

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO DE MÓDULOS HABITACIONALES A PARTIR  
DE CONTENEDORES DE 20 Y 40 PIES PARA  
CAMPAMENTOS DESMONTABLES Y SU LÍNEA DE  
PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA DE MUNICIONES  
“SANTA BÁRBARA” SA.**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

FRANKLIN GEOVANY ROJAS CANDO

Sangolquí, 06 de Enero de 2006

## **CERTIFICADO**

Por el presente, Certificamos que el presente proyecto, titulado: **DISEÑO DE MÓDULOS HABITACIONALES A PARTIR DE CONTENEDORES DE 20 Y 40 PIES PARA CAMPAMENTOS DESMONTABLES Y SU LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA DE MUNICIONES “SANTA BÁRBARA” SA.**, fue realizada en su totalidad por el Sr. Franklin Geovany Rojas Cando

Ing. Telmo Sánchez  
CODIRECTOR

Ing. Carlos Naranjo  
DIRECTOR

Sangolquí, 06 de Enero de 2006

# **LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

## **TÍTULO DEL PROYECTO**

**DISEÑO DE MÓDULOS HABITACIONALES A PARTIR DE  
CONTENEDORES DE 20 Y 40 PIES PARA CAMPAMENTOS  
DESMONTABLES Y SU LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA DE  
MUNICIONES “SANTA BÁRBARA”**

**FRANKLIN ROJAS CANDO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA ESPE**

**ING. EDGAR PAZMIÑO  
MAYO. DE E.  
DECANO DE LA FIME**

**Sangolquí, 06 de Enero de 2006**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco, a Dios por permitirme alcanzar una de mis metas propuestas, a mis Maestros de la Escuela Politécnica del Ejército, que por medio de sus enseñanzas han labrado en mí, el amor por la superación personal así como los valores de honestidad y trabajo por el bienestar constante de la comunidad.

Mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas que hicieron posible el desarrollo de esta Tesis, los que al brindarme sus ideas, guías y consejos, supieron ser los pilares fundamentales para mi formación como profesional:

Ing. Nelson Perugachi  
Crnl. De C.S.M.

Ing. Carlos Naranjo  
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Telmo Sánchez  
CODIRECTOR DE TESIS

## **DEDICATORIA**

Me permito dedicar esta Tesis, a mis Padres que con sus consejos y apoyo constante me han permitido culminar mi carrera, en especial a mi Madre, la cual ha inculcado en mi el valor del estudio y esfuerzo continuo.

A mis Hermanos que han sido mis guías y motivo constante para dedicarme a realizar con cariño todo reto puesto en mi camino, a ellos que siempre han estado conmigo dedico el desarrollo de este trabajo.

**Franklin**

# INDICES

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>INDICES</b>	<b>vi</b>
<b>INDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>vi</b>
<b>LISTADO DE TABLAS</b>	<b>viii</b>
<b>LISTADO DE CUADROS</b>	<b>viii</b>
<b>LISTADO DE CUADROS</b>	<b>ix</b>
<b>LISTADO DE FIGURAS</b>	<b>x</b>
<b>LISTADO DE FIGURAS</b>	<b>xi</b>
<b>LISTADO DE ANEXOS</b>	<b>xii</b>
<b>LISTADO DE ANEXOS</b>	<b>xii</b>
<b>NOMENCLATURA UTILIZADA</b>	<b>xiv</b>
<b>NOMENCLATURA UTILIZADA</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xvi</b>
<b>CAPITULO 1</b>	<b>1</b>
<b>1. GENERALIDADES</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes	1
1.2. Definición del problema	2
1.3. Objetivos	2
1.4. Alcance del proyecto	4
<b>CAPITULO 2</b>	<b>5</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
2.1. Tipos de contenedores	5
2.2. Criterios para distribución de planta y materiales	10
<b>CAPITULO 3</b>	<b>15</b>
<b>3. DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS Y DISEÑO DE INSTALACIONES</b>	<b>15</b>
3.1. Determinación de ambientes	15
3.2. Diseño de servicios básicos y consumo de energía	18
3.3. Determinación de cargas térmicas y climatización	26

3.4.	Análisis estructural de contenedores _____	55
3.5.	Base de datos para materiales, equipos y mueblería _____	64
<b><i>CAPITULO 4</i></b> _____		<b>72</b>
<b>4. ESTANDARIZACIÓN DE MÓDULOS HABITACIONALES</b> _____		<b>72</b>
4.1.	Caracterización de contenedores _____	72
4.2.	Requerimientos para producción por módulo _____	76
4.3.	Diagramas de proceso _____	83
4.4.	Documentos de control _____	84
<b><i>CAPITULO 5</i></b> _____		<b>94</b>
<b>5. DISEÑO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN</b> _____		<b>94</b>
5.1.	Distribución de áreas para maquinaria y operarios _____	94
5.2.	Distribución en planta _____	98
5.3.	Diagramas de relaciones de actividades y/o flujo _____	105
5.4.	Determinación de la capacidad de producción _____	109
<b><i>CAPITULO 6</i></b> _____		<b>114</b>
<b>6. ESTIMACIÓN DE COSTOS</b> _____		<b>114</b>
6.1.	Costos para implementar la línea de producción en F.M.S.B. S.A. _____	114
6.2.	Costos de producción por módulo habitacional _____	cxviii
<b><i>CAPITULO 7</i></b> _____		<b>cxx</b>
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> _____		<b>cxx</b>
7.1.	Conclusiones _____	cxx
7.2.	Recomendaciones _____	cxviii
<b><i>RESUMEN</i></b> _____		<b>cxviii</b>
<b><i>ANEXOS</i></b> _____		<b>cxviii</b>
<b><i>BIBLIOGRAFÍA</i></b> _____		<b>cxli</b>
<b><i>BIBLIOGRAFÍA</i></b> _____		<b>cxlii</b>

## LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 2.1. Datos dimensionales de un contenedor de 20pies</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 2.2. Datos dimensionales de un contenedor de 40pies</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 2.3. Especificaciones de contenedores de carga sólida</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 3.1. Área mínima de ambientes</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 3.2. Tabla para consumo de agua</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 3.3. Ganancia de calor solar a través de cristales</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 3.4. Factores de corrección para diferentes tipos de dispositivo protector contra la luz solar</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 3.5. Tolerancia de temperatura debida al efecto solar</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 3.6. Ganancia de calor por ocupantes</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 3.7. Ganancia de calor debida a equipos</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 3.8. Cargas de prueba sobre contenedores ISO</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 3.9., Carga aplicada sobre columnas en contenedor fijo</i>	<i>57</i>



## LISTADO DE CUADROS

<i>Cuadro 3.1. Clasificación de modelos</i>	16
<i>Cuadro 3.2. Carga de energía por equipo eléctrico</i>	24
<i>Cuadro 3.2. Resumen de cargas existentes en Dormitorio de obreros 2</i>	47
<i>Cuadro 3.3. Hoja de ingreso de datos para cálculo de coeficientes de transferencia térmica</i>	50
<i>Cuadro 3.3. Continuación, Hoja de ingreso de datos para cálculo de coeficientes de transferencia térmica</i>	51
<i>Cuadro 3.4. Hoja de cálculo para determinación de carga de refrigeración</i>	52
<i>Cuadro 3.4. Continuación, Hoja de cálculo para determinación de carga de refrigeración</i>	53
<i>Cuadro 3.5. Hoja de cálculo de condensados</i>	54
<i>Cuadro 3.6. Propiedades geométricas del perfil para columna del fondo.</i>	60
<i>Cuadro 3.7. Propiedades geométricas del perfil para columna de compuerta.</i>	60
<i>Cuadro 3.8. Requerimiento de personal</i>	67
<i>Cuadro 3.9. Equipos de trabajo</i>	69
<i>Cuadro 3.10. Resumen de maquinaria</i>	70
<i>Cuadro 4.1. Modelos completos de similares características</i>	76
<i>Cuadro 4.2. Maquinaria para modelos completos</i>	77
<i>Cuadro 4.3. Modelos sin instalaciones sanitarias</i>	78
<i>Cuadro 4.4. Maquinaria para modelos sin instalaciones sanitarias</i>	78
<i>Cuadro 4.5. Modelos sin instalaciones sanitarias ni aislamiento térmico</i>	79
<i>Cuadro 4.6. Maquinaria para modelos sin instalaciones sanitarias ni aislamiento térmico</i>	79
<i>Cuadro 4.7. Modelos completos que requieren personal especializado</i>	80
<i>Cuadro 4.8. Requerimiento de personal para modelos completos</i>	80
<i>Cuadro 4.9. Modelos sin instalaciones sanitarias</i>	81
<i>Cuadro 4.10. Requerimiento de personal para modelos sin instalaciones sanitarias</i>	81
<i>Cuadro 4.11. Modelos sin instalaciones sanitarias ni aislamiento térmico</i>	82
<i>Cuadro 4.12. Requerimiento de personal para modelos sin instalaciones sanitarias ni aislamiento térmico</i>	82
<i>Cuadro 4.13. Formato de control de planos</i>	89
<i>Cuadro 4.13. Continuación, Formato de control de planos</i>	90

<i>Cuadro 4.14. Hoja de control de calidad para liberación de producto</i>	93
<i>Cuadro 5.1. Diagrama de relaciones por sección</i>	107
<i>Cuadro 5.2. Tiempos de producción para modelo completo</i>	110
<i>Cuadro 5.3. Tiempos de producción para modelo sin aislamiento interior</i>	110
<i>Cuadro 5.3. Tiempos de producción para modelo sin aislamiento interior</i>	111
<i>Cuadro 5.4. Tiempos de producción para modelo sin aislamiento interior ni instalaciones sanitarias</i>	111
<i>Cuadro 6.1. Costos de implementación de línea de producción</i>	114
<i>Cuadro 6.2. Proyección de ventas de los años 2006 al 2010</i>	115
<i>Cuadro 6.2. Continuación, Proyección de ventas de los años 2006 al 2010</i>	115
<i>Cuadro 6.3. Datos para estudio de proyecto y determinación de costos relevantes</i>	116
<i>Cuadro 6.4. Determinación del VAN y TIR del proyecto</i>	117
<i>Cuadro 6.5. Hoja de costos de producción de un módulo habitacional.</i>	cxix

