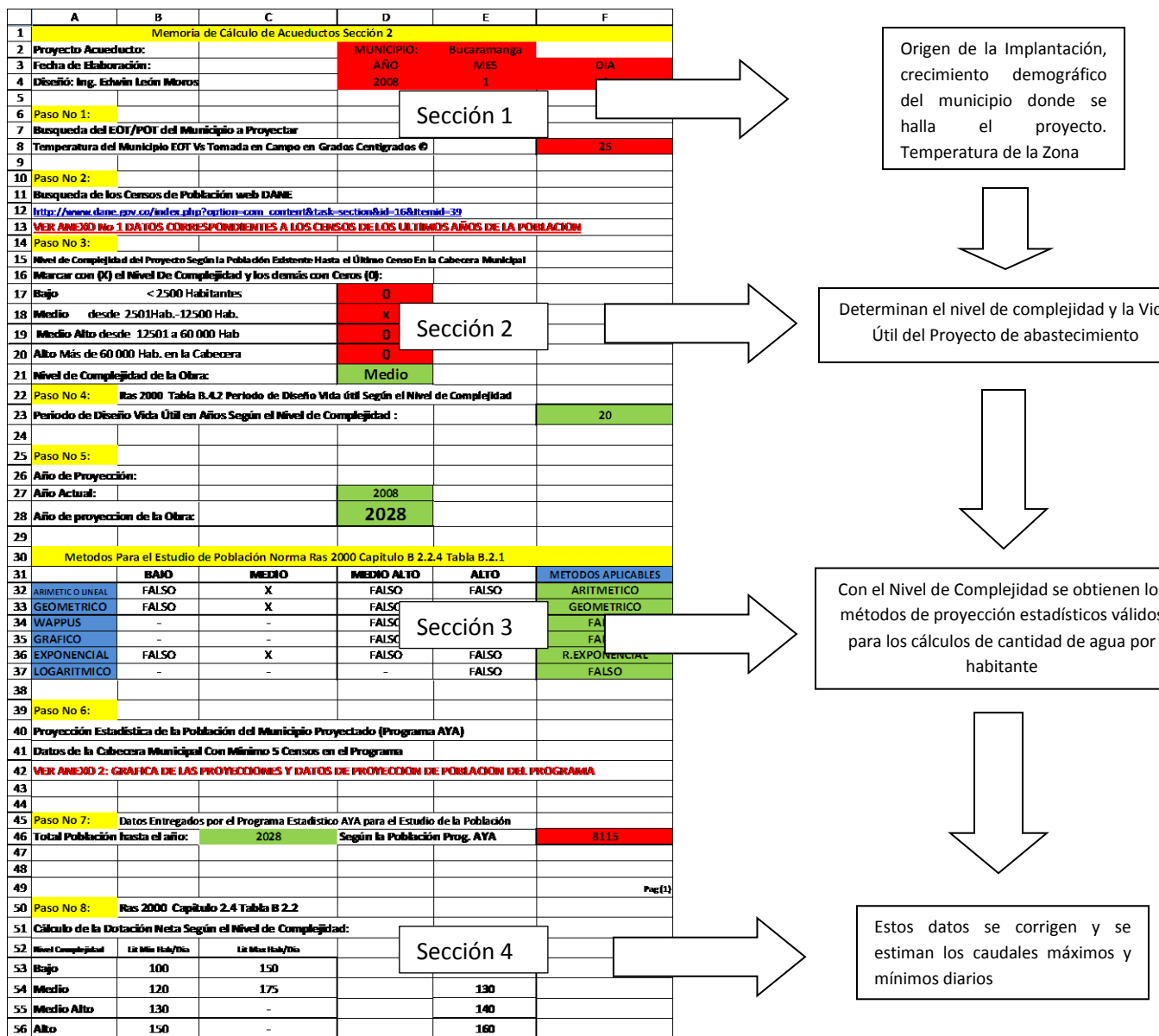
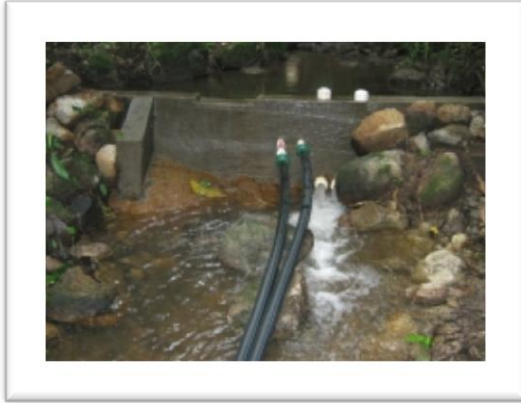


Figura 27. Diagrama de flujo para estimación de caudales en acueductos

A partir del cálculo de la dotación que se aplica no solo a este caso en particular (CASO No 1), si no, a cualquiera que se relacione en esta monografía en cuanto al cálculo de la dotación diaria por habitante, se adelantan las labores de construcción de una bocatoma de fondo (también conocida como Captación del sistema de abastecimiento) en cualquiera de los esquemas requeridos los cuales se relacionan a continuación:

- Tipo Flauta<sup>16</sup>:

**Figura 28. Bocatoma Tipo Flauta**



Este tipo de bocatoma es la más empleada en las construcciones de acueductos por su fácil instalación, y bajo mantenimiento, con restricciones en macro proyectos, por lo que es común verlas en acueductos de fincas, y veredas con poblaciones inferiores a 1000 habitantes.

Bocatoma Tipo Flauta

- Bocatoma de Fondo<sup>17</sup>

**Figura 29. Bocatoma de Fondo**



Este tipo de bocatomas es empleado en mega proyectos, con la idea de garantizar un flujo constante de agua, desviando solo cierta cantidad del fluido, en cualquier temporada del año. Así se obtiene un volumen considerable del fluido en poblaciones mayores a 4000 habitantes, su estructura conlleva a desarrollar obras civiles de gran magnitud, como el desvío temporal del cauce, y así mismo la construcción de una presa que garantice la velocidad sobre la captación.

---

<sup>16</sup> Diseño De acueductos y alcantarillados de Jaime cuellar

<sup>17</sup> Diseño De acueductos y alcantarillados de Jaime cuellar

**Figura 30. Bocatoma Lateral<sup>18</sup>**



Este tipo de bocatomas es empleado en municipios con una población no mayor a 3900 habitantes, y no inferior a 1000 habitantes, son las más comunes en el medio debido a que las obras de infraestructura son medianamente complejas, apelando que las obras se realizan en un extremo aislado del afluente y luego puede realizarse la conexión al derribar un muro de lodo común, el cual

permite el paso del fluido hacia la bocatoma.

#### Bocatoma Lateral

Una vez construido el sistema de captación, se procede a desarrollar la conducción de aguas hasta el sitio, obligando a esta a obtener las siguientes consideraciones de diseño:

- Distancia de Transporte del fluido.
- Relación de la cota base del punto de la captación y cota de amarre del campamento (Energía potencial).
- Turbiedad del fluido

Una vez resueltas estas consideraciones para el sistema de conducción, se procede con el Diseño de la planta de tratamiento y saneamiento básico de agua potable PTAP, la cual consta de sus elementos reglamentarios de diseño según el volumen, o caudal de diseño, y demás elementos que permiten el asentamiento y decantación de los sólidos.

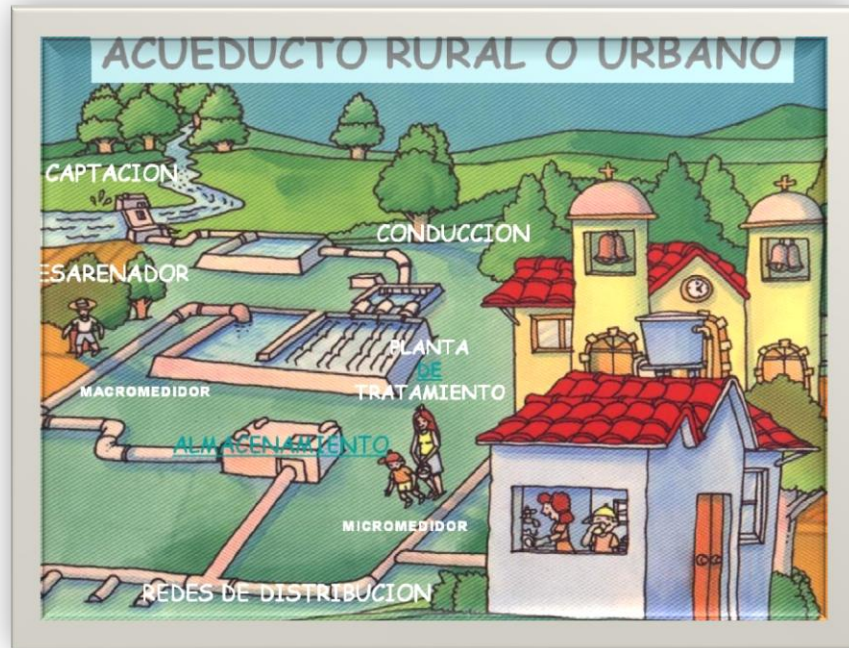
Con estas consideraciones resueltas, se procede a hincar in situ las redes de abastecimiento propia de cada predio o unidad de alojamiento en el lugar de asentamiento, cada uno con sus respectivo medidor de flujo y demás accesorios propios del sistema, los cuales permiten regular a futuro los consumos, perdidas, y así mismo realizar las proyecciones de forma controlada en horarios pico, y el crecimiento de la demanda del fluido.

A continuación se presenta un esquema tipo del sistema tradicional “CASO No 1”, en la Gráfica No 31 donde se relacionan los respectivos componentes mencionados para el diseño de este Caso en particular:

---

<sup>18</sup>Diseño De acueductos y alcantarillados de Jaime cuellar

Figura 31<sup>19</sup>. Diagrama constructivo de un acueducto con el sistema tradicional (caso1).



**Caso No 2:** Cuando las condiciones de abastecimiento hídrico están fuera del alcance de un afluente externo:

De otra forma contemplamos la extracción de agua por acuíferos subterráneos, método también conocido en el medio bajo el nombre de “Extracción de fluidos por diferencial de presiones en curvas de nivel freático”

Uno de los recursos más valiosos es el agua que tenemos bajo nuestros pies, algo que pocos pueden ver como una solución idónea, debido a que poco se estudia acerca de este modelo de extracción.

Los Pozos de agua subterránea pueden perforarse hasta llegar a los acuíferos madre, otorgando la posibilidad de bombear agua hacia el exterior sin problema alguno, debido a que las líneas madre del nivel freático surten de forma gradual las trampas naturales dentro del sistema hídrico Global, y de igual forma La precipitación pluvial agrega agua de tal forma que recarga ocompensa la roca porosa del acuífero, eliminando la posibilidad de secarlo a futuro.

<sup>19</sup> Ras 2000 Normativa Técnica para acueductos y alcantarillados

Por tal razón, cuando las condiciones de asentamiento urbano estén lejanas de un acuífero externo y se decida contemplar esta posibilidad, se debe realizar una serie de estudios hidrológicos que contemplen la precipitación en la zona, profundidad de las líneas de nivel freático, flujos y caudales de las líneas madres entre el NAMI (Nivel de agua Mínimo Anual) y el NAMA (Nivel de Agua Máximo Anual), así como el método de perforación que emplearemos para efectuar la respectiva extracción del fluido.

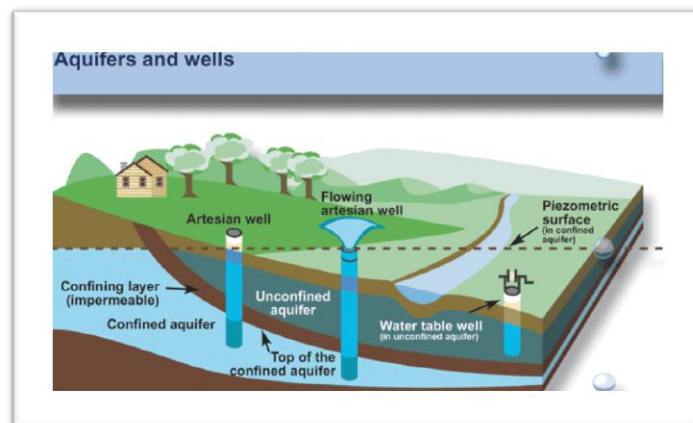
Una vez obtenidos estos resultados, debe compararse el análisis del NAMI y NAMA Vs el caudal máximo a emplear de acuerdo a la normatividad vigente RAS 2000 anteriormente mencionada para el cálculo de la dotación máxima diaria empleada para el asentamiento proyectado.

En consecuencia de esto se toman otras consideraciones de orden técnico, tales como:

- a) De acuerdo a la profundidad del acuífero Vs el caudal máximo Diario se obtiene la selección por tipo y capacidad de las bombas que servirán para la extracción del fluido.
- b) De acuerdo a la turbiedad del líquido se contemplan, o no, los demás elementos que componen la zona de sedimentación y tratamiento.

A continuación en la Gráfica No 32, se presenta un modelo tradicional de extracción de aguas subterráneas en asentamientos suburbanos:

**Figura 32. Modelo tradicional de extracción de aguas subterráneas.**



**Caso No 3 “CASO BASE”:** Existe la posibilidad de abastecer el flujo hidráulico a partir de la cercanía de un afluente de Río con síntesis en sus procesos de Extracción y tratamiento.



Asumiendo la posibilidad de estar en cercanías de un acuífero externo, con los caudales ideales (NAMI Ok) para cumplir con la dotación máxima requerida por el asentamiento, se procede a hincar como sistema de captación una bocatoma tipo flauta o manguera común de extracción de fluido en cercanías de un sector estable geológicamente, donde posteriormente se realizan las respectivas obras civiles requeridas para la instalación de la captación tal como se muestra en la gráfica No 28 donde se muestra el Sistema de captación de agua Tipo Flauta empleado comúnmente en el diseño de captaciones hidráulicas veredales y municipios con poblaciones menores a 1000 Habitantes, este sistema es ideal por su fácil instalación, fácil desmonte, y su bajo costo de mantenimiento.

Una vez seleccionado, se procede a la elección de un sistema de extracción de aguas por motobombas, los cuales los cuales garantizan la cantidad de metros cúbicos (M3) necesarios para alimentar el campo de producción.

Se estimó la cantidad de metros cúbicos necesarios obtenidos a partir del cálculo expuesto por la normatividad RAS 2000 para esta población en particular en un periodo no mayor a 15 años es de:

### Nivel de Complejidad seleccionado en la matriz Ras 2000: Bajo

Bajo	< 2500 Habitantes	X
Medio	desde 2501Hab.-12500 Hab.	0
Medio Alto	desde 12501 a 60 000 Hab	0
Alto	Más de 60 000 Hab. en la Cabecera	0
Nivel de Complejidad de la Obra:		Bajo

Tal como se había expuesto en el caso No1 se adopta el nivel de complejidad de acuerdo a la proyección estimada de la población futura, en este caso no mayor a 300 personas... por lo que el nivel de complejidad de diseño es BAJO.