## LISTADO DE FIGURAS

<i>Figura 2.1. Contenedor 20 pies (6 m) para carga sólida 20'x 8'x 8',6" ISO 1-CC</i>	5
<i>Figura 2.2. Contenedor 40 pies (12 m) para carga sólida 20'x 8'x 8',6" ISO 1-AA</i>	6
<i>Figura 2.3. Open top</i>	7
<i>Figura 2.4. Half-height container</i>	7
<i>Figura 2.5. Tank container</i>	7
<i>Figura 2.6. Flat rack</i>	8
<i>Figura 2.7. Reefer container</i>	8
<i>Figura 2.8. Estructura interna de un contenedor de 40ft</i>	9
<i>Figura 2.9. Distribución por posición fija</i>	11
<i>Figura 2.10. Distribución por procesos</i>	12
<i>Figura 2.11. Distribución en línea</i>	13
<i>Figura 3.1. Modelo Gerenciales, Estación operativa 05</i>	16
<i>Figura 3.2. Modelo operativo, Dormitorio para ejecutivos (Staff)</i>	17
<i>Figura 3.3. Modelo servicios, Batería sanitaria Mod 2</i>	17
<i>Figura 3.4. Modelo múltiple, Consultorio médico</i>	17
<i>Figura 3.5. Red de evacuación de aguas residuales</i>	20
<i>Figura 3.6. Ejemplo de un sistema de tuberías para agua potable</i>	23
<i>Figura 3.7. Ejemplo de un sistema eléctrico</i>	25
<i>Figura 3.8. Variación de la temperatura a través de una pared</i>	29
<i>Figura 3.9. comportamiento de los rayos solares al chocar contra el cristal de una ventana</i>	34
<i>Figura 3.10. Distribución del calor absorbido por el cristal</i>	34
<i>Figura 3.10</i>	41
<i>. Modelo Operativo Dormitorio de obreros 2</i>	42
<i>Figura 3.11. Cargas aplicadas sobre columnas de contenedor</i>	56
<i>Figura 3.12. Columnas de contenedor de 20 o 40 pies</i>	57
<i>Figura 3.13. Esfuerzo crítico de pandeo en función de la relación de esbeltez</i>	59
<i>Figura 3.14. Sección transversal de la columna de fondo</i>	60
<i>Figura 3.15. Sección transversal de la columna de compuertas</i>	60
<i>Figura 3.16. Determinación de carga puntual sobre contenedor</i>	63
<i>Figura 3.17 Diagrama de requerimientos</i>	64
<i>Figura 3.18. Requerimientos básicos</i>	66

<i>Figura 4.1. Diagrama del proceso de producción general</i>	85
<i>Figura 4.2. Hoja de elementos</i>	87
<i>Figura 4.3. Hoja de materiales y ubicación en sitio temporal</i>	89
<i>Figura 4.4. Círculos de aprendizaje para matriz de flexibilidad</i>	92
<i>Figura 5.1. Ubicación de línea de producción dentro de taller</i>	95
<i>Figura 5.2. Puente grúa para movimiento de contenedores</i>	96
<i>Figura 5.3. Vista de puerta principal de salida de módulos habitacionales</i>	96
<i>Figura 5.4. Ingreso de contenedores y pared a ser derrocada</i>	97
<i>Figura 5.5. Bodega a ser retirada para salida de módulos habitacionales</i>	97
<i>Figura 5.6. Sección corte y soldadura</i>	99
<i>Figura 5.7. Sección pintura</i>	100
<i>Figura 5.8. Sección instalaciones y aislamiento interior</i>	102
<i>Figura 5.9. Sección equipamiento final y liberación de producto</i>	104
<i>Figura 5.10. Diagrama de procesos para fabricación de módulo habitacional</i>	106
<i>Figura 5.11. Diagrama de relaciones por puesto de trabajo</i>	108
<i>Figura 5.12. Distribución final de taller</i>	108
<i>Figura 5.13. Modelo estación operativa 05</i>	109
<i>Figura 5.14. Producción de módulos completos</i>	112

## **LISTADO DE ANEXOS**

### **ANEXO A**

**NORMA ISO 1496-1, SERIE 1**

**FREIGHT CONTAINER**

### **ANEXO B**

**PLANOS GENERALES DE MÓDULOS HABITACIONALES**

### **ANEXO C**

**PLANOS DE FABRICACIÓN DE UN MÓDULO HABITACIONAL, TIPO  
OPERATIVO MODELO SEMI STAFF**

### **ANEXO D**

**PLANOS DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

### **ANEXO E**

***PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN***

***ANEXO F***

***HOJAS DE CÁLCULO PARA DETERMINAR CARGAS DE REFRIGERACIÓN Y  
CALEFACCIÓN***

***ANEXO G***

***REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA MÓDULOS HABITACIONALES***

***ANEXO H***

***DIAGRAMAS DE PROCESO***

***ANEXOS I***

***FORMATOS DE CONTROL***

## NOMENCLATURA UTILIZADA

Actual Tack Time	Tiempo real de operaciones
Container Truck	Semi-trailer equipado con dispositivo de agarres, para contenedores ISO
Container car	Camión equipado con dispositivo de agarres para contenedores ISO
Flat Container	Algunas veces conocido como flat-rack. Una plataforma contenedor sin superestructura. Pero la cima y el fondo lleva vértices con agujeros tipo ISO para su enganche.
Fork Pockets	Aberturas para introducir las horquillas de la carretilla, normalmente situadas en la base del contenedor ISO de 20'. Solo para manipularlo en vacío
Freight container	Contenedor destinado a almacenaje y transporte de carga sólida no perecible
Hard-top container	Un contenedor ISO convencional con techo rebatible, con puertas en uno o ambos extremos y en uno o ambos lados
Intermodal Transport	Movimiento de carga (especialmente contenedores) utilizando dos o más métodos de transporte en sucesión
Open container	Contenedor con lados y/o extremos hechos de barras o mallas, y sin techo
Open-top container	Contenedor con techo removible sólido o lona
Shelter	Refugio metálico utilizado para equipos electrónico.
Styro foam	Poliestireno expandido nombre comercial espuma flex
Tack Time	Tiempo ideal de operación
Tropycort	Tablero aglomerado con resinas resistentes a la humedad



# INTRODUCCIÓN

El proyecto Diseño de módulos habitacionales a partir de contenedores de 20 y 40 pies, para campamentos desmontables y su línea de producción en la Fábrica de Municiones “Santa Bárbara” S.A., presenta:

- El uso de contenedores para transporte de carga los que a través de adecuaciones puedan llegar a ser soluciones habitacionales de campamentos de obra civil e industriales y su recupero total luego de finalizados los trabajos.
- La optimización de las instalaciones físicas del Taller de estructuras metálicas de la Fábrica Santa Bárbara, para la producción de Módulos Habitacionales estandarizados, que permitan a esta empresa optimizar las diferentes etapas y procesos de fabricación de Módulos Habitacionales.

Para el análisis estructural se utilizarón las Normas: “ISO 1496-1 Fifth edition, 1990-08-15, Series 1 Freight containers-Specification and testing-Part 1 General cargo containers for general purposes”, la misma que establece tipos, dimensiones y pruebas a las que son aplicados los contenedores de carga sólida y la norma AISD método LRFD, que abarca el diseño de estructuras de acero 2da edición.

Los Módulos Habitacionales, cuentan con un análisis térmico, que permite determinar las cantidades y tipos de cargas térmicas que se deberán suministrar para mantener las condiciones ideales que brinden comodidad a sus ocupantes, para esto se ha utilizado el Manual de refrigeración y aire acondicionado de ARI, 3ra edición.

Se ha diseñado 30 módulos habitacionales con espacios físicos para: oficinas, dormitorios, cuartos de baño, bodegas de materiales, bodegas de alimentos, cocinas y consultorios médicos; cada uno de ellos con mobiliario acorde al



ambiente creado y con estructura robusta resistentes al tipo de trabajo al que serán sometidos, cabe resaltar que los espacios interiores han sido diseñados con las área mínimas pero optimizadas, las mismas que brindan confort a sus usuarios.

La línea de producción diseñada en este proyecto, esta en capacidad de producir en 30 días a un solo turno de 11 horas por día, seis Módulos Habitacionales de 40 pies, cada uno de ellos cuenta con aislamiento térmico, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, equipos de acondicionamiento de aire y mobiliario.

Fábrica de Municiones “Santa Bárbara” S.A., ha incursionado en la fabricación de módulos habitacionales a partir de enero del 2004, obteniendo resultados favorables para la incursión en el mercado de la fabricación de este tipo de soluciones habitacionales, para lo cual luego de la estandarización se ha diseñado la implementación, dentro de sus instalaciones de una nueva línea de producción por procesos para la fabricación de los módulos habitacionales; adicional al diseño se han determinado los costos y beneficios que se obtendrían por la implementación de esta nueva Línea de producción.

# **CAPITULO 1**

## **GENERALIDADES**

### **1.1. Antecedentes**

La Fábrica de Municiones “Santa Bárbara” SA., ubicada en el Valle de Los Chillos, conciente del desarrollo constante y la competitividad actual, ha visto la necesidad de brindar soluciones habitacionales, que cumplan con requerimientos de funcionalidad, resistencia y confort para puestos de trabajo en campo, sean estos del Ejército Ecuatoriano o de la empresa privada.

El presente proyecto tuvo como finalidad diseñar Módulos Habitacionales a partir de contenedores metálicos de 20 y 40 pies, todos estos módulos serán recuperables en su totalidad después de la conclusión del proyecto en el que estuviesen localizados.

Los Módulos Habitacionales que se construirán partirán de modelos base, pudiendo ser modificados de acuerdo a los requerimientos que la Fábrica de Municiones “Santa Bárbara” presente.

Cada Módulo Habitacional cuenta con un diseño térmico, materiales y equipamiento de primera calidad lo que brinda un ambiente confortable en condiciones de trabajo adversas tales como temperatura, salinidad y humedad. Además se ha realizado un análisis de la estructura de los dos tipos de contenedores que se han utilizado en este proyecto (contenedores de 20 y 40 pies), para determinar los esfuerzos máximos que podrán soportar después de ser sometidos a la transformación.

El proyecto presenta el diseño de la línea de producción para módulos habitacionales, para lo cual se consideraron criterios de distribución de planta que abarquen nuestro tipo de producto, permitiendo que esta distribución sea un conjunto integrado de métodos, maquinaria y operarios, utilizando el máximo de los elementos existentes en F.M.S.B. S.A. compatibles con los nuevos planes

Esto permitirá que todos los procesos (estándares creados) de producción fluyan directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta un consumidor final; una vez creado el flujo de procesos, F.M.S.B.

S.A. será capaz de producir por ordenes de trabajo de sus clientes en vez de producir bajo pronósticos de ventas a largo plazo.

## **1.2. Definición del problema**

En la actualidad el sector de la construcción civil, presenta dificultad en el montaje de campamentos que brinden los requerimientos de: funcionalidad, confort, seguridad, durabilidad, protección del medio ambiente y sobre todo recuperación total del campamento.

El limitante para que este tipo de campamentos sea de uso frecuente en este tipo de instituciones es su costo, los mismos al ser construidos de forma intermitente y sin un control de los procesos incrementa los costos de producción, haciendo que estos sean poco requeridos

Se busca con la realización de este proyecto, mejorar el sistema de producción de los Módulos Habitacionales, optimizando recursos humanos y materiales, diseñando ambientes que brinden mayor comodidad y seguridad a los futuros usuarios, los mismos que podrán diseñar sus propios ambientes, partiendo de modelos preestablecidos. Con este proyecto F.M.S.B. S.A. podrá reducir sus costos de producción hasta un 25% de lo que actualmente lo realiza.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. *Objetivo General.***

Diseñar en el área interna de contenedores de 20 y 40 pies, ambientes de trabajo, y descanso para campamentos desmontables que contengan instalaciones de servicios básicos y equipamientos, clasificándolos de acuerdo a su función y estandarizando los recursos necesarios así como los procesos productivos necesarios para la transformación de contenedores de carga a módulos habitacionales.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Diseñar diversos ambientes habitables que abarquen el área interna de contenedores de 20 y 40 pies, determinando los requerimientos básicos para instalaciones, equipo u accesorios.
- Realizar un análisis cargas para refrigeración y calefacción basado en las posibles condiciones climáticas en el que los diversos Módulos Habitacionales se encontrarían; y basado en los requerimientos anteriores seleccionar materiales, equipos y accesorios básicos necesarios que conformarán parte de los Módulos Habitacionales.
- Estandarizar por modelo a transformar los diversos procesos de producción y documentarlos; creando Bases de Datos necesarias que contengan materiales, equipos y accesorios básicos u ocasionales, hojas técnicas para control de calidad de productos adquiridos necesarios para la transformación de los contenedores.
- Analizar el requerimiento de espacio físico en F.M.S.B. S.A., necesario para la implementación de la línea de producción para transformación de contenedores, así también los requerimientos de servicios para el área seleccionada; distribuyendo dentro del espacio establecido, las diversas áreas de trabajo, flujo de movimientos, requerimientos y ubicación de maquinaria,
- Modelar los diversos diseños bajo programas computacionales, presentar planos de construcción y distribución de instalaciones básicas.
- Crear un sistema interactivo que permita al cliente, seleccionar los módulos que requiera, prediseñados y almacenados en una base de datos, y que permita al operador tener planos, requerimientos y un plan de producción por cada módulo seleccionado.

#### **1.4. Alcance del proyecto**

Crear un registro escrito que contenga: diseños, planos de fabricación, recursos, diagramas de proceso, requerimientos de producción, documentos de control de producción, diagramas de ubicación y movimientos para la transformación de contenedores de 20' y 40' tipo B a Módulos Habitacionales.

## CAPITULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Tipos de contenedores

##### 2.1.1. Contenedores utilizados en el proyecto

Los tipos más corrientes de contenedor utilizados para carga pesada y transporte marino y utilizados en el proyecto (Hard Top container ) son:

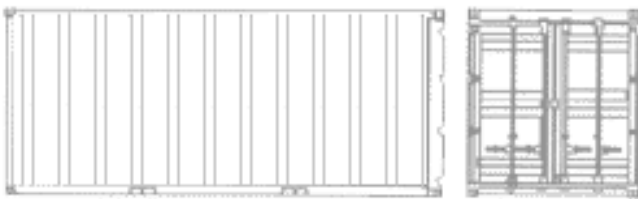


Figura 2.1. Contenedor 20 pies (6 m) para carga sólida 20'x 8'x 8',6" ISO 1-CC

Tabla 2.1. Datos dimensionales de un contenedor de 20pies

Capacidad		Dimensiones internas	
Volumen de capacidad	33 m <sup>3</sup>	Longitud	5.900 mm
Peso de carga máximo	28.230 kg	Ancho	2.352 mm
Peso de contenedor	2.250 kg	Alto	2.392 mm
Peso bruto máximo	30.480 kg		
Dimensiones de compuertas abiertas			
Ancho	2.340 mm		
Alto	2.280 mm		

#### INTERNATIONAL STANDARD ISO 1496-1 Fifth edition 1990-08-15

Para usos generales y carga sólida. Contenedor de 20 pies (6 m.) de largo. Tienen 8 pies (2,4m) de ancho, por lo que el centro de carga está a 48 pulgadas (1.200 mm)



**Figura 2.2. Contenedor 40 pies (12 m) para carga sólida 20'x 8'x 8',6" ISO 1-AA**

**Tabla 2.2. Datos dimensionales de un contenedor de 40pies**

Capacidad		Dimensiones internas	
Volumen de capacidad	67,7 m3	Longitud	12.031 mm
Peso de carga máximo	26.680 kg	Ancho	2.352 mm
Peso de contenedor	3.800 kg	Alto	2.392 mm
Peso bruto máximo	30.480 kg		
Dimensiones de compuertas abiertas			
Ancho	2.340 mm		
Alto	2.280 mm		

**INTERNATIONAL STANDARD ISO 1496-1 Fifth edition 1990-08-15**

**2.1.2. Especificaciones**

Las normas para los contenedores las establece la International Standards Organization, ISO (Organización Internacional de Normas) y algunas de las medidas y pesos especificados son los siguientes:

Pesos máximos: 20ft , 20.320 kg y 40 ft 30.480 kg,

Sin embargo, un contenedor puede cargarse inadvertidamente hasta un 10% más de lo especificado, o con carga descentrada. Por lo tanto, un vehículo que transporte contenedores debe tener una capacidad operativa de unas 34.000 kgs, con centro de carga a 4ft.

Tanto los contenedores de 20 ft como los de 40 ft, para carga sólida pueden tener las medidas siguientes en milímetros:

**Tabla 2.3. Especificaciones de contenedores de carga sólida**

Tipo Designación	Contenedores 20' y 40'		Ancho interior	40' Long.	20' Long.	20'		
	Altura total	Altura interior				Long. total	Long. interior	
8pies	2.438	2.197	2.438	2.299	12.192	11.998	6.058	5.867
8.5pies	2.591	2.350	2.438	2.299	12.192	11.998	6.058	5.867
9pies	2.753	2.494	2.438	2.299	12.192	11.998	6.058	5.867
9.5pies	2.918	2.677	2.438	2.299	12.192	11.998	6.058	5.867

### 2.1.3. Otros tipos de contenedores utilizados para carga y transporte marítimo



Figura 2.3. Open top



Figura 2.4. Half-height container



Figura 2.5. Tank container

#### ***Open Top***

Contenedores de 20 ft y 40 ft, Figura 2.3., con la parte superior abierta, para transportar mercancías que no se estropeen si están al descubierto.

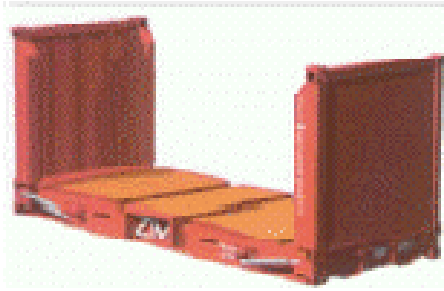
#### ***Half-height container***

Contenedor-silo de media altura, Figura 2.4., puede ser abierto, techo rígido o lona, y paredes sólidas o jaula. Mide 4 ft o 4,3 ft de altura y puede transportar minerales o materiales semielaborados.

#### ***Tank container***

Contenedor-cisterna de 20 ft, Figura 2.5., para el transporte de líquidos (tales como productos químicos) dentro de un bastidor tipo caja. Pueden tener 8 ft o 8,6 ft (2,6 m.) de altura.





**Figura 2.6. Flat rack**

### ***Flat rack***

Contenedores planos plegables, Figura 2.6., Consisten en una plataforma plana y unos extremos provistos de bisagras que pueden ponerse verticales para formar un módulo de contenedor o pueden plegarse para permitir el almacenaje de contenedores en cuestión.

### ***Reefer container***

Contenedores-frigoríficos de 20 ft y 40 ft, Figura 2.7., con puertas en un extremo y una unidad de refrigeración incorporada en el extremo



**Figura 2.7. Reefer container**

#### ***2.1.4. Ventajas e inconvenientes del uso de contenedores para módulos habitacionales***

Como la mayoría de las ideas innovadoras y progresistas que han causado mayor impacto en el mundo, el concepto del uso de contenedores para ser transformados para el uso de módulos habitacionales tiene sus aspectos positivos y negativos.

### ***Las ventajas:***

Recupero total del módulo habitacional.

Espacios calculados y optimizados para crear ambientes confortables.

Tiempo de entrega cortos.

Tiempo de montaje mínimo.

Se requiere menos mano de obra, lo que reduce considerablemente los costes.

Bajo requerimiento de mantenimiento.

### ***Los posibles inconvenientes:***

Se precisa una inversión media, inicial de capital para el uso de módulos habitacionales.

Requerimientos técnicos para el agua de ingreso a los módulos.

Requerimiento de maquinaria especial para el manejo y transporte de los módulos habitacionales.

#### **2.1.5. Estructura de contenedores de 20 y 40 ft**



**Figura 2.8. Estructura interna de un contenedor de 40ft**

Todos los contenedores están provistos de cantonerías de hierro fundido en cada una de las ocho esquinas (4 superiores y 4 inferiores). Cada una de estas piezas tiene unas aberturas en forma de muesca en dos extremos y en la cara superior o inferior, Figura 2.8. Una pieza giratoria de sujeción (Twist lock), es introducida en la abertura por el spreader perteneciente a un equipo móvil, que

la hace girar 90°, con lo que la pieza giratoria de sujeción (Twist lock) queda fija al contenedor y bloqueada, y éste estará listo para el transporte.

Las muescas de las caras laterales son para la sujeción en estiba para el transporte marítimo. Muchos contenedores de estructura de caja, tanto de 20 como de 40 ft, están provistos de unos canales por donde se introducen las horquillas, de forma que puedan ser manipulados por medio de ellas.

Las paredes de los contenedores para carga sólida son generalmente hechos de planchas de acero corrugado ASTM A-37, en espesores que van desde 3 a 4mm, soldadas en las bases, techo, uniones entre paneles (planchas corrugadas) bajo procedimiento GMAWG. Los perfiles estructurales ASTM A-37 que conforman las bases de los contenedores son laminados en caliente, soldados por sus contornos en su totalidad, con espesores que van desde 3 a 7mm.

El piso está constituido por tableros triplex resistentes al agua y ambientes salinos conocidos como Tableros Marinos, con espesor único de 30mm, recubiertos en las partes inferiores con masilla asfáltica.