Cálculo de la Dotación Neta según el Nivel de Complejidad:

Cálculo de la Dotación Neta Según el Nivel de Complejidad:			
Nivel Complejidad	Lit Min Hab/Día	Lit Max Hab/Día	Promedio Adoptado
Bajo	100	150	125
Medio	120	175	130
Medio Alto	130	-	140
Alto	150	-	160
Total Litros Habitante Día Adoptado Como Dotación Neta Según el Nivel de complejidad			
Nivel de Complejidad	Bajo		
Lit. Hab/Día	125		Dotación Neta

Figura 33. Nivel de Complejidad seleccionado en la matriz Ras 2000

A esta capacidad diaria, se le aplican las correcciones necesarias para obtener el caudal necesario por Norma:

**Caudal necesario para alimentar el sistema:**

Tabla Ras 2000 B.2.5 Coeficiente de Consumo máximo Diario Según el Nivel de Complejidad			
Valor Signado de K1 Según el Nivel de Complejidad:			1,3
Bajo	1,3		
Medio	1,3		
Medio A.	1,2		
Alto	1,2		
Caudal Maximo Diario QMD =	1,0	Litros / Seg.	
	1	0,0	
Caudal Maximo Diario QMD =	1,0	Litros / Seg.	Caudal Usado en:
			Desatoma
			Abucción al Desarenador
			Conducción

**Figura 34. Gráfica del caudal máximo diario estimado**

Este caudal será bombeado a través de un sistema electro-mecánico a una sección de tratamiento de agua potable portátil, y posteriormente almacenado en una o varias torres de almacenamiento de agua potable listas para distribuir el sistema de abastecimiento en el campamento diseñado para la compañía que lo requiera.

La figura 35, muestra el modelo tradicional para potabilización de agua con remolque, para uso en campamentos, comunidades rurales o emergencias.



**Figura 35. Modelo para potabilización de aguas en Campamento<sup>20</sup>**

<sup>20</sup> Modelos reglamentados para potabilización de agua <http://www.rcnegociosac.com/6.html>

### Ventajas de la incorporación de este sistema:

- Operación autónoma: generador (diesel o gasolina).
- Bajo costo de operatividad
- Fácil Transporte: el equipo está montado sobre remolque de un solo eje, accesible a cualquier terreno. Su peso y dimensión facilitan su rápida movilización por medio terrestre o aéreo.

Para el Cálculo del volumen del tanque tenemos:  $86400 \text{ Seg} * 1\text{L/Seg} = 86.4 \text{ M}^3$  <sup>21</sup>Volumen Tanque

$$V = \pi r^2 h$$

altura = 3 mts, R radio = 3.027 mts, Pi 3.1416

Remplazando tenemos un Volumen de: Volumen = **86,4 M3**

Una vez obtenido el volumen de fluido, y los requerimientos de construcción del tanque de almacenamiento que en adelante llamaremos tanque de almacenamiento estándar para campamentos petroleros, establecemos el respectivo diagrama de conexiones por pisos, o por tramos, el cual indicara la ruta de conexiones, diámetros, Longitudes, y demás arandelas de conexión necesarias para la distribución del fluido en el campamento.

De la ecuación de caudal  $Q = V * A$

Despejamos respectivamente el área (A) encontrando el diámetro de distribución, asumiendo una relación diámetro espesor (RDE) de 21 mm debido a la energía potencial del sistema, asumiendo un diámetro de 1" como parte del Sistema de serie.

A pesar de contemplarse en la hidráulica y en la mecánica de fluidos, la premisa: "caudal que entra es igual al caudal que sale", debemos recordar que cada cubículo o Container debe retornar el caudal que entra, más las aguas y desechos que transforman el caudal que sale en un fluido mucho más denso, lo cual otorga un mayor volumen, y por consiguiente mayor caudal de salida...

De aquí que los sistemas de agua potable y aguas servidas sean diseños que se contemplen a partir de cálculos independientes asumiendo las aguas servidas como el caudal equivalente a el caudal que entra potable, más las áreas de tributo de servidumbre, las cuales equivalen a un tercio del caudal que entra al sistema.

---

<sup>21</sup> Diseño de acueductos y alcantarillados de Cuellar 4ta edición escuela colombiana de Ingenieros 2004

### **3.6. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)**

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente de uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólidos o lodo) convenientes para su disposición o re-uso. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.

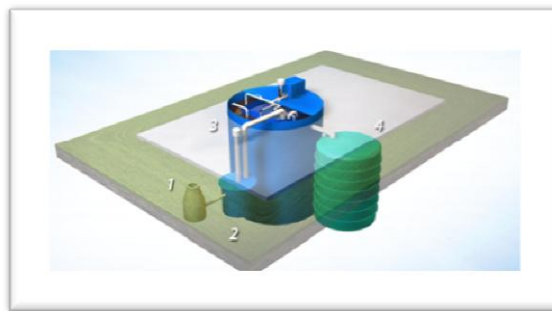
Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Éstas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo: tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías, y eventualmente bombas conectadas a una planta de tratamiento municipal, en este modelo Los esfuerzos para recolectar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetas a regulaciones y estándares locales y Nacionales.

A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado.

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. Para eliminar metales disueltos se utilizan reacciones de precipitación, que se utilizan para eliminar plomo y fósforo principalmente. A continuación sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. El efluente final puede ser descargado o reintroducido de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc.). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

Para nuestro “CASO BASE”, tomamos en consideración, plantas de tratamiento de aguas residuales PTAR’s portátiles, las cuales sintetizan cada una de estas etapas anteriormente mencionadas, entregando entre el 70% y 90% del agua tratada como fluido reutilizable, y aprovechando que estas tienen una capacidad de tratamiento equivalente a ½ Litro por segundo. Esto permite economizar hasta en un 50% los gastos energéticos producidos en el sistema de captación de agua potable PTAP después del primer mes de operación de forma significativa.

Los módulos que realizan dicho proceso en función del tratamiento se presentan a continuación en la figura 36



**Figura 36. Modulación de una PTAR.**

#### **Los componentes de este tipo de plantas son:**

- 1) Pozo de retención y Visita técnica: aquí se retiran en una primera fase los sólidos de gran tamaño apelando a la separación por mamparas de densidad.
- 2) Pre tratamiento y Cárcamo de Bombeo: Pozo de separación y remoción final de sólidos por filtración.
- 3) Zona de tratamiento de aguas residuales a partir de la síntesis biológica de los contaminantes.
- 4) Cisterna de salida del agua tratada, con fines de almacenamiento, o entrega a un afluente cercano.

Tomando en consideración el numeral 4 de la ilustración No 11, se asume para el “CASO BASE” la reutilización del fluido tratado con fines de re abastecer el sistema hídrico del campamento, optimizando el proceso de captación del fluido in situ, y así mismo conllevando a la eficiencia energética del proyecto.

Con la adopción de este sistema, podemos decir que el tratamiento por lagunas artificiales proporciona una mejora biológica de almacenaje en charcos y demás estanques artificiales construidos para tal fin (Tratamientos de aguas servidas), Debido a que en síntesis Se trata de una imitación de los procesos de autodepuración que encontramos en lagos, o embalses formados por la acumulación de agua residual de forma natural, Pero procesadas de forma

química y acelerada. A diferencia de este sistema, los procesos convencionales para lagunas son extremadamente demorados, y tediosos, debido a que dependen no solo de la intervención de procesos altamente aerobios, la colonización de los macrophytes nativos, especialmente de cañas y demás invertebrados de alimentación de esta cadena, tales como la Daphnia y las especies de Rotífera, las cuales asisten grandemente el tratamiento del fluido removiendo toda aquella partícula fina. Si no, que a estos procesos debe sumarse la cantidad de personal con mano de obra calificada, los cuales deben realizar los demás procesos de forma paulatina, debido a los grandes caudales asumidos en por cada población o asentamiento Urbano.

El sistema de Lagunaje sintético es barato, fácil de implementar y mantener, pero presenta inconvenientes para procesos de grandes caudales (> 5 L/s), motivo por el cual son recomendadas para poblaciones menores a 2500 habitantes. Nivel de Complejidad Bajo.

Algunas Características asumidas como ventajas de adopción frente a la necesidad de implementarlas en campamentos petroleros son:

- a) Prefabricada, y lista para conectarse
- b) Utilidad Domestica (DBO,300PPM)
- c) Fácil Carguío o trasporte.
- d) Fácil mimetismo
- e) Bajo Consumo Eléctrico
- f) Fácil Operación
- g) No requieren químicos adicionales, más que Cloro.
- h) Capacidad de proceso operativo de ½ L/s
- i) Libre de Olores
- j) Bajo Ruido operativo
- k) No produce Lodos de desecho.

Detalle de la figura 36



### 3.7 VENTILACIÓN

Cuando por condiciones particulares sea imposible el uso del refrescamiento pasivo, como por ejemplo, edificios en sectores urbanos muy densos en climas con veranos cálidos o con usos que implican una gran generación de calor en su interior (iluminación artificial, equipamiento electromecánico, personas y otros) será necesario el uso de sistemas de aire acondicionado, dado que estos sistemas usualmente requieren el gasto de 4 unidades de energía para extraer 1 una del interior del edificio, entonces es necesario utilizar fuertes y activas estrategias de diseño sustentable. Entre las que mencionamos<sup>22</sup>:

- ✓ Adecuada protección solar en todas las superficies vidriadas.
- ✓ Evitar el uso de vidriados en techos.
- ✓ Buen aislamiento térmico en muros, techos y vidriados.
- ✓ Concentrar los espacios de gran emisión de calor (ejemplo: computadoras, cocinas, etc) y darles buena ventilación.
- ✓ Sectorizar los espacios según usos.
- ✓ Utilizar sistemas de aire acondicionado con certificación energética a fin de conocer cuan eficientes son.
- ✓ Ventilar los edificios durante la noche.

Con esto se colaborará en reducir el calentamiento global y el agujero de ozono en la atmósfera.

#### Refrescamiento Pasivo:

1. <sup>22</sup>Acosta, Wladimiro. 1976. Vivienda y Clima. Ediciones Nueva Visión. Buenos Aires.

En climas muy cálidos donde es necesario el refrescamiento, el diseño solar pasivo también proporciona soluciones eficaces. Los materiales de construcción con gran masa térmica tienen la capacidad de conservar las temperaturas frescas de la noche a través del día. Para esto es necesario espesores en muros o techos que varían entre los 15 a 60 cm y así utilizar a la envolvente del edificio como un sistema de almacenamiento de calor. Es necesario prever una adecuada ventilación nocturna que barra la mayor superficie interna evitando la acumulación de calor diurno. Puede mejorarse significativamente la ventilación en el interior de los locales con la instalación de una chimenea solar.

Durante el día la ventilación debe ser mínima. Y Así garantizamos una baja de temperatura en los muros y techos tomarán calor corporal dando sensación de frescura.

En climas muy cálidos los edificios se diseñan para capturar y para encauzar los vientos existentes, particularmente los que provienen de fuentes cercanas de humedad como lagos o bosques. Muchas de estas estrategias valiosas son empleadas de cierta manera por la arquitectura tradicional de regiones cálidas, pero se resalta el hecho de la necesidad de crear filtros respecto a las plagas que navegan respecto al viento...

Ahora, el concepto en el que se pretende incursionar aquí, denominado como arquitectura sustentable, arquitectura sostenible, en otras partes del mundo llamada igual arquitectura verde o también eco-arquitectura y actualmente definida por la academia como arquitectura ambientalmente consciente, son simplemente los sinónimos por el cual se puede de algún modo concebir el diseño arquitectónico de manera social - económica - ecológica, buscando aprovechar los recursos naturales de tal modo que se minimice el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes.

Para trabajar este proyecto tomando en consideración los criterios que la academia demanda bajo estos principios de la arquitectura sustentable, se tomaran en consideración los siguientes lineamientos aquí relacionados<sup>23</sup>:

- La consideración de las condiciones climáticas, la hidrografía y los ecosistemas del entorno en que se construyen los edificios, para obtener el máximo rendimiento con el menor impacto.
- La eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, primando los de bajo contenido energético frente a los de alto contenido energético
- La reducción del consumo

---

2. <sup>23</sup>González, Neila. 2004. Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. Ed. Munilla-Ileria.



- De energía para calefacción, refrigeración, iluminación y otros equipamientos, cubriendo el resto de la demanda con fuentes de energía renovables
- La minimización del balance energético global de la edificación, abarcando las fases de diseño, construcción, utilización y final de su vida útil.
- El cumplimiento de los requisitos de confort higrotérmico, salubridad, iluminación y habitabilidad de las edificaciones

### **3.8. ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA**

Otra necesidad básica de estos volúmenes arquitectónicos, es lo correspondiente al abastecimiento energético, siendo ésta configurada a partir de mono sistemas, sistemas mixtos tradicionales, y sistemas mixtos de abastecimientos de energía alternativa. La energía se puede obtener de paneles solares analizados de acuerdo al mapa de radiación solar en Colombia, el cual puede abastecer cargas mínimas del proyecto, tales como neveras del sistema, de lo contrario estos sistemas pueden manejarse de igual forma con conexiones generadas por sistemas alternos a las redes de procesos primarios también conocidos como sistemas de cogeneración, o plantas alternas que mantengan la vida energética del proyecto instalado de acuerdo a la capacidad energética y económica del cliente. Dentro del análisis efectuado encontramos que lo más cómodo es proveer el sistema a través de un generador eléctrico, aunque habrá que instalarlo adecuadamente para que funcione largo tiempo sin riesgo de calentarse y sin que haga excesivo ruido, dos condicionantes contrapuestas entre sí, debido a que a más ventilación del motor más ruido.

Unas placas fotovoltaicas pueden hacer disminuir la dependencia del generador, pero según los cálculos de radiación y la cantidad de paneles necesarios para la alimentación opcional de un sistema en Colombia, y manteniendo de frente la autonomía Vs el costo con este medio, no creemos que sea la solución ideal de alimentación de un proyecto de esta magnitud. Sin embargo, podemos apelar a: Generadores eólicos, y a los incondicionales generadores convencionales.

Como una Propuesta al diseño tipo del “CASO BASE” desarrollada aquí como parte de la monografía se entrega el diseño de un sistema de alimentación energética híbrida para un proyecto de este tipo generado por el grupo de trabajo aplicando así de los conocimientos adquiridos en la presente especialización.

Para el presente fin se ha optado por considerar la carga de un módulo de alojamiento temporal de alta eficiencia energética aplicado a empresas contratistas del sector de hidrocarburos, de fácil instalación en áreas apartadas de la geografía nacional y así describir la carga real que tendría un proyecto de este tipo con características de alta eficiencia y bajo consumo en zonas no interconectados a la red eléctrica nacional.

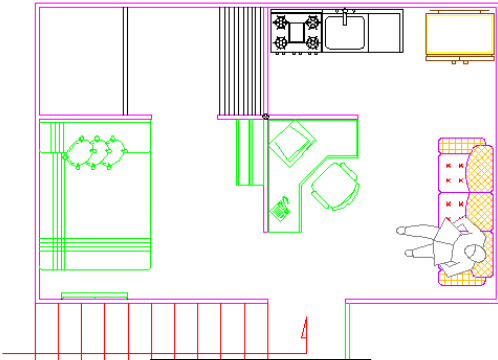
## PROPUESTA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO

Aplicando las técnicas y conocimientos aplicados a lo largo de la especialización, se pretende hacer una propuesta entre muchas posibles, respecto del suministro energético de este tipo de proyectos, que consiste en la consideración de las dos principales tecnologías alternativas y renovables para generación de energía eléctrica que son: Solar fotovoltaica y Eólica.

Para este propósito se hará uso del software HOMER Versión 2.81, como valiosa herramienta para la recopilación, modelamiento y análisis de resultados óptimos bajo criterios de viabilidad técnica y económica.