## **2.2. Criterios para distribución de planta y materiales**

La distribución de la planta abarca la disposición física de las instalaciones industriales, incluye los espacios necesarios para el movimiento de los materiales, el almacenaje, la mano de obra directa y todas las demás actividades de apoyo, así como todo el equipo y el personal operativo.

El objetivo principal es el mejoramiento de las operaciones, una mayor producción, menores costos, mejor servicio al cliente y mayor comodidad y satisfacción para el personal de la empresa.

La planta industrial para la transformación de Contenedores de 20 y 40 ft a Módulos Habitacionales deberá:

Considerar e integrar todos los factores pertinentes que afecten la distribución, utilizando eficientemente la maquinaria, gente y espacio de la planta, que permita una futura expansión y facilite su reacomodo, adaptándose a los cambios de productos, de diseño, de requisitos de clientes y las mejoras de los

procesos en la cual se especifique una división clara o uniforme de las áreas y puestos de trabajo, así como una distancia práctica mínima para trasladar los materiales, los servicios de apoyo y a la gente.

Determinar la secuencia para que el flujo de trabajo sea lógico y las áreas de trabajo estén limpias; que cuenten con el equipo adecuado para el desecho, la basura y los desperdicios, brindando comodidad y seguridad a todos los empleados tanto en las operaciones diarias como en las periódicas.

Incluir en la distribución de la planta la capacidad de fabricar el producto necesario en la cantidad adecuada y con la calidad apropiada.

Seleccionar el tipo de arreglo o distribución de acuerdo a las siguientes posiciones:

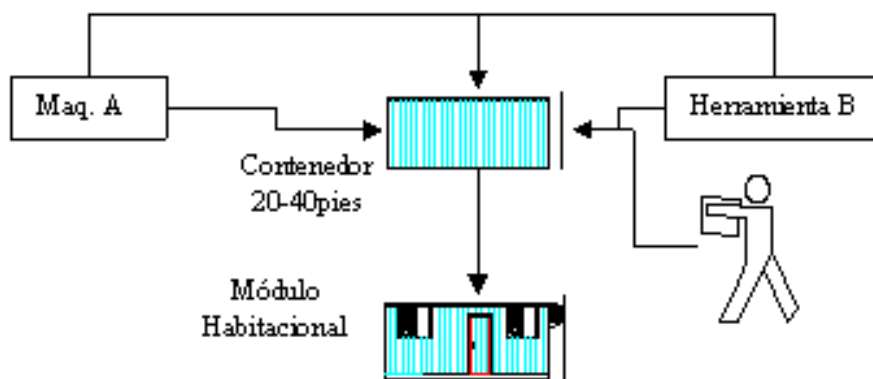
Posición fijas

Distribución por procesos

Distribución en línea

### **2.2.1. Distribución por posición fija:**

Se trata de una distribución en la que el material o el componente principal permanece fijo en un lugar. Todas las herramientas, la maquinaria, los obreros y demás piezas de material, se llevan hasta él, Figura 2.9.



**Figura 2.9. Distribución por posición fija**

El trabajo completo o el producto se realiza manteniendo el componente principal en un solo lugar. Los obreros pueden o no moverse de un punto de ensamblado a los de demás.

Esta distribución se utilizará cuando:

Las operaciones de formación o tratamiento del material necesiten sólo de herramientas manuales o máquinas sencillas

Solo se fabrique una u unas cuantas piezas de un artículo

El costo de trasladar la pieza principal es demasiado alto.

Se necesite un alto nivel de trabajo diestro o se desee asignar las responsabilidades de la calidad del producto a un solo equipo o trabajador

### 2.2.2. Distribución por procesos o por función:

En el que se agrupan todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso, Figura 2.10.

Ejemplo: toda la soldadura se localiza en una misma zona, todos los taladros en otra, toda la pintura en el taller correspondiente.

Esta distribución se utilizará cuando:

La maquinaria es muy costosa o no se pueda trasladar con facilidad

Se fabrique una variedad de productos

Haya grandes variaciones en los tiempos necesarios para las diferentes operaciones.

La demanda de un producto es baja o intermitentes.

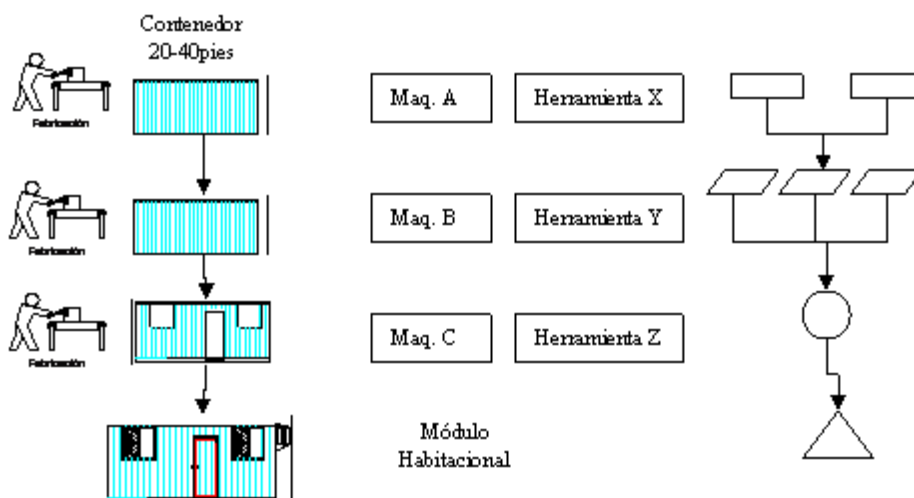


Figura 2.10. Distribución por procesos

### 2.2.3. Producción en línea o por producto:

En este un producto o tipo de producto se fabrica en una zona. No obstante, a diferencia de la posición fija, el material se traslada, Figura 2.11.

Esta distribución coloca una operación en un lugar inmediato adyacente a la siguiente, lo que significa que el equipo que se utilice para fabricar el producto, independiente mente del proceso que realice, estará acomodado de acuerdo con la consecuencia de las operaciones, se utilizará esta distribución cuando:

Se fabrica una gran cantidad de piezas o productos

El diseño del producto esta más o menos estandarizado

La demanda del producto sea razonablemente estable

Se pueda mantener sin dificultad el equilibrio de las operaciones y la continuidad del flujo de material.

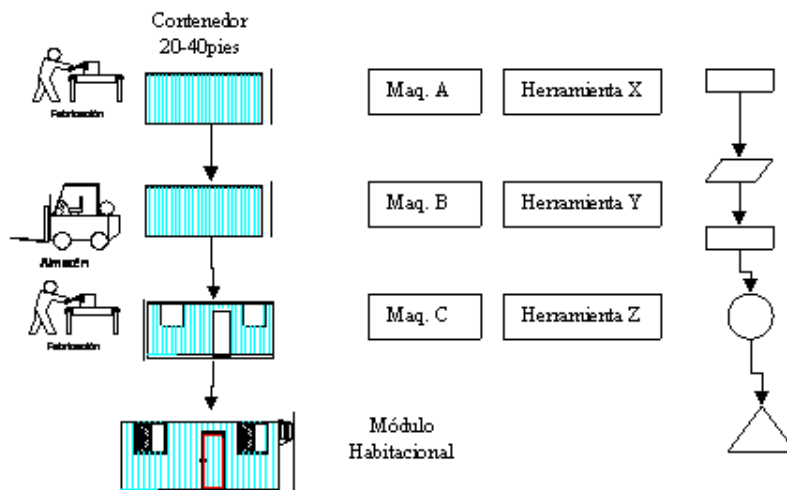


Figura 2.11. Distribución en línea

En la práctica, la mayoría de las distribuciones son una combinación de estos tres tipos clásicos o variantes de los mismos. La distribuciones de tecnología de grupos y los sistemas de manufactura flexible son variantes muy conocidas. De acuerdo a necesidades presentadas por empresas de construcción civil se han seleccionado varios ambientes que abarquen la mayoría de servicios que brinda una edificación tradicional, se ha buscado con estos diseños, brindar comodidad y funcionalidad clasificándolos en subgrupos por funciones



## CAPITULO 3

### DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS Y DISEÑO DE INSTALACIONES

#### 3.1. Determinación de ambientes

La disposición interior de los ambientes dependerán del número de servicios que el cliente requiera, tomando en cuenta que los modelos cuentan con un área interior no superior a 156 y 318.3 ft<sup>2</sup>, en los contenedores de 20 y 40 ft respectivamente, considerándose un requerimiento de ambientes de: oficinas, dormitorios, cocinas, cuartos de baño, bodega para conservación de alimentos, bodegas para materiales y repuestos

Para estos diseños se han considerado el área mínima permisible para la distribución de los diferentes ambientes dentro de los contenedores, de acuerdo al siguiente detalle:

**Tabla 3.1. Área mínima de ambientes**

AMBIENTE	AREA (M2)	ANCHO MÍNIMO(M)
Dormitorio individual	3.50	1.80x1.94
Dormitorio doble (camas en paralelo)	6	2.40x2.50
Dormitorio conyugal	6	2.60x2.30
Cocina comedor (4 personas)	6	2.40x2.50
Cuarto de baño completo (Lavamanos, inodoro y cabina de baño)	2.80	1.70x1.63
Cuarto de baño (lavamanos e inodoro)	1.80	1.20x1.50

**Biblioteca ATRIUM de la construcción, volumen 4**



## Clasificación de modelos por servicios

Cuadro 3.1. Clasificación de modelos

GERENCIALES	OPERATIVOS	SERVICIOS	MÚLTIPLES
Estación de trabajo (Oficinas) Mod 1	Dormitorio para ejecutivos (Staff)	Batería sanitaria Mod 1	Módulo profesional (dos servicios)
Estación de trabajo Mod 2	Dormitorio operativo (Semi Staff)	Batería sanitaria Mod 2	Módulo consultorio médico
Estación de trabajo Mod 3	Dormitorio obreros Mod 1	Bodega de materiales Mod 1	Módulo familiar
Estación de trabajo Mod 4	Dormitorio obreros Mod 2	Bodega de materiales Mod 2	Módulo residente de obra.
Estación de trabajo operativa	Dormitorio duplex Mod 1	Bodega de materiales Mod 3	Módulo lavandería
Módulo ejecutivo	Dormitorio Duplex Mod 2	Cocina Mod 1	Módulo ejecutivo 2
Estación operativa 05-A		Cocina Mod 2	
Estación 04-A		Cocina Mod 3	
		Bodega de alimentos Mod 1	
		Bodega de alimentos Mod 2	

Para este proyecto se han desarrollado un total de 30 modelos, indicándose a continuación el modelo más representativo por cada clasificación.