## DIMENSIONAMIENTO DE LA CARGA OBJETIVO

El esquema básico y la relación de carga en Corriente Alterna (AC), por módulo habitacional se detallan a continuación:



DESCRPCIÓN	CANT	CARGA (W)
Televisor pantalla plana	1	180
Nevera	1	250
DVD	1	100
Micro Ondas	1	750
PC	1	70
Aire acondicionado	1	800
Luminaria bajo consumo de 28 W	5	140
<b>CARGA INSTALADA (W)</b>		<b>2290</b>
<b>DEMANDA MÁXIMA (W)*</b>		<b>1940</b>
*factor de demanda del 75%		

Tabla 1. Descripción de la carga en AC

Se observa que tanto la Gráfica No 19 como la tabla 1, describen una carga típica de módulo habitacional para dos personas, cuya demanda máxima estimada corresponde a 1940W.

En base a un uso racional de energía, se establece una curva típica de consumo de energía diaria, aplicada al horizonte del proyecto<sup>24</sup>, la cual se muestra a continuación:

DEMANDA DE ENERGIA	
HORA	kW
0 - 1	0.25
1 - 2	0
2 - 3	0.25
3 - 4	0
4 - 5	0.25
5 - 6	0
6 - 7	0.25
7 - 8	1.73
8 - 9	0.32
9 - 10	0.07
10 - 11	0.32
11 - 12	0.07
12 - 13	0.43
13 - 14	0.18
14 - 15	0.32
15 - 16	0.07
16 - 17	0.32
17 - 18	0.07
18 - 19	1.29
19 - 20	1.12
20 - 21	1.94
21 - 22	0.94
22 - 23	0.25
23 - 24	0

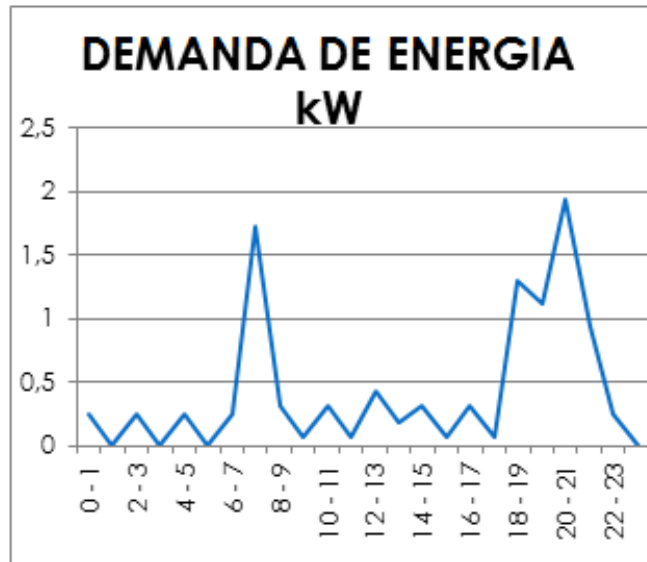


Tabla 2. Demanda horaria y curva de demanda carga objetivo

## DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA HÍBRIDO SOLAR EÓLICO

Con el propósito de alimentar la carga antes descrita, se hará el modelamiento mediante el uso de la herramienta de software HOMER, de un sistema híbrido aislado compuesto por los siguientes elementos:

- ✦ Carga módulo habitacional en AC
- ✦ Generación con tecnología solar fotovoltaica
- ✦ Generación con tecnología Eólica
- ✦ Juego de acumuladores o baterías
- ✦ Inversor de DC/AC

## CARGA MÓDULO HABITACIONAL EN AC

Ingresando los datos antes detallados al software HOMER, la carga objetivo a alimentar por el sistema híbrido se observa a continuación.

<sup>24</sup>Para el presente estudio no se contempla el factor de crecimiento vegetativo de la demanda por tratarse de un proyecto donde se asume una capacidad fija y constante de personas a lo largo del mismo.

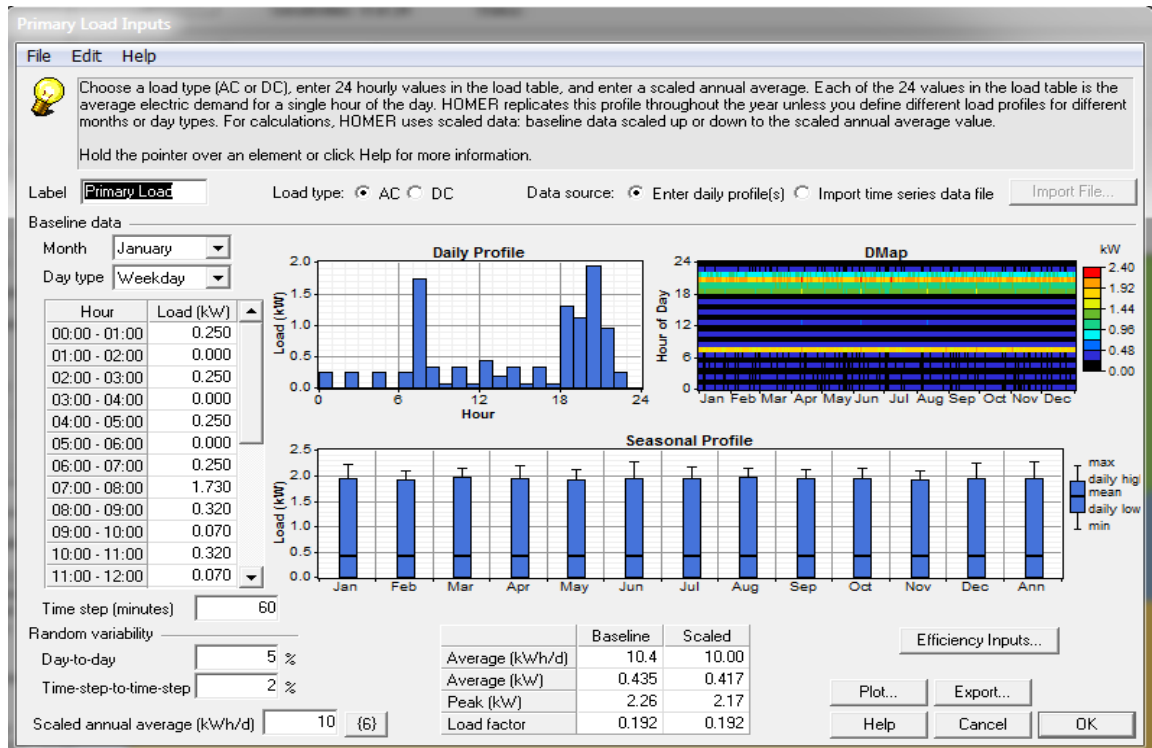


Figura 37. Modelamiento de la carga módulo habitacional objetivo en el software HOMER.

## GENERACIÓN CON TECNOLOGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

### Panel Fotovoltaico

Teniendo en cuenta el catálogo de energía solar fotovoltaica Technosun 2005 [3], fue elegido el **MÓDULO FOTOVOLTAICO MONO CRISTALINO DE ALTA EFICIENCIA 190 BE REFERENCIA 53701003**, cuyas características generales se detallan en la **Gráfica38**.

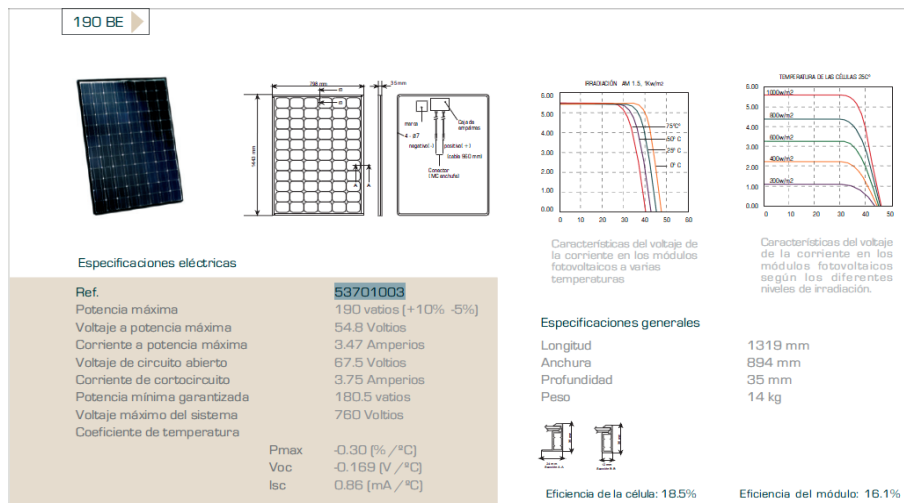


Figura 38. Ficha característica del panel fotovoltaico seleccionado.

Al ingresar estos datos en el software HOMER, se obtiene:

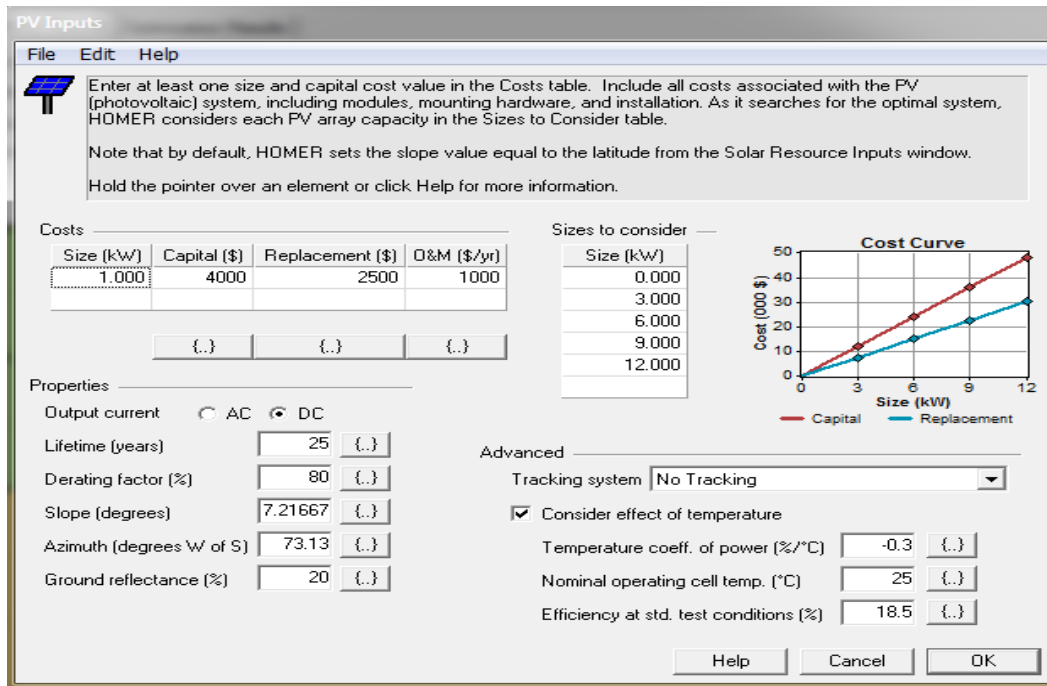


Figura 39 Modelamiento del módulo Seleccionado

## RECURSO SOLAR

Con el fin de modelar el recurso solar en el software HOMER, se tomó de referencia las condiciones de la ciudad de Bucaramanga, ubicada en las coordenadas geográficas: **LATITUD 7 GRADOS 13 MINUTOS NORTE, LONGITUD 73 GRADOS 13 MINUTOS OESTE** como insumo, obteniendo los siguientes resultados:

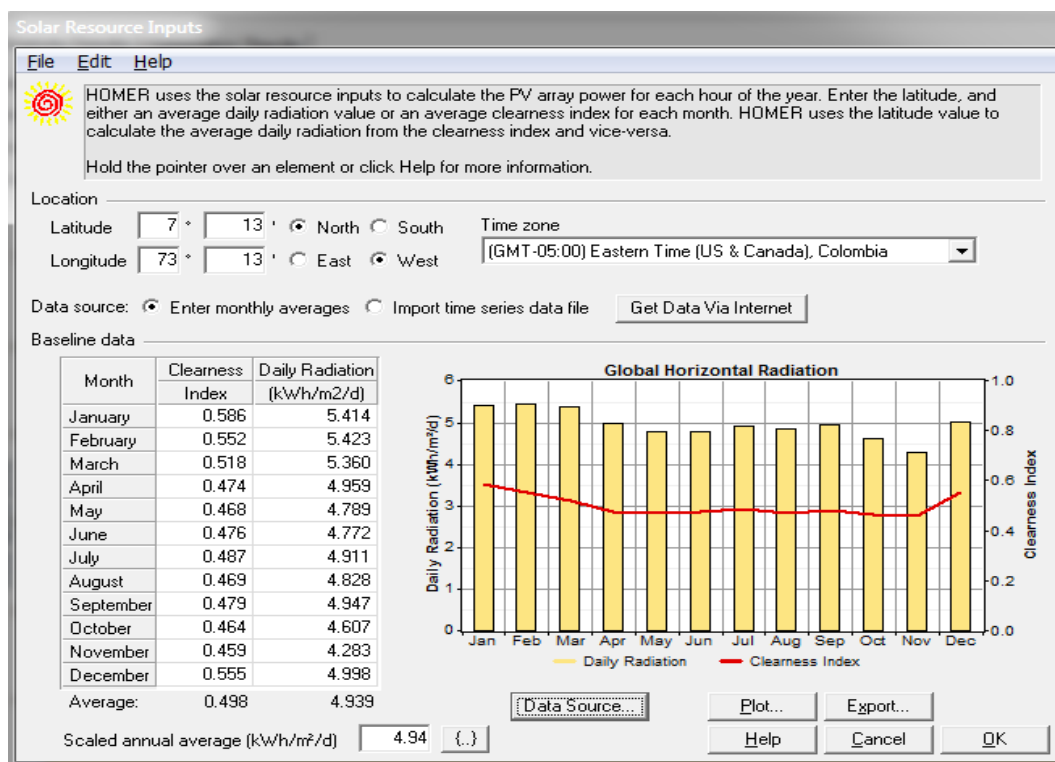


Figura 40. Modelamiento del recurso Solar en HOMER

## GENERACIÓN CON TECNOLOGÍA EÓLICA

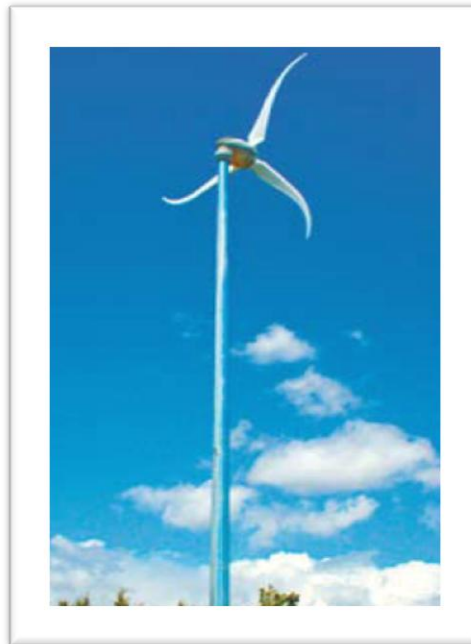
### Turbina eólica

Según el *RenewableEnergyCatalog* [4], se escogió la turbina **SKYSTREAM 3.7**, ilustrada en la **fotografía 5** por las siguientes razones que favorecen su aplicación en este tipo de proyectos, que son:

- ✓ Generación en velocidades de viento bajas
- ✓ Instalación en áreas pequeñas
- ✓ Conexión directa a la carga en AC

Aspectos que son necesarios tener en cuenta ante la poca magnitud de velocidades del viento para la ciudad de Bucaramanga, como ubicación de referencia del proyecto de acuerdo con el Atlas de velocidades de viento de superficie de Colombia [5], que se encuentran por el orden de los 3 metros por segundo (mps).

**Gráfica No 41**



Model	Description	Item code	Price
Skystream 3.7 120V Land	Skystream 1.9 kW generator for 120V 60 Hz	016-01003-120	\$5,400
Skystream 33.5 FT monopole tower	33.5 foot tower free-standing tower (no guy wires); price includes shipping*	016-01008	\$3,395
Foundation bolt kit 32"	Includes bolts and bolt template for 33-ft monopole tower on mat foundation	016-01010	\$467
Gin pole kit	Includes gin pole, shackles and wire	016-01011	\$364
Hinge plate kit	Includes hinge plate and hardware	016-01012	\$322
Wireless remote display kit 916 MHz	Includes wireless display, antenna and AC adaptor	016-01015	\$35
USB converter kit	Includes remote to USB adaptor and software	016-01016	\$99
Tower adaptor kit (5")	Includes aluminum casting and hardware to attach Skystream to Whisper 500 guyed tower kits or any 5" schedule 40 pipe	016-01017	\$139
Wireless remote batt. sensor 916 MHz	Includes battery voltage sensor and antenna (required for all battery charging)	016-01018	\$250

**Figura 41 Turbina EolicaSkytre AM3.7 y Costos de Inversión**

**TOTAL INVERSIÓN: \$10,471**

**Tabla 3.** Precios kit de instalación de turbina SKYSTREAM 3.7

I

Introduciendo estos datos en el software HOMER se obtiene:

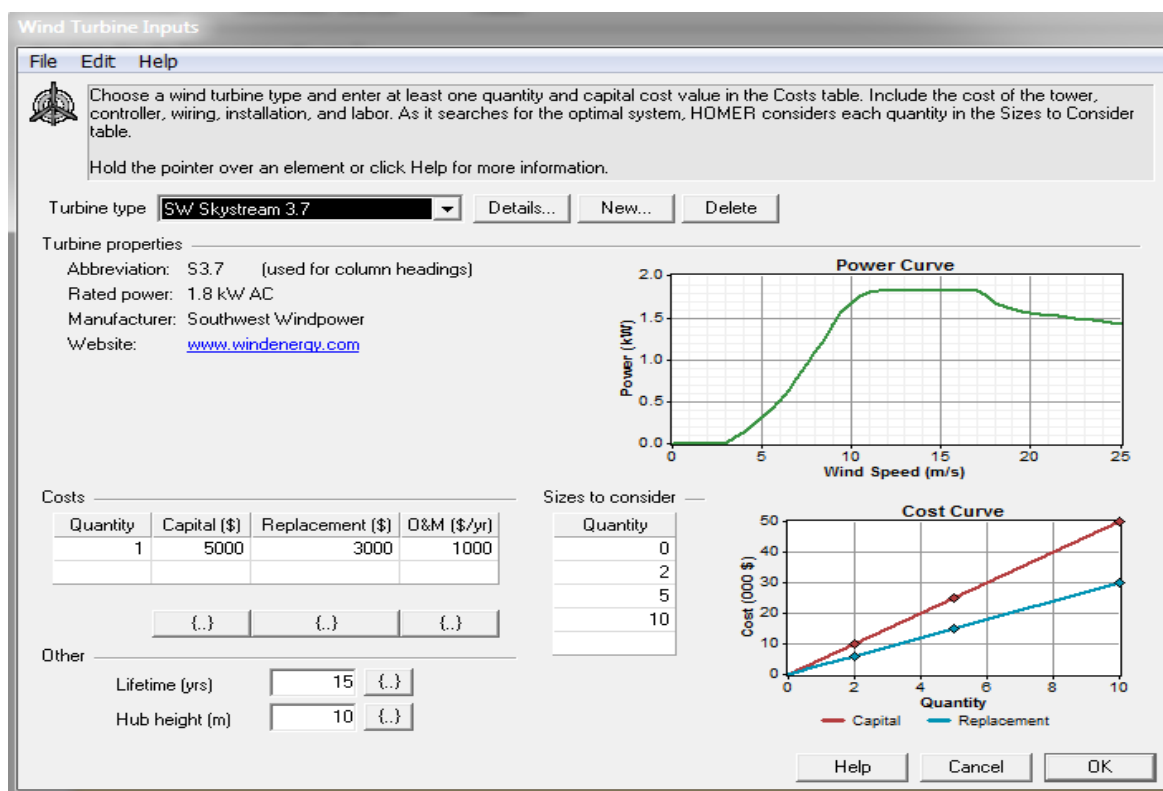


Figura 42 Modelamiento de la turbina SKYSTREAM 3.7 en el software HOMER.

## RECURSO EÓLICO

Con el fin de simplificar el análisis y ante la ausencia de datos confiables hora a hora, se asumió la velocidad del viento promedio constante en **3 mps**, según el Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia [5], ajustando los valores de temperatura promedio de 25 grados Celsius y 1000 metros de altura sobre el nivel del mar aplicados a la ciudad de Bucaramanga se observa el siguiente comportamiento:



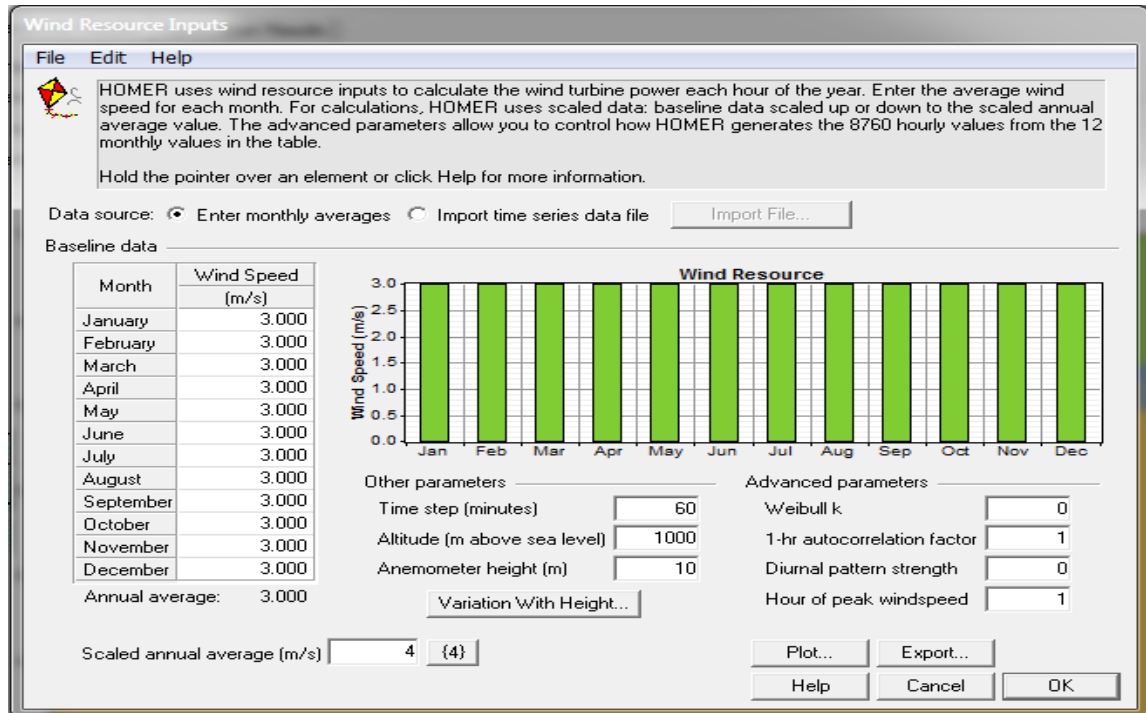


Figura 43 Modelamiento del recurso eólico para Bucaramanga en el software HOMER.

## BATERÍAS O ACUMULADORES

Con el fin de establecer la capacidad en Amperes hora, el número y disposición de las baterías a implementar para el sistema híbrido, se utilizó el modelo cuyos procedimientos se detallan en la tabla No. 3.

Del análisis se obtuvo como resultado la necesidad de la implementación de dieciséis (16) baterías de 6V, C50, 225 Amperes hora, dispuestas en dos (2) grupos de ocho (8) en serie; dentro de un sistema de 48V y de un (1) día de autonomía.

A continuación se muestra el cálculo de las baterías de este sistema híbrido:

PV System Calculator										
1. Calculate AC Load					2. Calculate DC Load					
AC Load	Watts x	Hours Per Day	Days x Per Week	Watt Hours	DC Load	Watts x	Hours Per Day	Days x Per Week	Watt Hours	
<small>Amps x Volts = Watts</small>					<small>Amps x Volts = Watts</small>					
Televisor LCD	180	4.0	7.0	5040	LED (2)	375	6.0	0.0	0	
Nevera	250	12.0	7.0	21000					0	
DVD	100	2.0	7.0	1400					0	
Micro Ondas	750	1.0	7.0	5250					0	
PC	70	8.0	7.0	3920					0	
Aire acondicionado	800	5.0	7.0	28000					0	
Luminaria 28W	140	5.0	7.0	4900					0	
				0					0	
				0					0	
				0					0	
				0					0	
				0					0	
				0					0	
				0					0	
				0					0	
				0					0	
				0					0	
				0					0	
AC Weekly Watt Hours				69510	DC Weekly Watt Hours				0	
$\times$					$\times$					
AC Inefficiency Factor = 1 +		5%	1.05		DC Inefficiency Factor = 1 +		15%	1.15		
<small>25% for mixed systems, 30% for AC only</small>				=	<small>20% in most circumstances</small>				=	
Total AC Weekly Load				72986	Total DC Weekly Load				0	
				<small>Watt Hours</small>					<small>Watt Hours</small>	
3. Calculate PV Contribution					5a. Calculate Battery Size (Continued)					
				$+$						
Total DC Weekly Load				0	System Volts				48	
<small>From Section 2.</small>				=	<small>From Section 4.</small>				÷	
Total Weekly Load				72986	Rated Battery Voltage				6	
				<small>Watt Hours</small>					=	
				-	Number of Batteries in Series				8	
Backup Contribution Percentage		0%	0						$\times$	
<small>From Generator or Alternate Source</small>				=	Number of Batteries in Parallel				2	
Adjusted Weekly Load				72986	<small>From Section 5.</small>				=	
				<small>Watt Hours</small>	Total Number of Batteries				16	
				÷ 7 =						
Daily PV Energy Budget				10427						
				<small>Watt Hours</small>						
4. Convert to Amp Hours					6. Calculate PV Array Size					
				÷					217	
System Volts		48	=		Total Daily Amp Hours					
<small>From Section 4.</small>				=	<small>From Section 4.</small>					÷
Total Daily Amp Hours				217	Bright Sunshine Hours					6
				<small>Watt Hours</small>	<small>From Table</small>				=	
5. Calculate Battery Size					Array Current in Amps					
				$\times$					÷	
Days of autonomy		1.0	=		Module Current in Amps				4.4	
<small>Usually 3.5 Days</small>				=	<small>From Section 4.</small>				÷	
Normal storage capacity in Amp Hours				217	Number of Modules in Parallel				9	
				÷					=	
Maximum Drawdown				50%					8.32	
<small>Typically 50%</small>				=	System Volts				48	
Required Battery Capacity in Amp Hours				434	<small>From Section 4.</small>				÷	
				÷	Module Voltage				37	
Derating Factor for Cold Weather		100%	=		<small>From Section 4.</small>				=	
<small>Typically 50%</small>				=	Number of Modules in Series				2	
Total Rated Battery Capacity in Amp Hours				434					$\times$	
				÷	Number of Modules in Parallel				9	
Single Battery Capacity in Amp Hours		225	=		<small>From Section 4.</small>				÷	
<small>Typically 50%</small>				=	Total Number of PV Modules				18	
Number of Batteries in Parallel				2						

Tabla 2. Cálculo de las baterías del sistema híbrido.

Por tanto se escogió la batería **VISION 6FM200D**, inscritas dentro de la base de datos del software y que cumple con las características mencionadas, su inclusión en Homer se Observa:

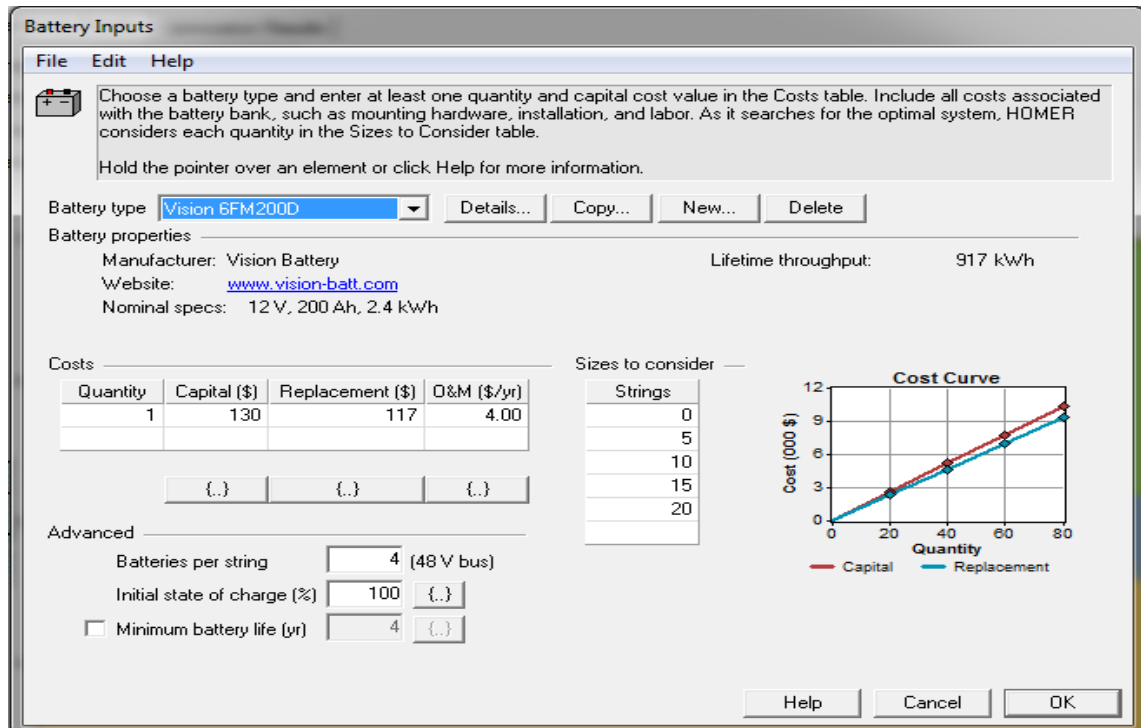
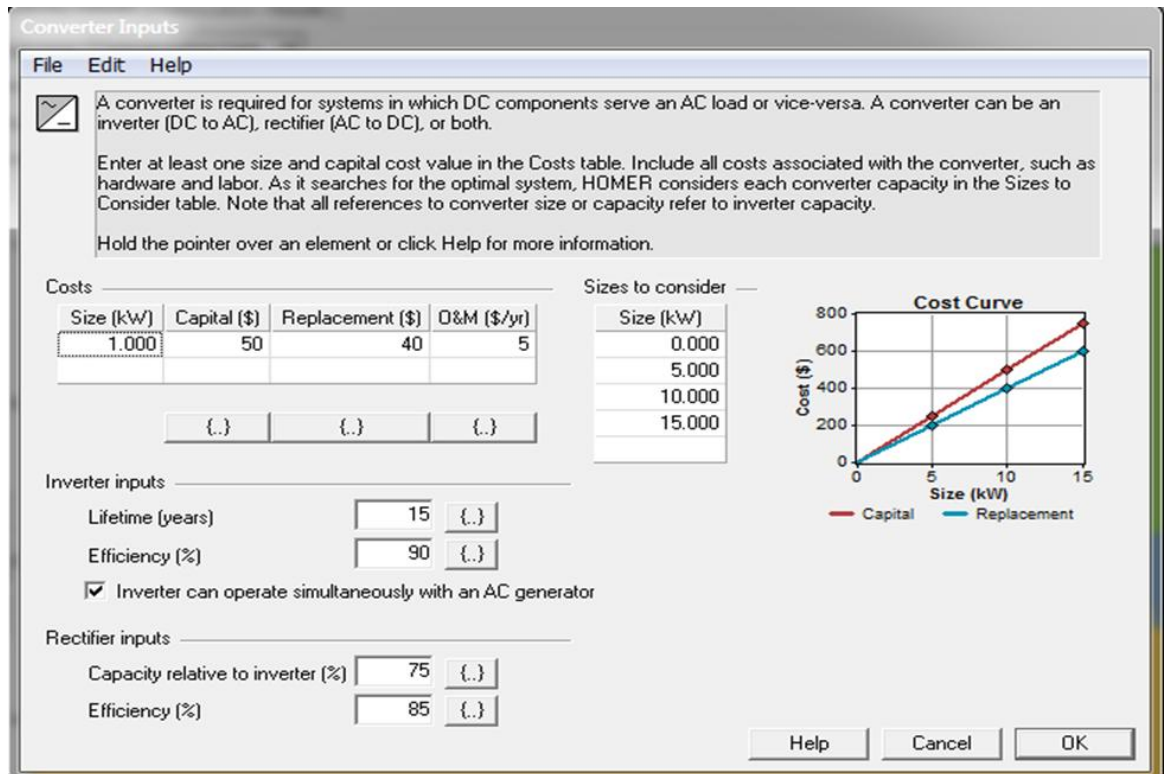