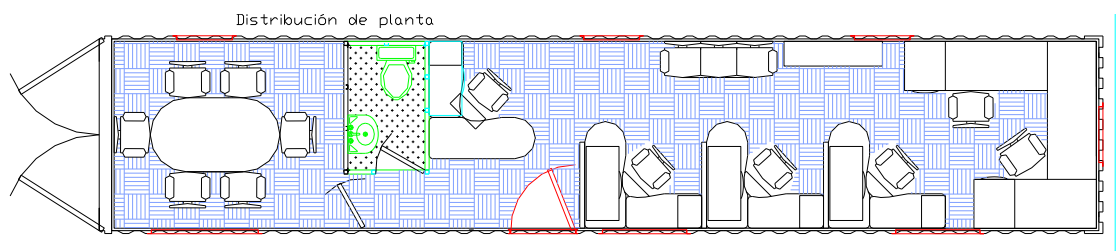
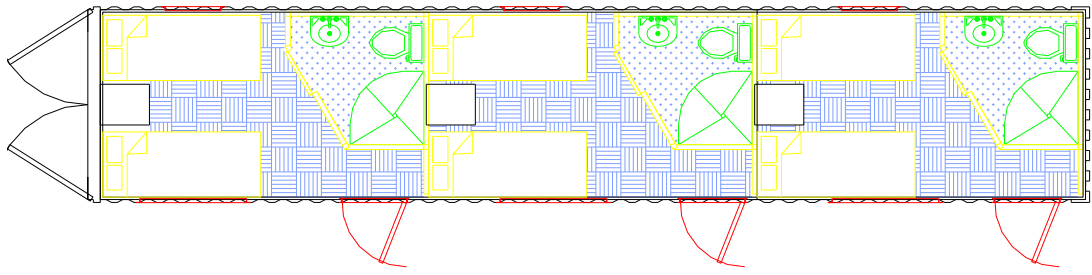
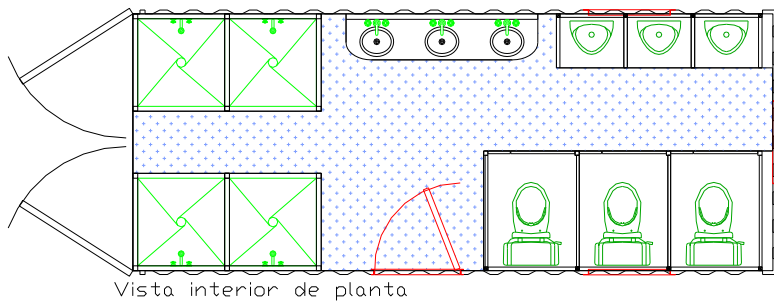


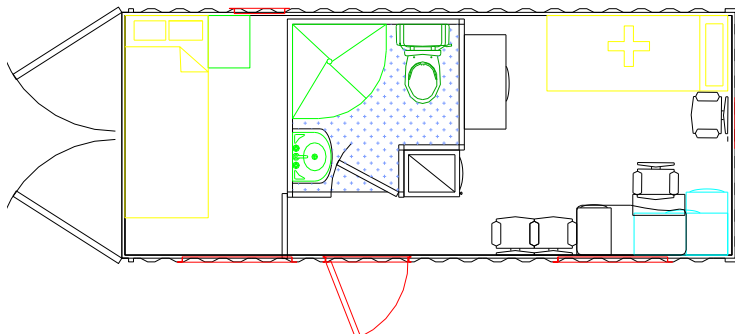
Figura 3.1. Modelo Gerenciales, Estación operativa 05



**Figura 3.2. Modelo operativo, Dormitorio para ejecutivos (Staff)**



**Figura 3.3. Modelo servicios, Batería sanitaria Mod 2**



**Figura 3.4. Modelo múltiple, Consultorio médico**

## **3.2. Diseño de servicios básicos y consumo de energía**

### **3.2.1. Red de evacuación de aguas residuales y aparatos sanitarios**

La exigencia de una red de evacuación es incuestionable para mantener los equilibrios higiénicos y de comodidad de cualquier comunidad. Siendo de vital importancia para dar salida al agua sucia e inútil. Para el caso en estudio serán sistemas incorporados al contenedor ubicados bajo plataformas compuestas de acero estructural.

Este tipo de redes deberá ser diseñada con una serie de funciones primarias básicas pensadas para: Permitir una rápida evacuación de las aguas, no permitir el paso del aire, olores o sustancias tóxicas a través de ella, ser impermeable al agua, al aire y a los gases, ser lo más ligera posible y con una rigidez que permita pequeños movimientos sin perjudicar su funcionamiento, ser compatible, en cuanto al material, con el tipo de aguas a canalizar.

El tipo de agua a evacuar será considerada como urbana, la misma que abarca aguas residuales que proceden únicamente de las viviendas, en el caso en estudio no se considerarán las aguas pluviales y se darán mayor importancia a las aguas residuales únicamente.

El diseño abarcará únicamente la distribución de las tuberías dentro de la estructura armada del baño llegando hasta la salida de las aguas residuales, dejando un codo de las dimensiones necesarias para la evacuación y posterior conexión en sitio a la red de aguas residuales del campamento.

El sistema de funcionamiento será únicamente por gravedad, donde las aguas son canalizadas aprovechando las pendientes dadas a los conductos.

Esta red, contará con el entramado necesario, conformado por tubería PVC y sus accesorios de conexión hasta los aparatos sanitarios siendo estos, sifones, derivaciones en T, uniones, codos a 90° y 45°, uniones en Y, etc.

Para el diseño de la red, se han considerado tubería y accesorios de diámetros estándares, siendo estos de 2 Plg., para las salidas de aguas desde Lavamanos, urinarios y duchas así también de tubería y accesorios 4 Plg., para la salida de inodoros, sifones de piso, tubería de recolección y unión de tuberías de 2 plg.

Los aparatos sanitarios se han situado buscando la agrupación alrededor de la tubería de salida 4 Plg., quedando los inodoros y vertederos a una distancia no mayor a un metro.

El desagüe de inodoros y vertederos se han ubicados directamente a la tubería principal, tanto los inodoros, urinarios y lavamanos poseen sifones propios, para el caso de las duchas y vertederos se utilizarán sifones de 2 y 4 Plg., respectivamente, conectados directamente a la red principal. Una de las ventajas de incorporar la red de aguas residuales al interior del módulo habitacional es evitar el maltrato, descuadre y roturas en la instalación y futuros movimientos en campo.

Las derivaciones se han realizado únicamente a 45° respecto al eje de tubería principal, lo que evitará taponamientos y fugas.

Cada modelo que posee servicios higiénicos o instalaciones de agua potable serán diseñados individualmente y detallados de la siguiente manera, Figura 3.5.

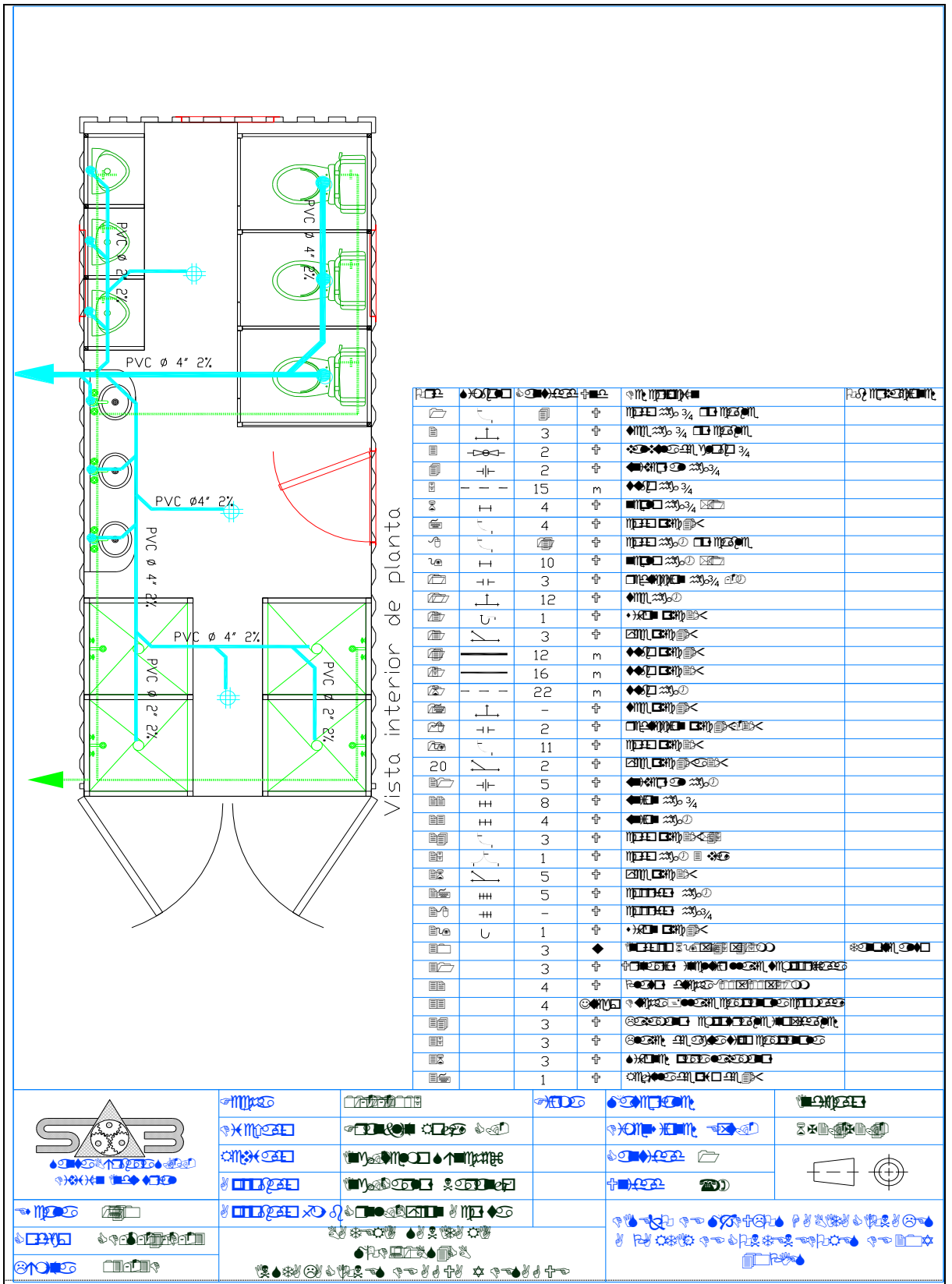


Figura 3.5. Red de evacuación de aguas residuales

### **3.2.2. Red de agua potable**

A partir de la red urbana, se hace necesaria la distribución del agua hasta los puntos de consumo, instalados en el interior del módulo habitacional.