Figura 44. Modelamiento del juego de baterías en el software HOMER

## INVERSOR DC / AC

Como criterio de selección del inversor, se considera la potencia suministrada a la carga por hora, es decir con capacidad nominal de 2kWh a la tensión de 48V del sistema y su modelamiento en HOMER se describe así:

**Gráfica No 45**

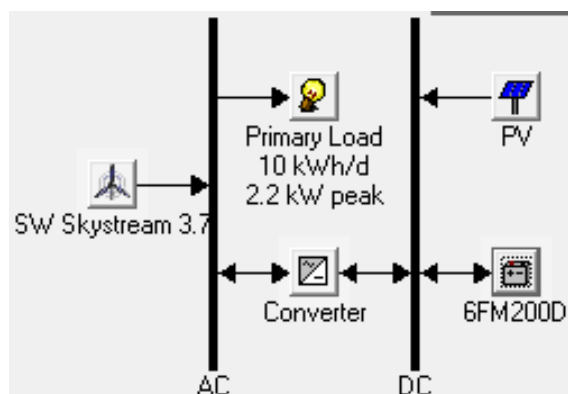


**Figura 45 Modelamiento del Inversor DC/AC en HOMER**

### Modelamiento del sistema híbrido

Teniendo en cuenta los aspectos y criterios mencionados anteriormente e integrándolos en un solo sistema híbrido se obtiene el siguiente modelo bajo el software HOMER:

**Gráfica No 46**



**Figura 46 Modelamiento del sistema Híbrido en el software HOMER**

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A continuación se examinarán las gráficas consideradas más relevantes para el análisis de los datos obtenidos luego de las iteraciones ejecutadas por el software HOMER:

### Sistema Óptimo Resultante

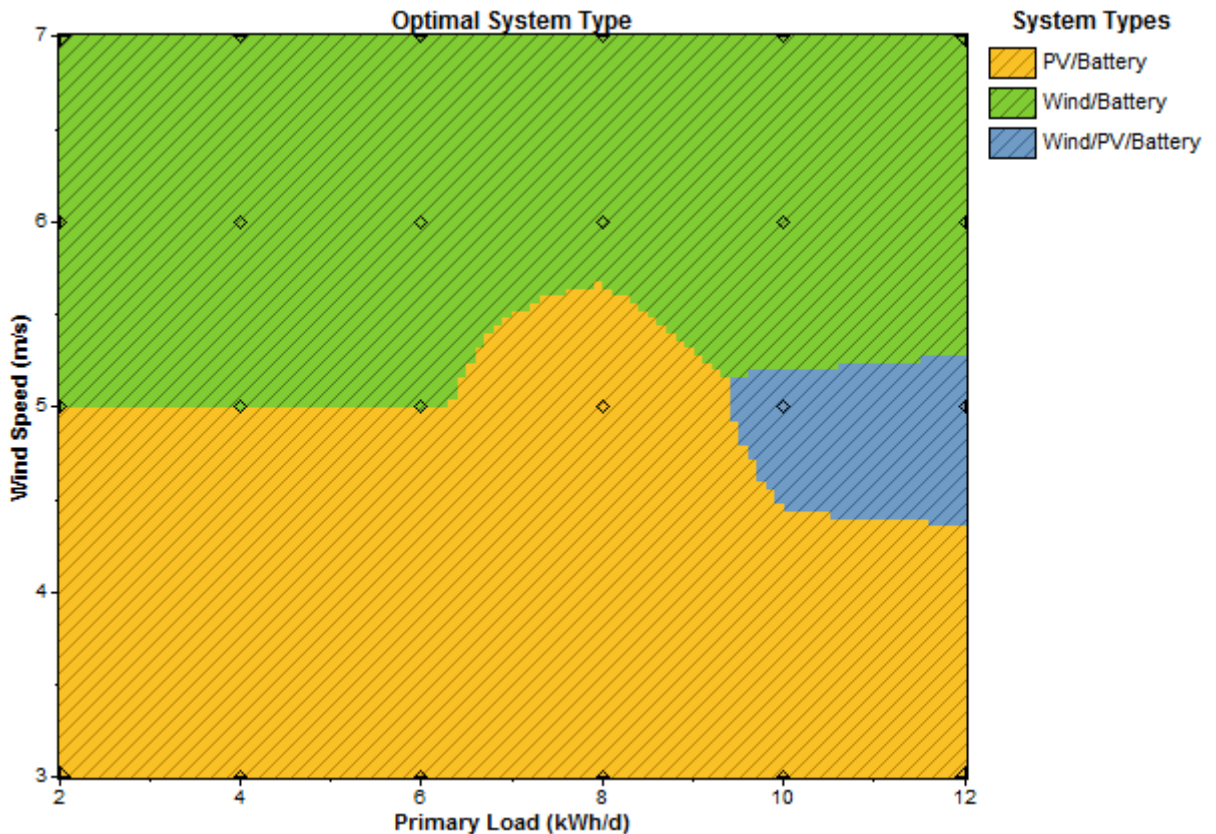


Figura 47. Sistema Optimo modelado con el software HOMER

De acuerdo con la figura anterior, se puede observar que según criterios de optimización, con velocidades del viento inferiores a los 5 mps, casi la totalidad de la carga es alimentada con el sistema conformado por el panel solar y el juego de baterías; así mismo, con velocidades del viento superiores a este valor, gran parte de la carga se suplía con la turbina eólica junto con las baterías. Existe un pequeño espacio que refleja la conveniencia de la generación a partir de todo el sistema híbrido con velocidades del viento entre los 4.5 y 5.5 mps y cargas entre 9.5 y 12 kWh/día.

## COSTO PROMEDIO DE LA ENERGÍA

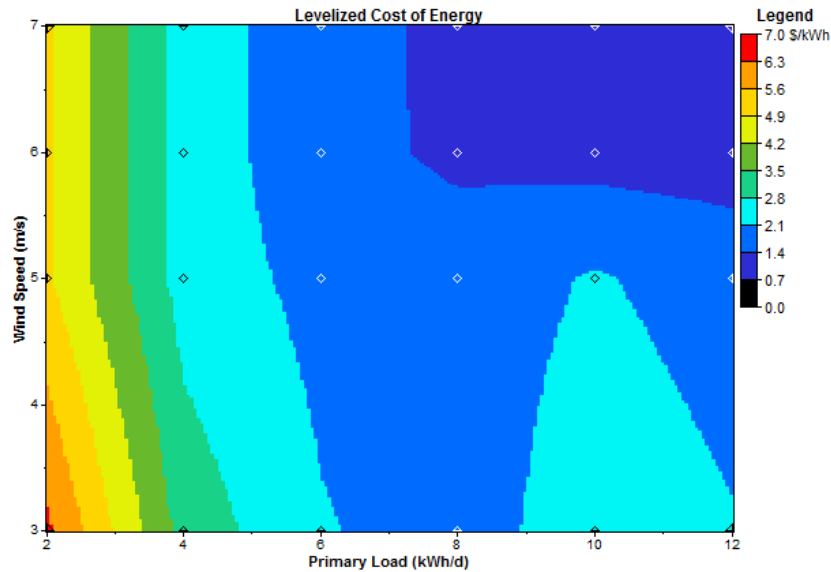


Figura 48. Costo Promedio de la energía

La gráfica del costo promedio de la energía muestra que su valor disminuye a medida que se presentan altas velocidades del viento y cargas mayores a alimentar. Este comportamiento se debe a que la presencia de estos valores incide en la entrada de generación por parte de la turbina eólica, mejorando así la eficiencia total del sistema.

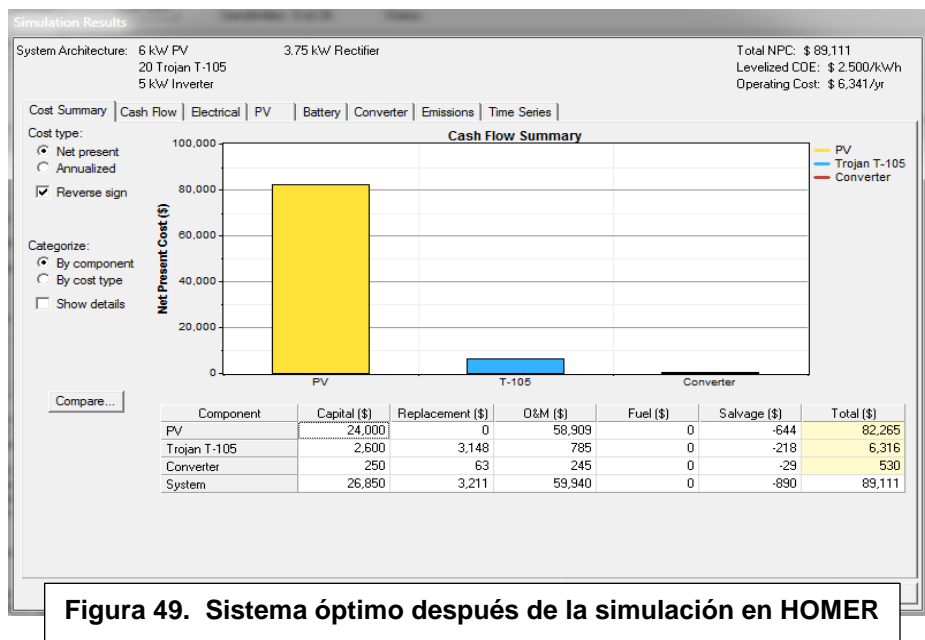


Figura 49. Sistema óptimo después de la simulación en HOMER

Aquí observamos que la distribución del sistema híbrido óptimo para la alimentación de una carga residencial de alta eficiencia, ubicada en la ciudad de Bucaramanga; se compone de: **6 kW** de generación por parte del módulo

fotovoltaico monocristalino de alta eficiencia **190** de referencia 53701003, **20** baterías VISION 6F200D e inversor AC/DC a **5kW y 3.75kW** de rectificación.

Cabe resaltar que dentro del sistema descrito no se contempla la turbina eólica, esto debido a que para las condiciones simuladas dentro del recurso del viento en la zona en estudio, la velocidad del viento no sobrepasa los 3mps, ocasionando que la operación de la turbina sea inviable económicamente.

En cuanto a los costos óptimos, vemos que el valor presente neto del sistema es: **\$89.111**; con un costo de O&M de: **\$6.341** al año y un valor de la energía de **\$2.5 / kWh**. Valores que reflejan el objetivo de suplir una demanda por medios no convencionales en una zona aparta de la geografía nacional sin posibilidad de conexión al STN.

## **4. ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO**

A continuación se realiza la evaluación económica del proyecto el cual consiste en el suministro de alojamientos temporales de alta eficiencia energética a empresas contratistas del sector hidrocarburos, y cuya oferta puede ser extendida a empresas mineras o de infraestructura que necesiten desplazar mano de obra calificada a lugares remotos de nuestra geografía.

Como bien se ha mencionado existen múltiples alternativas y variables a considerar en el presente análisis, las cuales es necesario delimitar antes de iniciar el ejercicio financiero, el cual fue realizado previamente con algunas de las alternativas mencionadas, encontrando que sus altos costos de implementación harían financieramente inviable el proyecto en el escenario planteado, por esta razón hemos escogido aquellas que mejor se adaptan a dicho escenario. Es preciso aclarar que aquellas alternativas que no se incluyen en el análisis pueden en determinadas circunstancias ser viables en caso que factores como el costo de la energía, la disponibilidad de redes eléctricas, cercanía de fuentes de agua potable, interés del inversionista, tiempo de instalación, etc, propicien su implementación.

### **4.1. PLANTEAMIENTO DEL ESCENARIO A ANALIZAR (VARIABLES).**

Para el escenario que consideramos más probable dentro de las condiciones actuales de crecimiento del sector hidrocarburos, consideramos la construcción de 150 unidades habitacionales, suficientes para alojar a 300 personas, que es el número de personas que pueden llegar a trabajar en un campo petrolero con una producción aproximada de 80,000 barriles/día.

A pesar de que la vida útil de una unidad habitacional como las propuestas, dependiendo del mantenimiento y las condiciones ambientales a las que esté sometido, puede superar incluso los quince (15) años, fijaremos el horizonte de evaluación del proyecto en diez (10) años, para el análisis realizado a nuestro proyecto. Dado que consideramos pertinente realizar la evaluación financiera que nuestros posibles clientes se verán en la necesidad de hacer, es decir, la comparación financiera entre la alternativa propuesta por nosotros y la alternativa mas probable con la que debemos competir, como lo es el alojamiento del personal en un poblado cercano.

Para efectos del presente análisis, se evaluara la opción de configuración más crítica, que en este caso es la configuración básica, la cual requiere de una



inversión de quince millones de pesos(\$15´000,000) por cada modulo y un costo de arrendamiento mensual de dos millones de pesos (\$2´000,000) respectivamente. Configuraciones más completas, pueden requerir de inversiones cercanas a los treinta millones de pesos(\$30´000,000) y el costo de su alquiler sube hasta los seis millones de pesos (\$6´000,000) llegando incluso a los ocho millones de pesos (\$8´000,000)<sup>25</sup>.