Por ser módulos habitacionales que estarán en constante movimiento, sus instalaciones y diseños deberán ser lo mas robusto posible.

Estas redes serán diseñadas para agua fría, con reservorio de agua de acuerdo al número de usuarios, en el caso que el cliente considere necesario se brinde el servicio de agua caliente, este diseño de la red serán de forma particular.

La distribución de la red de agua potable tendrá el mismo alcance que la red de aguas residuales, constará de una toma principal de agua en tubería de  $\frac{3}{4}$  Plg., seguido de tubería en diámetros de  $\frac{3}{4}$  Plg., para las redes principales de distribución y tubería de  $\frac{1}{2}$  Plg., para las salidas o puntos de salida.

Para la red de agua fría, el material para las tuberías y accesorios tanto de  $\frac{3}{4}$  y  $\frac{1}{2}$  Plg., serán en acero galvanizado, esto evitará que el movimiento del módulo habitacional deteriore las uniones y provoque fugas de agua, considerando apoyos y sistemas de sujeción de la red a la estructura metálica.

Al momento del diseño se ha considerado el tipo, cantidad de uniones y derivaciones procurando que estas sean las mínimas necesarias, para evitar las perdidas por los elementos antes citados, para esto se ha considerado para las tuberías interiores principales diámetro de  $\frac{3}{4}$  Plg.

La presión estará dada por la tubería matriz de agua o red del campamento, el tanque reservorio de agua no aumentará la presión, pues su función será únicamente la de almacenar agua en caso de desabastecimiento y será conectado para dar el servicio al inodoro y lavamanos; la ducha presenta más pérdidas y no brindará el servicio óptimo.

### **Caudales mínimos en los aparatos domésticos:**

Cada uno de los aparatos domésticos debe recibir, con independencia de estado de funcionamiento de los demás, unos caudales instantáneos mínimos para su utilización adecuada, siendo estos:

Lavabo, urinarios, inodoros      0.1 Lts/s

Ducha, fregadero                      0.30 Lts/s

El material empleado en tuberías y griferías de las instalaciones interiores serán capaces de soportar en forma general como mínimo un presión de servicio de 15 kg/cm<sup>2</sup>, en previsión de la resistencia necesaria y los golpes de ariete provocados por los cierre de grifos, en el caso de los tubos galvanizados serán capaces de resistir la corrosión y totalmente estables en el tiempo de sus propiedades físicas, tampoco deberán alterar ninguna de las características químicas del agua (sabor, olor, potabilidad).

En caso de tanque reservorio se procederá de acuerdo al cuadro siguiente

**Tabla 3.2. Tabla para consumo de agua**

#### **CONSUMO DE AGUA SEGÚN USOS**

Uso	Consumo Persona/Día	
	Mínimo	Máximo
Lavabo	10	25
Urinario	10	15
Ducha	25	40
Inodoro	10	30
Cocina	5	10

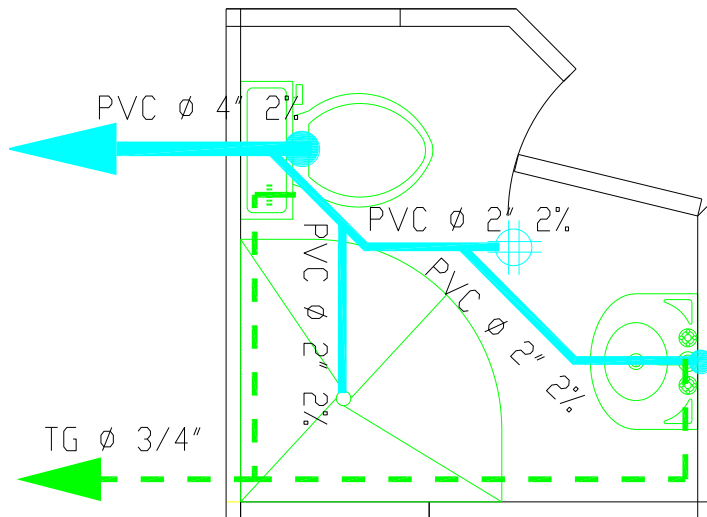
#### **Determinar el consumo de agua en un Módulo Ejecutivo**

Uso	Consumo Persona/Día	
Lavabo	10	25
Ducha	25	40
Inodoro	10	30

No de personas	1
----------------	---

Volumen /día (Lt/día)	45	95
Capacidad tanque (Lt)	500	500
Días de reserva	11	5

**Biblioteca ATRIUM de la construcción, Volumen 5**



№	Символ	Длина	Диаметр	Материал	Примечание
1	[Symbol]	2	Ø 3/4"	Медь	
2	[Symbol]	2	Ø 3/4"	Медь	
3	[Symbol]	2	Ø 3/4"	Медь	
4	[Symbol]	2	Ø 3/4"	Медь	
5	[Symbol]	11	Ø 3/4"	Медь	
6	[Symbol]	5	Ø 3/4"	Медь	
7	[Symbol]	1	Ø 3/4"	Медь	
8	[Symbol]	5	Ø 3/4"	Медь	
9	[Symbol]	5	Ø 3/4"	Медь	
10	[Symbol]	3	Ø 3/4"	Медь	
11	[Symbol]		Ø 3/4"	Медь	
12	[Symbol]	1	Ø 3/4"	Медь	
13	[Symbol]	1	Ø 3/4"	Медь	
14	[Symbol]	1.4	Ø 3/4"	Медь	
15	[Symbol]	4	Ø 3/4"	Медь	
16	[Symbol]	1.6	Ø 3/4"	Медь	
17	[Symbol]		Ø 3/4"	Медь	
18	[Symbol]	1	Ø 3/4"	Медь	
19	[Symbol]	3	Ø 3/4"	Медь	
20	[Symbol]		Ø 3/4"	Медь	
21	[Symbol]	2	Ø 3/4"	Медь	
22	[Symbol]	3	Ø 3/4"	Медь	
23	[Symbol]	3	Ø 3/4"	Медь	
24	[Symbol]	3	Ø 3/4"	Медь	
25	[Symbol]		Ø 3/4"	Медь	
26	[Symbol]		Ø 3/4"	Медь	
27	[Symbol]	5	Ø 3/4"	Медь	
28	[Symbol]	5	Ø 3/4"	Медь	

Figura 3.6. Ejemplo de un sistema de tuberías para agua potable



### 3.2.3. Instalaciones eléctricas

Para las instalaciones eléctricas se han considerado los siguientes factores de diseño:

Carga de energía consumidas por artefactos (toma corrientes), luminarias y equipo de aire acondicionado, voltaje de entrada.

Se ha considerado cargas por cada tipo de módulo habitacional, detallado en el siguiente cuadro

**Cuadro 3.2. Carga de energía por equipo eléctrico**

EQUIPOS ELECTRICOS						
ORD	DESCRIPCIÓN	WATTS	CANTIDAD	EJECUTIVO	H/DIA	CARGA DIARIA KWH/DIA
1	Aire acondicionado 8000BTUs/H	815	2	1630	4	13.04
2	Aire acondicionado 12000BTUs/H	1220	0	0	0	0
3	Aire acondicionado 18000BTUs/H	1860	0	0	0	0
4	Aire acondicionado 24000BTUs/H	2410	0	0	0	0
5	Televisor 14"	115	1	115	3	0.345
6	Mini componente	100	1	100	8	0.8
7	Estractor de olores en baño	50	1	50	2	0.1
8	Computador	115	1	115	8	0.92
9	Ventilador de pared	300	0	0	0	0
10	Plancha	1200	1	1200	2	2.4
11	Licuadaora	373	0	0	0	0
12	Micro ondas	1000	0	0	0	0
13	Refrigerador convencional 18'	249	0	0	0	0
14	Congelador & Refrigerador vertical industrial	1864	0	0	0	0
15	Congelador horizontal industrial	1119	0	0	0	0
<b>SUBTOTAL 1</b>						<b>17.605</b>

ILUMINACIÓN						
ORD	DESCRIPCIÓN	WATTS	CANTIDAD	EJECUTIVO	H/DIA	CARGA DIARIA KWH/DIA
1	Lampara fluoresente 2x20W	40	2	80	6	0.96
2	Lampara fluoresente 1x40W	40	0	0	0	0
3	Lampara fluoresente 2x40W	80	0	0	0	0
4	Foco ahorrador	30	0	0	0	0
5	Foco incandescente 60W	60	1	60	1	0.06
6	Foco incandescente 100W	100	2	200	3	1.2
<b>SUBTOTAL 1</b>						<b>2.22</b>

<b>TOTAL</b>	<b>19.825</b>
--------------	---------------

ORD	DESCRIPCIÓN	OHMIOS/M
1	Alambre AWG No 12 sólido	20
2	Alambre AWG No 14 sólido	21
3	Alambre tlelefonico AWG 2x20	22

El sistema eléctrico abarca todas las conexiones necesarias para llevar la energía desde la caja de revisión hasta los diferentes puntos de salida, dentro del contenedor.

Toda la acometida desde el poste hasta el Módulo habitacional será mediante manguera negra de ¾ Plg., para luego el cableado ser ingresado a la caja de

revisión eléctrica, la misma que estarán conformadas por breakers de 10,15 y 30 Amperios, para iluminación, tomacorrientes y equipos de aire acondicionado respectivamente, luego de esto el cableado será conducido a través de tubería Conduit de ½ Pulg., hasta las tomas de corriente.

Los cajetines rectangulares, octogonales, uniones y accesorios serán antiexplosión.

Los empalmes necesarios serán realizados mediante el sistema de capuchones o sellos de torsión, los que mejorarán la protección contra los posibles cortos circuitos que puedan presentarse.

El cableado será multifilar con protección plástica en números desde el 12 al 14 AWG utilizándose para tomas de corriente e iluminación el AWG 12 y protección a tierra AWG 14.

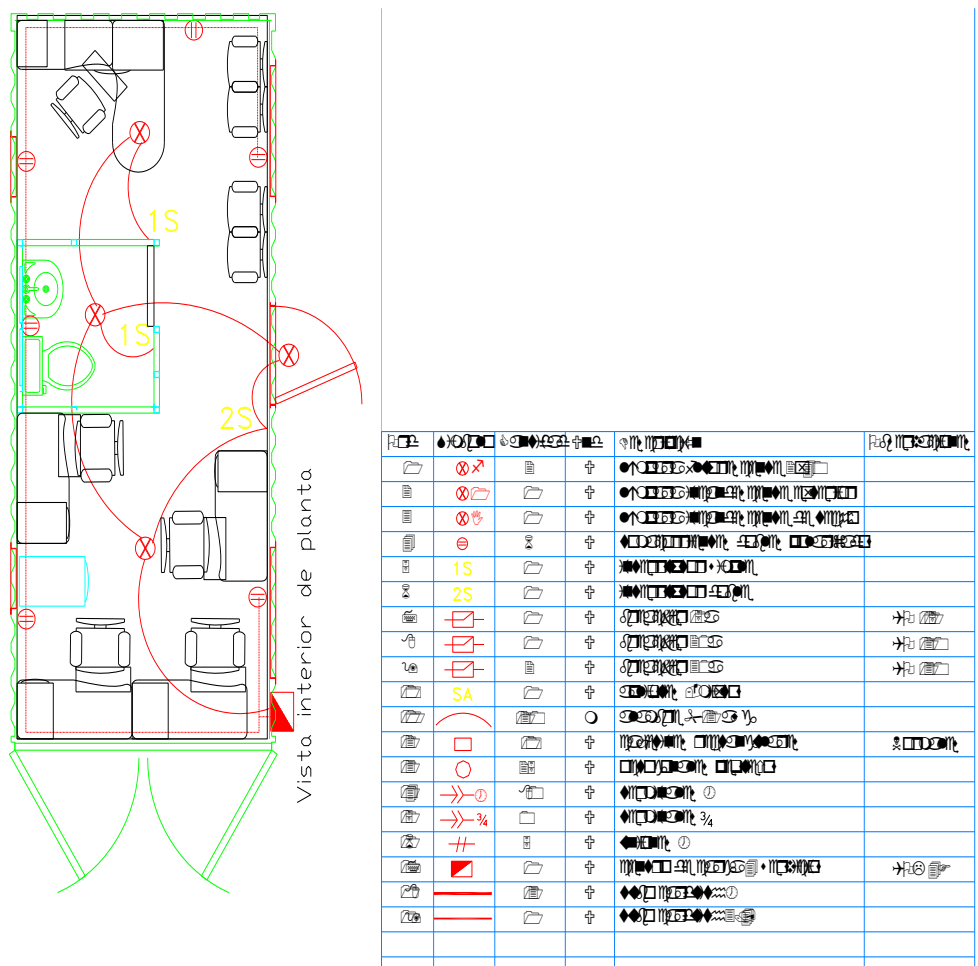


Figura 3.7. Ejemplo de un sistema eléctrico

### **3.3. Determinación de cargas térmicas y climatización**

#### ***Variables y limitantes que intervienen en el proceso***

El comportamiento fisiológico del cuerpo humano demanda que la cantidad de calor interno producido por el cuerpo, sea igual a la cantidad de calor externo perdido. La comodidad de las personas bajo el punto de vista del aire acondicionado, depende de cuatro factores primordiales:

Temperatura, humedad, movimiento y pureza del aire

Para establecer “estándares” de temperatura, humedad, movimiento y pureza del aire, es indispensable encontrar los valores óptimos para que el cuerpo humano tenga la sensación de comodidad. Para este fin se puede utilizar cartas de comodidad, en la que una temperatura determinada con cierta humedad y movimiento de aire produce la misma sensación de calor o frío que otra temperatura, con humedad y movimiento de aire diferentes.

#### ***Temperatura efectiva***

Es un índice empírico del grado de calor que percibe un individuo cuando se expone a varias combinaciones de temperatura, humedad y movimiento de aire. No todas las combinaciones son igualmente confortables, cada combinación produce la misma sensación de calor pero los otros efectos pueden producir sensación de incomodidad. En condiciones máximas tolerables en áreas muy calurosas, sin ventanas y con fuertes cargas de alumbrado, ASHRAE, recomienda que la temperatura efectiva no deba exceder de 85°F.

Para la climatización de los Módulos Habitacionales, se procederá al diseño térmico bajo condiciones de frío y calor de nuestro medio, diseñándolos con sistemas de aislamiento térmico de las paredes y techos similares para las dos condiciones climáticas, pero diferenciándolos en el tipo de equipo de acondicionamiento a utilizar.

### 3.3.1. Calefacción

En invierno por lo general el problema consiste en calentar y humidificar un espacio. Por lo tanto, se trata de determinar la cantidad de Btu/h que se suministra, o bien el volumen de aire requerido. Para valorar esta información, es necesario calcular todas las pérdidas o ganancias de calor que puedan intervenir, como son:

Transmisión de calor sensible a través de paredes, techos y pisos.

Pérdidas de calor sensible o latente debidas al aire que entra al espacio, ya sea por infiltración o por ventilación positiva

Ganancias o pérdidas debidas a otros factores, como persona, motores, etc.

Temperatura interior de diseño a bajas temperaturas

Temperatura de diseño interior, se considera como la temperatura a 5 pies de altura desde el piso, para el caso de los ambientes en los módulos habitacionales, donde el aire tiene muy poca velocidad, es indispensable trabajar con la temperatura promedio del área a calcular.

$$t_p = t_b \left[ 1.0 + 0.02 \left( \frac{H}{2} - 5 \right) \right] (^\circ F)$$

$t_p$  = temperatura promedio en  $^\circ F$

$t_b$  = temperatura a 5 pies,  $^\circ F$

$H$  = altura en pies de piso techo

**Ecuación 3.1.**

#### **Temperatura exterior de diseño a bajas temperaturas**

Temperatura de diseño exterior para bajas temperaturas, siendo esta un promedio de las temperaturas mínimas registradas en el sitio donde se asentarán los campamentos.

Para el caso de los módulos habitacionales, que no poseen cimientos y subsuelos, se recomienda considerar una pérdida de 2(Btu/pie<sup>2</sup>) o, de acuerdo al perímetro, 0.81(Btu/h<sup>°F</sup> pie) lineal.

Para espacios adyacentes que no tiene calefacción, la temperatura de diseño se considera como sigue:

$$t_a = 0.5(t_i + t_e)$$

$t_a$  = temperatura del cuarto adyacente **Ecuación 3.2.**

$t_i$  = temperatura de diseño interior

$t_e$  = temperatura de diseño exterior

La temperatura de la superficie de la pared interna no puede considerarse igual que la temperatura del aire, pues depende de las condiciones de convección de la película de aire circundante y de las condiciones exteriores.

Si la temperatura de la superficie es menor que la temperatura de rocío del aire interior, se formará condensado en las paredes, techos y ventanas, lo cual afectará a las propiedades de los materiales y equipos que componen los diferentes ambientes.

Para calcular la temperatura de la superficie de una pared, de un techo o de un piso, se toma en cuenta la relación entre la resistencia de la película interior de aire circundante con la resistencia térmica del resto de la pared.

$$R = \frac{1}{f_e} + \frac{X_1}{K_1} + \frac{X_2}{K_2} + \dots + \frac{X_n}{K_n} + \frac{1}{f_i}$$

$f_e$  = Coeficiente de convección del aire exterior en  $\frac{Btu}{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ F}$

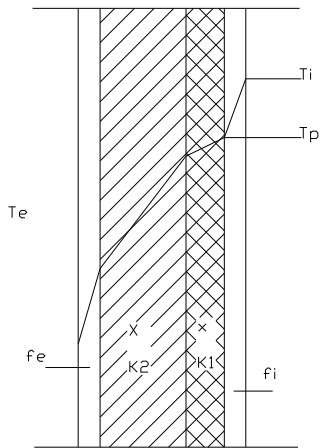
$X_n$  = Espesor de los materiales (pulg)

$K_n$  = Factor de conductividad térmica de los materiales en  $\frac{Btu \text{ pulg}}{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ F}$  **Ecuación 3.3.**

$f_i$  = Coeficiente de convección del aire interior en  $\frac{Btu}{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ F}$

$$f_i = 1.65 \frac{Btu}{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ F} \quad (\text{aire quieto})$$

$$f_e = 6 \frac{Btu}{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ F} \quad (15 \text{mph})$$



**Figura 3.8. Variación de la temperatura a través de una pared**

**Relaciones de temperatura y resistencia térmica**

$$\frac{R_{pel}}{R_{tot}} = \frac{\Delta T_{pel}}{\Delta T_{tot}} \quad \text{Ecuación 3.4.}$$

$$t_p = t_i - \frac{(t_i - t_e)}{f_i * R}$$

*Si  $t_p > t_w$ , no existirá condensación en el interior*

*$t_p$  = temperatura en la pared interna*

*$t_w$  = temperatura de punto de rocío*

**Ecuación 3.5.**

En caso de que la temperatura en la pared, sea menor a la temperatura de punto de rocío, se procederá a aumentar la resistencia de transferencia de calor aumentando el espesor del aislante o seleccionando otro tipo de aislante con un K menor que el inicial.

**Carga de calor**

La carga de calor más importante para calcular la calefacción se debe, por lo general a la transmisión de calor a través de muros, techos y piso, estas pérdidas de calor se pueden determinar a partir de la expresión siguiente:

$$Q = UA(t_i - t_e)$$

$$Q = \text{Pérdida de calor en } \frac{\text{Btu}}{h}$$

$$U = \text{Coeficiente de transmisión de calor en } \frac{\text{Btu}}{h \text{ pies}^2 \text{ } ^\circ F} \quad \text{Ecuación 3.6.}$$

$$A = \text{Área neta en pies}^2$$

$$t_i = \text{Temperatura de diseño interior en } ^\circ F$$

$$t_e = \text{Temperatura de diseño exterior en } ^\circ F$$

La temperatura  $t_i$ , se debe corregir según la altura del espacio, ya que en la ecuación de temperatura de diseño interior, se debe considerar la temperatura media, cuando se trata de calefacción por radiación

Al seleccionar la  $T_i$ , se debe tomar en cuenta la humedad relativa, pues si es muy baja tal vez necesite mayor temperatura para dar la sensación de comodidad.

### **Coeficiente de combinado de transmisión de calor U**

El coeficiente combinado de transmisión de calor U, dado en  $\frac{\text{Btu}}{h \text{ pies}^2 \text{ } ^\circ F}$ , se puede definir como el flujo de calor por hora a través de 1 pie<sup>2</sup> de barrera, cuando la diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior es 1°F.

$$U = \frac{1}{K} \quad \frac{\text{Btu}}{h \text{ pies}^2 \text{ } ^\circ F} \quad \text{Ecuación 3.7.}$$

Siendo el recíproco del coeficiente de transmisión de calor, es la resistencia al flujo de calor que oponen por un lado los diferentes materiales de que está compuesta la barrera y por otro lado, las películas de aire interior y exterior que tienden a adherirse a las superficies de la barrera.

El flujo de calor que se transmite por los materiales que forman la barrera se lleva a cabo por conducción, y la transmisión en las películas de aire es por convección entre las superficies y el aire.