En el caso de la configuración básica el monto de la inversión a realizar por cada unidad de alojamiento es de quince millones de pesos (\$15´000,000), de los cuales ocho millones de pesos (\$8´000,000) corresponden al costo del contenedor, los siete millones de pesos restantes corresponden al amueblamiento y adecuación de las unidades. El valor de salvamento del contenedor se estima en cinco millones de pesos (\$5´000,000) ya que la estructura metálica se deteriora muy poco y esto se refleja en su valor en el mercado, hay que anotar que durante la adecuación de los contenedores, es necesario realizar algunas modificaciones a la estructura metálica las cuales no restan valor a dicha estructura siempre y cuando esta se continúe usando como alojamiento. En consecuencia la diferencia entre la inversión a realizar por cada unidad de alojamiento y el valor de salvamento corresponderá a la depreciación, la cual se asumirá constante por el horizonte del proyecto, que en este caso es de diez (10) años.

Rubros adicionales como bodegaje, transporte de equipos, instalación y desmantelamiento de campamentos, entre otras, serán facturados de forma independiente y solo en los momentos en los que se generen dichos rubros. Con el fin de facilitar el análisis en los supuestos de realizar o no el proyecto, es necesario asumir un escenario probable, el cual supone el transporte, instalación, mantenimiento y final desmantelamiento de las unidades permitiendo así cuantificar y evaluar financieramente dicho proyecto.

#### **4.2. COMPARATIVO ECONÓMICO QUE HARÍA UN POSIBLE CLIENTE ENTRE LAS OPCIONES DE ALOJAMIENTO DISPONIBLES**

A continuación se plantea el comparativo financiero que haría un posible cliente que tiene la necesidad de albergar un número considerable de trabajadores petroleros, (más de cien), en un campamento localizado a 45 minutos del pueblo mas cercano donde también podría hospedar su personal.

Opciones a considerar:

---

<sup>25</sup> Estas tarifas aplican en casos puntuales y normalmente están favorecidas por condiciones climáticas adversas o ubicaciones remotas de campamentos.

1. Alquiler de viviendas en un caserío o pueblo cercano.
2. Alquiler de módulos habitacionales tipo container.

Es necesario tener en cuenta que dependiendo del tamaño del poblado, la cercanía, el estado de las vías, las condiciones de seguridad y la cantidad de personas a hospedar, es probable que el cliente decida hospedar su personal en contenedores o alguna solución similar, sin importar el posible sobre costo que esto pueda tener, o que la capacidad del poblado no sea suficiente para alojar grupos grandes de personas.

El documento anexo en formato Excel, contiene el análisis económico comparativo del cual podemos resaltar que la inversión traída a valor presente para el caso del alquiler y amoblamiento de viviendas es de \$4,108,000,000 (aprox.) mientras que para el caso del alojamiento en contenedores es de \$4,080,000,000. Como se puede observar, estos son valores bastante similares y finalmente la decisión dependerá de la localización del campamento y demás variables

<b>FLUJO DE FONDOS PROPUESTA 1</b>		
<b>MES</b>	<b>MONTO</b>	
0	\$	294.900.000
1	\$	348.837.000
2	\$	348.837.000
3	\$	348.837.000
4	\$	348.837.000
5	\$	348.837.000
6	\$	348.837.000
7	\$	348.837.000
8	\$	348.837.000
9	\$	348.837.000
10	\$	348.837.000
11	\$	348.837.000
12	\$	348.837.000
<b>VPN</b>	<b>\$</b>	<b>4.108.418.714</b>

FLUJO DE FONDOS PROPUESTA 2	
MES	MONTO
0	\$ 365.000.000
1	\$ 339.965.400
2	\$ 339.965.400
3	\$ 339.965.400
4	\$ 339.965.400
5	\$ 339.965.400
6	\$ 339.965.400
7	\$ 339.965.400
8	\$ 339.965.400
9	\$ 339.965.400
10	\$ 339.965.400
11	\$ 339.965.400
12	\$ 339.965.400
<b>VPN</b>	<b>\$ 4.080.575.530</b>

Dado que el presente análisis muestra que es bastante similar el costo de alojamiento en las dos alternativas analizadas, la opción del alquiler de contenedores será bastante viable dados los beneficios adicionales que presentan frente a las demás alternativas.

Es preciso aclarar que el análisis financiero se realiza para dos propuestas de alojamiento de características similares, por lo cual, se ofrecen módulos de alojamiento en su configuración mas básica.

#### 4.3. FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

A continuación se relacionan los valores relevantes para el estudio de viabilidad económica del proyecto:

Datos	Por Unidad	Totales
Costo del Capital		15%
Cantidad de unidades		150
Vida útil (años)		15
Periodo de evaluación (años)		10
Valor de Salvamento	\$ 5.000.000	\$ 750.000.000
Depreciación (anual)	\$ 1.000.000	\$ 150.000.000
Impuesto a la renta		33%
COSTO DE INVERSIÓN		
Construcción de los módulos	\$ 15.000.000	\$ 2.250.000.000
Inversiones en bodegaje	\$ 533.333	\$ 80.000.000
Mercadeo (antes del inicio del proyecto)	\$ 60.000.000	\$ 60.000.000
Adecuación de oficina	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
<b>Sub total costos de inversión</b>	<b>\$ 90.533.333</b>	<b>\$ 2.405.000.000</b>

<b>COSTO OPERATIVO</b>		
Nomina (anual)	\$ 14.112.000	\$ 14.112.000
Operación de oficina (anual)	\$ 48.000.000	\$ 48.000.000
Mercadeo (anual)	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000
<b>Sub total costos operativos</b>	<b>\$ 112.112.000</b>	<b>\$ 112.112.000</b>
<b>INGRESOS</b>		
Alquiler de equipos (anual)	\$ 24.000.000	\$ 3.600.000.000
Ingreso por transporte al sitio (una vez en el año)	\$ 240.000	\$ 36.000.000
Ingreso por transporte a bodega (una vez en el año)	\$ 240.000	\$ 36.000.000
Ingreso por Instalación de módulos (una vez en el año)	\$ 50.000	\$ 7.500.000
Ingreso por desmontaje de módulos (una vez en el año)	\$ 50.000	\$ 7.500.000
Ingreso por Instalación PTAR	\$ 280.000	\$ 42.000.000
Ingresos por mantenimiento de módulos (anual)	\$ 240.000	\$ 3.600.000
<b>Sub total ingresos anuales</b>	<b>\$ 25.100.000</b>	<b>\$ 3.732.600.000</b>

**Tabla 3. Flujo de Caja**

Al introducir estos valores al flujo financiero se obtiene:

AÑO >	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Concepto	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
+Ingreso de Operación		\$ 3.732.600.000	\$ 3.732.600.000	\$ 3.732.600.000	\$ 3.732.600.000	\$ 3.732.600.000	\$ 3.732.600.000	\$ 3.732.600.000	\$ 3.732.600.000	\$ 3.732.600.000	\$ 3.732.600.000
+Ingresos Financieros Asociados											
-Costos de Operación		\$ (112.112.000)	\$ (112.112.000)	\$ (112.112.000)	\$ (112.112.000)	\$ (112.112.000)	\$ (112.112.000)	\$ (112.112.000)	\$ (112.112.000)	\$ (112.112.000)	\$ (112.112.000)
-Intereses Crédito											
-Depreciación		\$ (150.000.000)	\$ (150.000.000)	\$ (150.000.000)	\$ (150.000.000)	\$ (150.000.000)	\$ (150.000.000)	\$ (150.000.000)	\$ (150.000.000)	\$ (150.000.000)	\$ (150.000.000)
-Amortización de Gastos Preoperativos											
Ganancias Operativas Gravables		\$ 3.470.488.000	\$ 3.470.488.000	\$ 3.470.488.000	\$ 3.470.488.000	\$ 3.470.488.000	\$ 3.470.488.000	\$ 3.470.488.000	\$ 3.470.488.000	\$ 3.470.488.000	\$ 3.470.488.000
-Impuesto a la renta		\$ (1.145.261.040)	\$ (1.145.261.040)	\$ (1.145.261.040)	\$ (1.145.261.040)	\$ (1.145.261.040)	\$ (1.145.261.040)	\$ (1.145.261.040)	\$ (1.145.261.040)	\$ (1.145.261.040)	\$ (1.145.261.040)
+Ingreso Venta de Activos (V V - S L)											\$ 750.000.000
-Impuesto sobre Ingreso Venta Activos											
+Valor en libros activos vendidos											\$ -
+Otros ingresos no gravables											
-Costos No deducibles											
Ganancias Netas Contables		\$ 2.325.226.960	\$ 2.325.226.960	\$ 2.325.226.960	\$ 2.325.226.960	\$ 2.325.226.960	\$ 2.325.226.960	\$ 2.325.226.960	\$ 2.325.226.960	\$ 2.325.226.960	\$ 3.075.226.960
+Depreciación		\$ 150.000.000	\$ 150.000.000	\$ 150.000.000	\$ 150.000.000	\$ 150.000.000	\$ 150.000.000	\$ 150.000.000	\$ 150.000.000	\$ 150.000.000	\$ 150.000.000
+Amortización de Gastos Preoperativos											
-Costos de Inversión	\$ (2.405.000.000)										\$ (43.500.000)
-Inversiones Financieras Asociadas											
+Crédito Recibido											
-Amortización Crédito											
+Valor Salvamento											\$ 750.000.000
=Flujo de Fondos Neto	\$ (2.405.000.000)	\$ 2.475.226.960	\$ 2.475.226.960	\$ 2.475.226.960	\$ 2.475.226.960	\$ 2.475.226.960	\$ 2.475.226.960	\$ 2.475.226.960	\$ 2.475.226.960	\$ 2.475.226.960	\$ 3.931.726.960

**Tabla 4. de los Movimientos Financieros anuales A**

#### 4.4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

##### ANÁLISIS DE LOS INDICADORES

WACC	15%
VPN	\$ 10.377.615.933,18
TIR	103%
PAYOUT	1 AÑO

**Tabla 5. Análisis de los Indicadores**

Según los resultados obtenidos observamos que bajo los criterios del valor presente neto (VPN), y de la tasa interna de retorno (TIR), la realización del proyecto de alquiler de alojamientos temporales de alta eficiencia, para empresas del sector de hidrocarburos en zonas apartadas de la geografía nacional, y no interconectadas al STN; es **FINANCIERA Y ECONOMICAMENTE VIABLE**.

El proyecto ofrece una tasa interna de retorno bastante alta y la inversión realizada, en este caso, se recupera en menos de un año.

Es preciso tener en cuenta que la decisión de invertir o no en el presente proyecto deberá ser evaluada teniendo en cuenta las perspectivas de exploración y explotación petrolera en el país.

## 5. CONCLUSIONES

Dentro de las opciones constructivas arquitectónicas y estructurales que permitan un rápido y fácil desarrollo urbanístico para proveer alojamientos en zonas alejadas de los cascos urbanos a bajos costos, los sistemas de apilamiento masivo son una solución idónea para resolver este tipo de necesidades. Respondiendo al tiempo de construcción, monte y desmonte de cada uno de sus componentes, y otorgando así mismo el confort necesario para cada uno de los trabajadores de un campo promedio de producción.

- ✓ Tal como se plantean los nuevos diseños de redes hidrosanitarias tanto para el diseño de acueductos como de alcantarillados, observamos que la tecnología aporta hoy sistemas que pueden abastecer perfectamente campos de producción en zonas alejadas de las conexiones de abastecimientos de servicios públicos, sin la necesidad de ejercer obras de infraestructura bastas, con bajos presupuestos y óptimos resultados.
- ✓ El concepto de alta eficiencia está relacionado, en la comparación de la prestación integral de los servicios públicos domiciliarios básicos, y manejo de los recursos frente a la propuesta convencional.
- ✓ Dentro del presente estudio, se contempló la posibilidad de la generación mediante la implementación de un sistema híbrido solar y eólico como una solución propuesta ligado al concepto de sostenibilidad energética, sin embargo no fue considerado para el estudio de la viabilidad económica y financiera en general.
- ✓ Para el modelamiento de la carga objetivo, se optó por aquella que presentara características de aplicación de proyectos de generación con este tipo de energías alternativas, que son un bajo consumo con equipos de alta eficiencia.
- ✓ Según las gráficas de los resultados obtenidos del modelamiento del sistema híbrido aplicado a una carga en la ciudad de Bucaramanga, se observa que sino en la totalidad del tiempo, pero si en gran parte la energía sería suministrada por el panel fotovoltaico, esto entre otras razones por el aceptable recurso solar presente y por la baja velocidad promedio de la ciudad (3mps),

que hace inviable la generación a través una turbina eólica con características de operación a bajas velocidades del viento.

- ✓ En cuanto a los costos de generación, incluso en el caso óptimo resultante de las iteraciones vemos que el costo promedio de la energía por kWh, es significativamente alto; sin embargo es necesario considerar que el objetivo es suplir la demanda de una carga por medios no convencionales sin posibilidad de conexión al STN en el largo plazo.
- ✓ El software HOMER se constituye como una herramienta muy útil en el modelamiento de casi todo tipo de sistema de generación y de sus componentes, que presenta un sinnúmero de posibilidades, las que permiten emitir juicios con alto grado de certeza y facilita la toma de decisiones acerca de la implementación de proyectos sea a partir de energías convencionales o alternativas.
- ✓ Según los criterios de análisis de flujo vistos a lo largo de la especialización de gerencia de recursos energéticos EGRE, aplicados al presente proyecto, indican en su totalidad que el mismo es VIABLE ECONÓMICA Y FINANCIERAMENTE.
- ✓ Desde el punto de vista de la empresa, al realizar la comparación de la presente propuesta, frente a la alternativa tradicional de alojar el personal en casco urbano más cercano al campo de producción, observamos un ahorro de aproximadamente el 90% en los costos anuales, y totales durante el periodo de evaluación.



## 6. RECOMENDACIONES

- ✓ En la propuesta planteada para el suministro energético del proyecto, se tuvieron en cuenta las dos clases de tecnologías de generación renovable que son Solar Fotovoltaica y Eólica; sin embargo, como extensión al presente estudio, se sugiere como opción alterna y de gran aplicación, la Cogeneración bien sea del gas proveniente del recurso extraído en el campo directamente o a través de un proceso de refinación del mismo.
- ✓ Por tratarse de un estudio con fines netamente académicos, no fueron contemplados espacios tales como: salones sociales, casinos, zonas deportivas y recreativas, etc, igualmente necesarios para el libre desarrollo y esparcimiento del personal.

## GLOSARIO

**Aducción / Captación:** Volúmenes extraídos de las fuentes de abastecimiento (embalses, campos de pozos) y transportados a las estaciones de tratamiento. En caso de embalses, se hablará de desembalses.

**Agua bruta:** Agua aducida antes de ser sometida a tratamiento de potabilización.

**Capacidad de embalse:** Volumen máximo que puede ser retenido en el embalse.

**Desarrollo humano:** Amplía el contenido del desarrollo económico, incluyendo otras dimensiones como la salud, la educación, la seguridad y la participación en la sociedad

**Desarrollo sostenible:** El desarrollo sostenible es aquél que “satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.”

**Distribución en alta:** Distribución de agua bruta a grandes consumidores.

**Distribución en baja:** Distribución de agua potabilizada a los consumidores finales.

**Dotación bruta:** Volumen aducido total dividido por la población abastecida.

**Dotación neta:** Volumen facturado en baja dividido por la población abastecida.

**Eco-Orden Global:** Reestructuración del Orden Económico y Ecológico Mundiales en busca de uno nuevo, con mecanismos de gobierno global.

**Ecoeficiencia:** Racionalización de los sistemas de producción para producir “más” con “menos” recursos naturales y menor impacto ambiental.

**Estado:** Situación actual en la que se encuentran las poblaciones humanas, los recursos naturales y/o los ecosistemas y funciones ecológicas consecuencia de las presiones, los efectos e impactos y las respuestas.

**Funciones Ecológicas (y/o Servicios Ecológicos):** Propiedades de los ecosistemas que se derivan de las interacciones espaciales y temporales entre los procesos y los componentes biológicos, químicos y físicos dentro de un sistema.

**Gestión de la demanda:** Políticas encaminadas a disminuir el consumo de agua por habitante sin merma de la calidad de la población abastecida.

**La segunda Ley de la Termodinámica:** Principio de degradación cualitativa de la energía que nos señala la irreversibilidad de los procesos y el verdadero valor de los recursos en función de su grado de entropía.

**Parámetro:** Propiedad medida o observada

**Ley Termodinámica:** La materia y la energía permanecen constantes, ni se crean ni se destruyen, sólo se transforman. De aquí que los recursos naturales extraídos del medio ambiente se convierten indefectiblemente en residuos y calor.

**“Programa 21” o “Agenda 21”:** Estrategia mundial para la sostenibilidad del desarrollo formulada en Río’92.

**Regulación anual de un embalse:** Volumen promedio de agua disponible anualmente, dependiente de la capacidad del embalse, el régimen hidrológico del río en el que se sitúa, los embalses preexistentes y la garantía asignada al suministro al que se destina. También se denomina desembalse asegurado.

**Rendimiento hidráulico:** Porcentaje de agua facturada en baja respecto al total del agua bruta aducida. Es la otra cara (complementario a uno) de las "pérdidas totales", que en sentido amplio, incluyen diversos conceptos: pérdidas por transporte y distribución, mermas en tratamientos y explotación de redes, consumos gratuitos y desviación de contadores.

**Seguridad global:** La inseguridad a escala mundial se ha redefinido en términos ambientales (cambio global). Los países, por sí solos, no tienen capacidad para enfrentarse individualmente a un problema de todo por lo que se necesitan soluciones mundiales con estrategias de gobernabilidad.

**Sistema:** Conjunto de elementos en interacción.

**Sostenibilidad económica:** Los proyectos, generalmente realizados con las familias más marginadas, deben garantizar un mayor ingreso económico a corto y largo plazo. Se capacita a los beneficiarios por ejemplo en tecnologías adaptadas y aptas para lograr un mejor y mayor rendimiento económico. Se trata también de lograr cambios de las costumbres, incentivando la elaboración de productos terminados en asociaciones de grupos de mujeres y hombres, entregando sus productos al distribuidor o consumidor final.

**Sostenibilidad integral:** En la triple dimensión ecológica, económica y social

**Sostenibilidad social y cultural:** Los sistemas, las tecnologías, la capacitación y la concienciación deben enfocarse en una equidad de género, étnica, social y cultural, permitiendo lograr una aceptación de las presentes y futuras generaciones.

**“Sustentabilidad”:** Término preferido por los autores latinoamericanos, suelen emplearse de forma equivalente., desde la perspectiva actual del desarrollo es un concepto relacionado con la capacidad o habilidad de un sistema, ecológico, económico o social para seguir funcionando de forma indefinida sin disminuir o sin agotar irreversiblemente los recursos claves.

**Bomba:** se le denomina Bomba a la máquina que permite extraer agua y barro presentes en un terreno o construcción. Para elegir la que resulte más adecuada se deberá considerar la duración de los trabajos a realizar y la calidad del agua o barro a bombear.

También se calcularán la altura de aspiración, la altura de elevación, y las pérdidas de carga.

**Bomba centrífuga:** Bomba en la que un conjunto de paletas rotatorias encerradas dentro de una caja o carcasa imparten energía al fluido por fuerza centrífuga.

**Bomba autocebadora:** Bomba centrífuga de cebado (expulsado de aire del tubo de aspiración o manguera) automático. De mayor potencia que una bomba centrífuga normal, es utilizada para prestar servicio en forma ininterrumpida y con agua, barro, líquidos abrasivos o sólidos de ciertos tamaños. Accionadas por gasolina, con motor diésel o eléctrico.

**Bomba impelente o de pistón:** Bomba que funciona mediante el movimiento alternativo de un émbolo que se mueve en el interior de un cilindro. Utilizadas para evacuar líquidos que contienen sólidos de grandes dimensiones, como los residuales.

**Bomba sumergible:** Bomba que tiene el motor sellado, diseñada para trabajar totalmente sumergida. Puede proporcionar una fuerza de elevación considerable ya que no cuenta con la presión de aire externa para impulsar el líquido. Se utilizan para drenaje, el bombeo de aguas residuales, bombeo industrial y el bombeo de mezclas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, Wladimiro. 1976. Vivienda y Clima. Ediciones Nueva Visión. Buenos Aires.
2. Alemany, J. y otros. 1980. El sol para todos. Ed. Integral.
3. Technosun SL. Catálogo de energía solar fotovoltaica, página 14, Valencia, España, 2005.
4. AEE Solar. RenewableEnergyDesing Guide &Catalog, página 63, USA, 2008.
5. Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia. IDEAM, UPME. Bogotá, 2010.
6. Allen, Edward. (1982). Como Funciona un Edificio. Principios elementales. Ed. Gili.
7. Anderson, A. y Wells, M. Guía fácil de la energía solar pasiva. Calor y frío natural. Ed. Gili, Barcelona.
8. Bardou, Patrick. 1980. Sol y Arquitectura. Ed. Gili, Barcelona.
9. Bardou, Patrick. y Arzoumanian, V. 1986. Arquitecturas de adobe. Ed. Gili, México.
10. Bedova, César. 1982. Las Energías Alternativas en la Arquitectura. Colegio oficial de Arquitectos de Madrid.
11. Behling, Sophia. 1996. Sun Power: The Evolution of Solar Architecture. Ed. Prestel.
12. Billington, N.S. 1952. Thermal Properties of Building. Cleaver-Hume Press Ltd.
13. Cabeza, Alejandro. 1993. Elementos para el Diseño del Paisaje. Trillas, México, D.F.
14. Camous, R. y Watson, D. 1986. El hábitat bioclimático. De la concepción a la construcción. Ed. Gili, Barcelona.
15. Cantarell, Jorge. 1990. Geometría, Energía Solar y Arquitectura. Ed. Trillas, México.
16. Clark, William H. 1998. Análisis y gestión energética de edificios. Métodos, proyectos y sistemas de ahorro energético. Ed. Mc Graw Hill. ISBN 84-481-2102-3

17. Corrado, M. La casa ecológica. Ed. De Vecchi.
18. Crowther, Richard L. 1992. Ecologic Architecture. ButterworthArchitecture.
19. Cusa, Juan de. 2004. Energía solar para viviendas. Ed. CEAC, Barcelona.
20. Czajkowski, Jorge y Gómez, Analía. 1994. Diseño bioclimático y economía energética edilicia. Fundamentos y métodos. Ed. UNLP, Colección Cátedra. La Plata, Ar.
21. Czajkowski, Jorge y Gómez, Analía. 2009. Arquitectura sustentable. Ed. Clarín. Buenos Aires, Argentina.
22. Diaz, Ernest. 1967. La Arquitectura y el Sol. Protección solar de los edificios. Gustavo Gili.
23. Evans, Martin y Schiller Silvia. 1985. Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar. EUDEBA. Buenos Aires.
24. Ferreiro, Héctor, García, José. 1991. Manual de Arquitectura Solar. Ed. Trillas.
25. Font, F y Hidalgo, P. 1991. El Tapial. Editado por los autores.
26. García Chávez, José R. 1995. Viento y Arquitectura. Ed. Trillas.
27. García Chávez, José R. 1996. Diseño Bioclimático para el ahorro de energía y confort ambiental integral. Ed. Trillas.
28. Garate Rojas, Y. 1994. Artes de la cal. Ed. de la Universidad de Alcalá de Henares.
29. Givoni B, A. 1976. Man, Climate and Architecture. Architectural Science Serves. Publishers. Ltd. London.
30. Godish, Thad. 1995. Sick Buildings. Definition, Diagnosis and Mitigation. Lewis Publishers.
31. González, Eduardo &Hinz, Elke. 1986. Proyecto, Clima y Arquitectura. Ed. Gili, Barcelona.
32. González Díaz, M J. 2004. "Arquitectura sostenible y aprovechamiento solar". Ed. SAPT Publicaciones Técnicas. Madrid.
33. González, Neila. 2004. Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. Ed. Munilla-leria.
34. Gonzalo, Guillermo. 1990. Energía, Bioclima y Arquitectura. IAA-FAU-UNT, Tucumán, Ar.
35. Howarth Peter y Reid Anita. 2000. La casa antialérgica. Ed. Integral.
36. Humm, Q./Toggweiler, P. 1993. Photovoltaics in Architecture. Ed. Birhäuser.

37. Izard, Jean Louis & Guyot, Alan. 1980. Arquitectura Bioclimática. Ed. Gili, Barcelona.
38. Jong-Jin Kim. 1998. Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design. Edit por National Pollution Prevention Center for Higher Education. [25]
39. Kern, Ken. 1979. La casa autoconstruida. Ed. Gili, Barcelona.
40. Lacomba, Ruth. 1991. Manual de Arquitectura Solar. Ed. Trillas. México, D.F.
41. Laurie, Michael. 1983. Introducción a la Arquitectura del Paisaje. Ed. Gili.
42. Lensen, N. y Roodman, D. 1977. Revolución en la construcción. Ed. Bakeaz.
43. López Morales, Francisco J. Arquitectura Vernácula en México.
44. Los, Sergio. 1982. Habitat y Energía. Serie Tecnología y Arquitectura. Ed. Gili.
45. Loubes, J.P. Arquitectura subterránea. Aproximación a un hábitat natural. Ed. Gili, Barcelona.
46. Madreselva y Basajaun. 1980. El hombre y la madera. Ed. Integral.
47. Mazria, Edward. 1983. El Libro de la Energía Solar Pasiva. Ed. Gili.
48. Mc Cartney, Kevin. 1981. Agua Caliente Solar. Ed. Blume.
49. Mc Phillips, Martin. 1985. Viviendas con Energía Solar Pasiva. Gustavo Gili.
50. Mchenry, Paul G. 1996. Adobe, Como Construir Fácilmente. Ed. Trillas.
51. Minke, Gernot. 2006. Techos verdes. Ed. EcoHabitar.
52. Moore, Fuller. 1993. Concepts and Practice of Architectural Daylighting. Van NostrandReinhold.
53. Motloch, John L. 1991. Introduction to Landscape Design. Van NostrandReinhold.
54. Olgyay, Víctor. 1998. Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Ed. Gustavo Gili, Barcelona.
55. Oliver, P. 1978. Cobijo y Sociedad. Ed. Blume, Madrid.
56. Pearson, David. 1994. Arquitectura natural. Ed. Integral.
57. Perales, Tomás. 2006. Guía del instalador de Energías Renovables. Ed. Limusa, México.
58. Quadri, Nestor Pedro. Energía Fotovoltaica, Ed. Alsina, 1994
59. Ramón, F. 1980. Ropa, sudor y arquitecturas. Ed. Herían Blume.

60. Rivero, Roberto. 1988. Acondicionamiento Térmico Natural para el Hemisferio Norte. UNAM. Facultad de Arquitectura. México.
61. Robert Sabady, P. 2000. Edificación solar biológica. Ed. CEAC.
62. Röbbke-Doerr, Peter. 1996. Energía Solar. Construcción, Montaje y Equipos para Aplicaciones Eléctricas. Ed. CEAC.
63. Rodríguez Lledó, Camilo. 1990. Guía de la Bioconstrucción. Ed. Mandala.
64. Rodríguez, Mario. 1999, 2006. Energías Renovables. Ed. Thomson-Paraninfo, Madrid.
65. Rotthier, P. 1997. Arquitecturas. Ibiza. TEHP.
66. Ruano, M. 1999. Ecurbanismo. Entornos humanos sostenibles, 60 proyectos. Barcelona. Gustavo Gili.
67. Sattler, Miguel y Ruttkay Pereira, Fernando. 2006. Construção e Meio Ambiente. Ed. Habitare, Porto Alegre, Br.
68. Schiffer, H.J. 1986. Chimeneas y estufas recuperadoras. Ed. Progensa.
69. Schjetnan, Mario; Calvillo, Jorge. 1997. Principios de Diseño Urbano-Ambiental. Árbol Ed..
70. Serra, Rafael. 1993. Clima, lugar y arquitectura. Manual de diseño bioclimático. Progensa.
71. Serra, Rafael y Coch, E. 1995. Arquitectura y Energía Natural. Ed. UPC. Barcelona.
72. Serra, Rafael. 1999. Arquitectura y Clima. Gustavo Gili, Barcelona.
73. The American Institute of Architects. 1984. La casa pasiva. Ed. Blume, Madrid.
74. Thumann, Albert. 1998. Handbook of Energy Audits. The Fairmont Press, Inc. ISBN 0-13-975202-1
75. Vale, Robert & Brenda. 1978. La Casa Autónoma. Serie Tecnología y Arquitectura. Gustavo Gili.
76. Van Lengen, Johan. 1993. Manual del Arquitecto Descalzo. Árbol Ed. México, D.F.
77. Vale, Brenda y Vale, Robert. 1981. La casa autosuficiente. Madrid. H. Blume
78. Varios autores. 2007. Anuario del Hábitat Ecológico. Teruel. Ediciones EcoHabitar
79. Vélez, Roberto. 1992. La Ecología en el Diseño Arquitectónico. Trillas.



80. Wachberer, Michael & Henry. 1984. Construir con el Sol. Gustavo Gili.
81. Watson, D. 1985. La casa solar. Madrid. H. Blume.
82. Wright, David. 1983. Arquitectura Solar Natural. Gustavo Gili.
83. Wright, David.(2008). The Passive Solar Primer. SustainableArchitecture. EditSchiffer. Atglen, Pa. ISBN: 978-0-7643-3070-4.
84. Yañez, Guillermo. 1982. Energía solar, edificación y clima. Ed. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid.
85. Yeang, K. 1999. Proyectar con la naturaleza. Bases ecológicas para el proyecto arquitectónico. Barcelona. Gustavo Gili.
86. Zabalbeascoa, A. y Rodríguez, J. 1999. Renzo Piano, arquitecturas sostenibles. Barcelona Gustavo Gili.
87. Zabalbeascoa, A y Rodríguez, J. 1999. AntoinePredock, Arquitectura de la tierra. Barcelona. Gustavo Gili.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1. ESPECIFICACIONES POR NORMA DE LOS CONTENEDORES PARA EL DISEÑO, ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL DEL MISMO:

### Contenedores marítimos Containex ISO, 20

#### Descripción

Contenedor marítimo, primer viaje (seminuevo).

ISO, de 20 (Contenedor marítimo de 6 mts.)

Color azul, RAL-5010.

Datos técnicos 20, norma ISO para contenedores:

- Peso propio aprox.: 2300 Kg.

- Dimensión de apertura de puerta: 3300 mm (ancho), 2270 mm (alto).

Estos contenedores poseen una puerta contenedor de doble hoja en uno de sus anchos, con una capacidad de apertura de 270°.

#### Características más importantes

<b>Modelo</b>	ISO 20
<b>Largo</b>	6058 mm
<b>Ancho</b>	2438 mm
<b>Alto</b>	2591 mm
<b>Peso</b>	2300 Kg

### ISO 40 / Contenedor marítimo 40' (12 mts.)



#### **Fotografía1. Contenedor marítimo de 40' (12m), ISO 40.**

Medidas exteriores:

12,19 x 2,44 x 2.59 (mts.)

Medidas interiores:

12,03 x 2,35x 2,39 (mts.)

Peso:

3.800 Kgs.

Volumen:

66,70 m<sup>3</sup>

**SUELO :**

Estructura: Perfiles de acero soldado de 3 mm.de espesor. Vigas transversales de perfil U.

4 vigas transversales. 4 esquinas (dados) de contenedor según normas ISO de 6 mm.

Apertura para carretilla: Perfiles de acero de 4 mm. De espesor; localizadas en el frontal del contenedor. Distancia entre ejes de 950 mm. Medidas 350x100 mm.

Suelo: Tablero de madera de 28 mm. De espesor, tratado conforme a la normativa australiana.

**TECHO:**

Estructura: Perfiles de acero soldados de 3 mm. De espesor. Vigas transversales tubulares de 2mm. De espesor lxa = 40x20 mm. 4 armellas de perfiles de acero soldados de 10 mm. De espesor. 4 esquinas de (dados) de contenedor según normas ISO de 6 mm.

Cubierta: Chapa autoportante de 1,5 mm. De espesor, todo el techo está soldado y estanco con la estructura acanalada de 15 mm. Aprox.

**PILARES:**

Perfiles de acero soldados de 3 mm. De espesor soldados a la estructura del techo y suelo.

**PAREDES:**

Chapa de acero acanalada verticalmente de 1,5 mm. De espesor, todas las paredes están soldadas y estancas a la estructura acanalada de 35 mm. Aprox. 4 aperturas de ventilación situadas bajo el armazón del techo.

**PUERTAS:**

Puerta de doble hoja con apertura exterior con protección de goma.

Medidas: 2.388 A x 2.280 H mm, apertura máxima de 270°. Sistema de cierre mediante 2 barras con tubo galvanizado y manetas con cojinetes integrados.

**CAPACIDAD DE CARGA:**

Carga máxima de 30.000 Kgs. (Certificado GL), son apilables hasta 3 alturas.

**PINTURA:**

Doble capa de pintura, la capa base con protección anticorrosión y una segunda capa de cubrición. Color estándar exterior es azul RAL 5010 y para el interior gris RAL 7035.

**CHAPA:**

Chapa de acero anticorrosivo CORTEN.

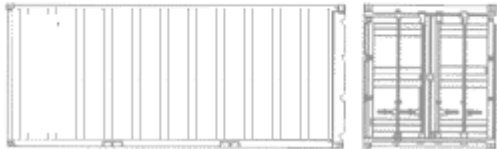
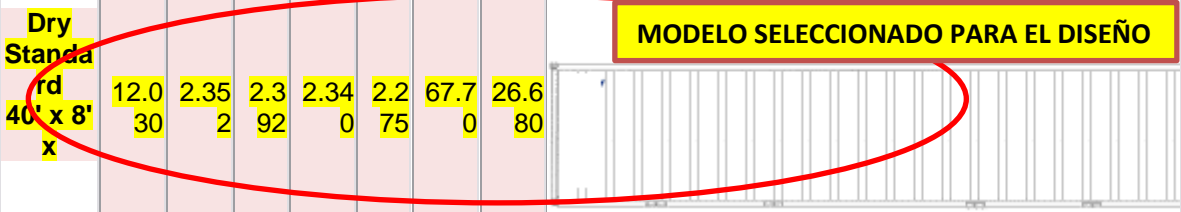
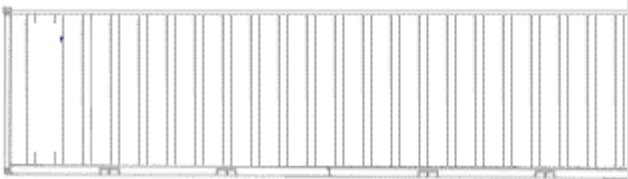
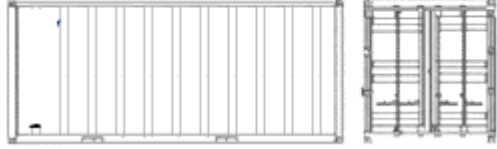

**CERTIFICADOS:**

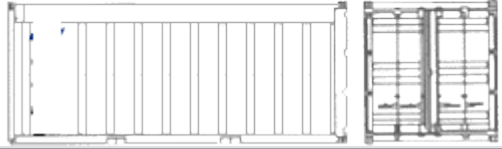
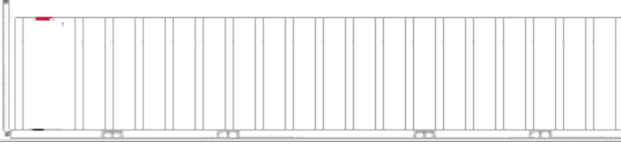
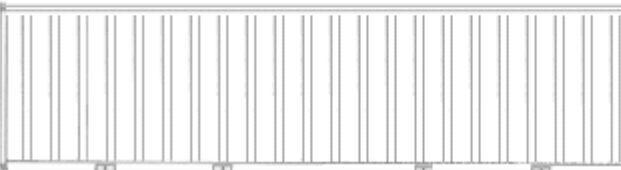


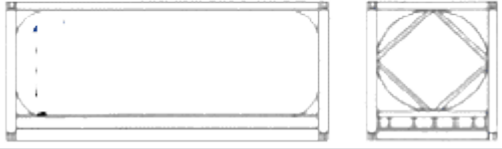
Certificado Lloyd Germanico (LG).

Placa en vigor CSC (Convenio internacional para la seguridad de los contenedores), válida para 4 a 5 años o (aprox.)

Cumple todas las normas ISO, para la fabricación de contenedores para el transporte intermodal (marítimo, camión y ferrocarril).

## ANEXO 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONTENEDORES

Especificaciones Técnicas de Contenedores								
Tipo	Medidas interiores en mm			Apertura puertas en mm.		Capacidad		
	Largo	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Cúbica M3	Carga Kgs.	
Dry Standard 20' x 8' x 8' 6"	5.900	2.352	2.392	2.340	2.283	33.00	21.750	
Dry Standard 40' x 8' x 8' 6"	12.030	2.352	2.392	2.340	2.275	67.70	26.680	
Dry High Cube 40' x 8' x 9' 6"	12.030	2.352	2.697	2.340	2.585	76.00	26.480	
Open Top 20' x 8' x 8' 6"	5.900	2.350	2.330	2.320	2.250	32.60	21.700	
Open Top 40' x 8' x 8' 6"	12.024	2.350	2.330	2.320	2.250	67.30	26.280	

<b>20' x 8' x 8' 6" REEFER R</b>	5.45 0	2.28 5	2.2 50	2.32 0	2.2 50	28.1 0	21.8 00	
<b>40 x 8' x 8' 6" REEFER R</b>	11.5 70	2.28 5	2.2 50	2.29 0	2.2 60	58.4 0	26.0 00	
<b>Reefer High Cube 40' x 8' x 9' 6"</b>	11.5 60	2.28 5	2.4 10	2.28 0	2.5 67	63.7 0	26.5 10	
<b>Flat Rack 20' x 8' x 8' 6"</b>	5.90 0	2.35 2	2.3 10	0	0	32.0 0	29.5 00	
<b>Flat Rack 40' x 8' x 8' 6"</b>	12.0 20	2.41 0	1.9 55	0	0	56.6 0	40.0 50	
<b>Tank Contai ner 20' x 8' x 8' 6"</b>	5.91 0	2.10 0	2.1 00	0	0	24.0 0	27.0 00	

## CONTAINERS / CONTENEDORES

### MEDIDAS - PUERTAS - CAPACIDAD - MEDIDAS - PUERTAS - CAPACIDAD - MEDIDAS

	DIMENSIONES INTERNAS (m)			APERTURA PUERTAS (m)		CAPACIDAD MAX. (kg) (m <sup>3</sup> )	
	largo	ancho	alto	ancho	alto	peso	volumen
20' Standard (SD)	5.90	2.34	2.39	2.33	2.28	18.300	33
20' Superventilado (SPV)	5.90	2.34	2.39	2.33	2.28	21.750	33
20' Standard Reforzado	5.90	2.34	2.39	2.33	2.28	21.750	33
20' OpenTop (OT)	5.90	2.34	*2.35	2.31	2.22	18.270	32
20' Open Top Reforzado	5.90	2.34	*2.35	2.31	2.22	21.750	32
20' Refrigerado (RF) 8'6"	5.44	2.28	**2.10	3.28	2.26	21.800	27
20' Refrigerado (RF) 8'	5.38	2.25	**1.97	2.34	2.15	17.600	25
20' Insulado (INS) 8'6"	5.77	2.28	**2.10	2.28	2.23	21.300	28
20' Insulado (INS) 8'	5.77	2.28	**1.97	2.28	2.23	17.600	25
40' Standard (SD)	12.03	2.34	2.39	2.33	2.28	26.480	67
40' High Cube (HC) 96"	12.03	2.34	2.73	2.33	2.62	25.930	76
40' Open Top (OT)	12.03	2.34	*2.35	2.28	2.22	26.630	64
40' Refrigerado (RF)	11.57	2.28	**2.10	2.28	2.26	26.080	57

\* Con techo desmontable de lona

\*\* Hasta la línea de carga



### ANEXO 3. COSTOS DE ALOJAMIENTO SIN PROYECTO:

Para efectos de análisis de un escenario probable consideramos un tiempo de desplazamiento de 45 minutos, lo cual es algo bastante conservador como criterio de evaluación del proyecto, sin embargo, este nos permite tener un pequeño margen de seguridad que cubra aquellas variables no consideradas durante la presente evaluación.

Costos de alojamiento sin proyecto:

- Transporte:

Normalmente se usan camionetas 4x4 tipo Chevrolet D-max, Mazda BT-50 o Toyota Hilux. Estas camionetas pueden transportar un máximo de 10 personas, 4 en la cabina y 6 en el platón (no se cuenta el conductor). Para el transporte de 300 personas se requeriría de una flota de 30 camionetas, las cuales en caso de ser alquiladas tienen un costo que va desde los \$150,000 hasta los \$180,000 por día. Dado que estos vehículos serán usados en carreteras destapadas para efectos de cálculo usaremos el valor de \$180,000/día, es decir, \$5´400,000 mensuales por vehículo. En total por concepto de alquiler se deberán cancelar \$162´000,000 mensuales.

Dado que los vehículos se desplazaran completamente cargados por carretera destapada se considera un rendimiento de 25 km por galón de ACPM y una velocidad media de 20km/hora, por lo tanto, en 45 minutos de recorrido se pudrán cubrir poco mas de 15 Km y se consumiran cerca de 0,6 galones de combustible por trayecto de cada vehículo. Por el total del grupo de camionetas se consumen:

$$\frac{0.6 \text{ galones}}{\text{recorrido}} \times \frac{2 \text{ recorridos}}{\text{dia}} \times 30 \text{ camionetas} \times \frac{30 \text{ dias}}{\text{mes}}$$
$$= 1080 \text{ galones de ACPM/mes}$$

Con un precio del ACPM de \$ 7400/galón<sup>26</sup> el costo del combustible se estima en \$ 7'992.000 mensuales.

---

<sup>26</sup> Este valor puede ser considerablemente mas alto debido al costo de transportar el combustible hacia el campamento base mas cercano.

- Costo del tiempo no disponible del personal:

De acuerdo con el sondeo realizado con personas vinculadas a los sectores minero y petrolero, se considera que el sueldo mensual promedio de los trabajadores de un campo de este tipo supera los \$ 2'000.000.

Con este valor se calculara el costo que la compañía debe cancelar por el simple hecho de no tener a su personal disponible durante el tiempo de desplazamiento hasta el campamento y de regreso a sus lugares de descanso\*

Dado que un mes cuenta aproximadamente con 176 horas laborales por persona y que mensualmente cada trabajador tendría que esperar

$$1.5\text{horas} \times 2 \times 30 = 90 \text{ horas}^{27}$$

Calculo del costo hora/hombre (CHH):

$$\text{factor prestacional} = 1,47$$

$$\frac{\$2'000.000}{176 \text{ horas}} * \text{factor prestacional} = \$16,705$$

Costo del tiempo de desplazamiento del personal a la compañía:

$$\text{Costo tiempo de desplazamiento} = CHH * 300 * 30 = \$150'345,000$$

Valor del hospedaje:

En este ítem, teniendo un centro poblado relativamente cercano, el cliente tendría dos opciones hospedar a sus trabajadores en un hotel o alquilar viviendas, amoblarlas y acondicionarlas para su ocupación. Dado el volumen de personas seguramente no se hallaran las habitaciones suficientes siendo necesario arrendar viviendas.

---

<sup>27</sup> Si bien, un solo trabajador no laborara los 30 días del mes, la compañía si necesita tener y transportar personal estos 30 días, por esta razón se calcula el tiempo de transporte con base en 30 días, evidenciando la gran cantidad de tiempo que se pierde en desplazamiento.

Para el caso de una casa tipo, de cuatro (4) habitaciones, cocina, patio y su respectiva batería de baños se estima el canon de arrendamiento mensual en \$ 850.000 mas el valor que se debe cancelar por concepto de servicios. Hay que tener en cuenta que con la llegada de este tipo de empresas a poblaciones pequeñas los precios tienden a subir de forma importante ya que la demanda en este caso, de viviendas seguramente superará la oferta.

Por concepto de servicios públicos se estima un valor de \$100.000 mensuales.

En esta vivienda tipo se estima que una de las habitaciones permite albergar a cuatro (4) personas mientras que las otras tres (3) albergan a 2 personas respectivamente.

COSTOS DE VIVIENDA EN ARRENDAMIENTO	
ITEM	COSTO (\$/mes)
Tiempo de desplazamiento:	\$ 150'345,000
Arrendamiento de casas	\$ 25'500,000
Servicios públicos	\$ 3'000,000
Arrendamiento de camionetas:	\$ 162'000,000
Combustible	\$ 7'992,000
<b>SUB TOTAL</b>	<b>\$ 348,837,000</b>

Adicionalmente se deberá tener en cuenta el valor del amueblamiento, el cual se calcula a continuación:

COSTO DE AMUEBLAMIENTO DE UNA VIVIENDA PARA TRABAJADORES			
ARTICULO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Camas	10	\$ 350,000	\$ 3'500,000
Colchones	10	\$ 90,000	\$ 900,000
Almohadas	10	\$ 25,000	\$ 250,000
Sábanas	10	\$ 40,000	\$ 400,000
Cortinas de baño	2	\$ 25,000	\$ 50,000
Nevera	1	\$ 800,000	\$ 800,000
Televisores (LDC)	4	\$ 900,000	\$ 3'600,000
Cortinas	6	\$ 30,000	\$ 180,000
Bombillos	10	\$15,000	\$ 150,000
<b>Total amueblamiento</b>			<b>\$ 9'830,000</b>

Dado que cada vivienda puede alojar aproximadamente a 10 trabajadores, se necesitaría de 30 viviendas para albergar este personal, las cuales seguramente

no será fácil conseguir, especialmente, si se desea que todo el personal este alojado en el mismo sector para facilitar su transporte.

Costo total del amueblamiento de 30 viviendas:       \$294´900,000