Infiltración de aire.

Es el frío que penetra en el interior, a través de las ranuras de puertas, ventanas y aberturas. Esta pérdida depende del tipo de sello existente entre puertas y ventanas y de la velocidad del viento. Consiste en medir la longitud de todas las ranuras de puertas y ventanas y el uso de la tabla experimental, que presenta la cantidad de pies<sup>3</sup>/min o pies<sup>3</sup>/h por pie lineal de ranura, esto permitirá calcular la infiltración total.

Infiltración de aire a través de muros.

La infiltración a través de muros se puede dejar de considerar en la mayoría de los casos, aunque en construcciones muy pobres pueden ser muy considerables

### **3.3.2. Refrigeración**

El proceso de refrigeración consiste en reducir la temperatura y mantenerla más baja que su alrededor de un espacio a su alrededor o de un producto

#### ***Cargas de calor***

Es la cantidad de calor que debe retirarse del espacio a refrigerar, para reducir o mantener la temperatura deseada, en la mayoría de los casos, la carga de calor es la suma del calor que se fuga al espacio refrigerado a través de paredes, rendijas, ranuras, etc., más el calor que produce algún producto por refrigerar o motores eléctricos, alumbrado, personas, etc.

#### ***Proceso sensible***

La temperatura del refrigerante varía al absorber calor.

#### ***Proceso latente***

Cuando la temperatura del refrigerante, al absorber calor, permanece constante y causa cambio de estado

En los dos casos la temperatura del refrigerante es menor que la temperatura del espacio por refrigerar.

#### ***Capacidad del sistema***



Es la cantidad de calor extraído del espacio a refrigerar. Se designa en Btu/h o en toneladas de refrigeración

### ***Cargas de refrigeración***

Para este proyecto, se considerarán únicamente el concepto de aire acondicionado para comodidad, más el tema de refrigeración industrial quedará de lado pues no se trata de cuartos fríos industriales. En el espacio a refrigerar, la cantidad de calor que debe removerse con el equipo de refrigeración se debe principalmente a ganancias de calor que se detallan a continuación

### ***Cargas por ganancia de calor***

Ganancias de calor debido a la transmisión a través de las barreras que pueda haber, tales como paredes, ventanas, puertas, techos, particiones y pisos, y que se ocasiona por la diferencia de temperatura entre los dos lados de la barrera

Ganancia de calor debido al efecto solar transmitido a través de cristales y absorbido en el interior del espacio

Ganancia de calor debido al efecto solar absorbido por las paredes o techos expuestos a los rayos solares y posteriormente transmitidos al interior

Ganancia de calor debido al aire de infiltración

Ganancia de calor debido a los ocupantes

Ganancia de calor debido a máquinas, alumbrado o cualquier equipo que genere calor.

Ganancia de calor debido al aire de ventilación

### ***Ganancias de calor debido a la transmisión a través de las barreras***

La ganancia de térmica a través de paredes, piso y techo varía de acuerdo con: el tipo de construcción, el área expuesta a temperaturas diferentes, el tipo y espesor del aislamiento y la diferencia de temperatura entre el espacio refrigerado y el aire ambiente

A fin de reducir la transferencia de calor, el factor de conductividad térmica (basado en la composición del material) deberá ser tan pequeño como posible y el material aislante tan grueso como económicamente posible.

La transmisión de calor se obtiene de forma similar a los cálculos de calefacción

$$Q = UA(t_i - t_e)$$

$$Q = \text{Pérdida de calor en } \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$U = \text{Coeficiente de transmisión de calor en } \frac{\text{Btu}}{\text{h pies}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} \quad \text{Ecuación 3.6.}$$

$$A = \text{Área neta en pies}^2$$

$$t_i = \text{Temperatura de diseño interior en } ^\circ\text{F}$$

$$t_e = \text{Temperatura de diseño exterior en } ^\circ\text{F}$$

Temperatura interior de diseño 70-80°F.

La temperatura exterior se seleccionara de tablas de acuerdo al lugar , la temperatura de bulbo seco.

### ***Ganancia de calor debida al efecto solar***

El calor del sol, que recibe la tierra, varía desde un mínimo desde 415 Btu/h-pie<sup>2</sup> a 445Btu/h-pie<sup>2</sup>. la cantidad que llega a la superficie de la tierra se reduce considerablemente por dispersión, o reflexión al espacio y por absorción de la atmósfera. El calor del sol que llega a la tierra a través de la atmósfera se conoce como radiación directa, y el calor que se dispersa se llama radiación del cielo o espacio.

### ***Calor ganado por los cristales***

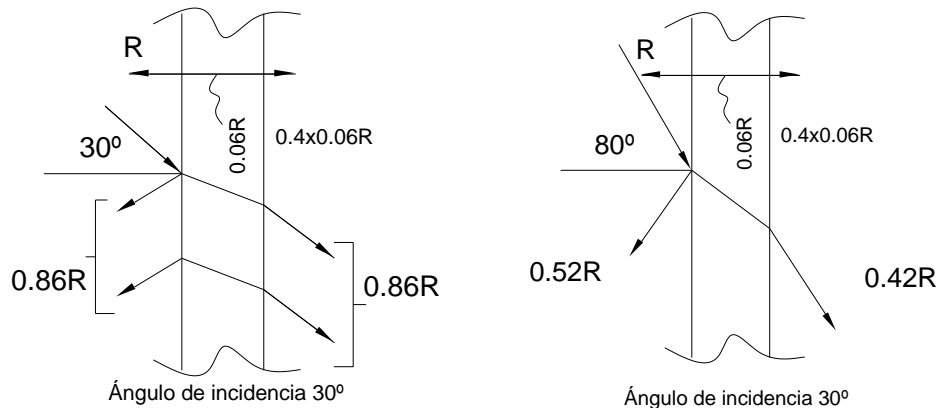
El calor que se gana en un espacio a través de los cristales depende de lo siguiente:

Latitud del lugar, orientación de los cristales, claridad de los cristales, claridad de la atmósfera, tipo de cristal usado, dispositivo para sombrear

Un cristal ordinario absorbe alrededor del 6% de la energía solar y refleja o transmite el resto

La relación de la energía transmitida con la energía reflejada depende el ángulo de incidencia.

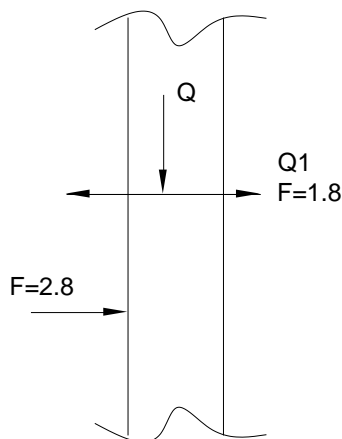
Se supone que la energía radiante transmitida por una ventana no afecta la diferencia de temperatura que hay a los lados de dicha ventana  
 Cuando los rayos solares chocan contra una ventana de cristal ordinario, se comporta de la siguiente manera:



**Figura 3.9. comportamiento de los rayos solares al chocar contra el cristal de una ventana**

Comportamiento de los rayos solares al chocar contra el cristal de una ventana,

El calor que absorbe el cristal, es el 6% del calor total incidente; de este 6% se transmite el 40%, o sea 2.4%. el 40% transmitido al espacio depende del coeficiente de la película exterior ( $2.8 \text{ Btu/h-pie}^2$ ) y el coeficiente de la película interior ( $1.8 \text{ Btu/h-pie}^2$ ), como se detalla en la siguiente figura.



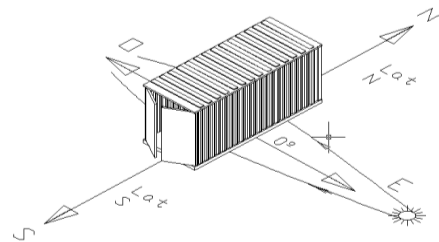
**Figura 3.10. Distribución del calor absorbido por el cristal**

Generalizando la forma de encontrar el calor transmitido al espacio a través de los cristales por el efecto solar, es el siguiente.

En la tabla 3.3.,es encuentra de acuerdo a la latitud y orientación, la ganancia de calor  $q_1$  en  $\text{Btu/h-pie}^2$ , en los datos tabulados se considera toda el área de una ventana que tenga aproximadamente el 85% de cristal; en casos donde la ventana sea del tipo estructural de lámina de hierro y el cristal ocupe más del 85% de la superficie se acostumbra multiplicar la ganancia de calor por el factor 1.17

**Tabla 3.3. Ganancia de calor solar a través de cristales**

GANANCIA DE CALOR SOLAR A TRAVÉS DE CRISTALES				
0° Latitud Norte		0° Latitud Sur		Btu/h pies <sup>2****</sup>
Epoca del año	Fachada del edificio	Fachada del edificio	Epoca del año	
Jun-21	Norte	Sur	Dic-22	82
	Noreste	Sureste		156
	Este	Este		147
	Sureste	Noreste		42
	Sur	Norte		14
	Suroeste	Noroeste		42
	Oeste	Oeste		147
	Noroeste	Suroeste		156
	Tragaluz plano	Tragaluz plano		226



**De Modern Air Conditioning, Heating and Ventilación 3er edición, Willia H. Carrier.**

Cuando el cristal no es estándar y la ventana no tiene algún dispositivo para sombrear, la ganancia de calor se multiplica por el factor  $f_1$ , dado en la tabla 3.4., columna 1.

**Tabla 3.4. Factores de corrección para diferentes tipos de dispositivo protector contra la luz solar**

Cuando la ventana tiene algún dispositivo para tapan el sol como persianas interiores o exteriores, la ganancia de calor se multiplica por el factor  $f_2$  de la tabla 3.4. columna 2-6

La tabla 3.3., está basada en un ambiente exterior, cuya temperatura de rocío es de  $68^\circ\text{F}$  ( $t_{bs}=95^\circ\text{F}$ ,  $t_{bh}=75^\circ\text{F}$ ). añádase 7% por cada  $10^\circ\text{F}$  arriba de  $66.8^\circ\text{F}$ ., esta corrección se hace solo cuando se requiere mucha precisión

Por cada 1000 pies sobre el nivel del mar, debe incrementarse la ganancia de calor un 0.7%

SELECCION Y LUEGO INGRESE EL VALOR DEL FACTOR DE CORRECCIÓN			
Opción	Clase de vidrio	Persiana a 45	
1	Vidrio común	1	<a href="#">Return</a>

Ord	Clases de vidrios	Factor para cristal sin sombra $f_1$	Persiana abierta a 45° (interior) $f_2$		
			Color claro	Color medio	Color oscuro
1	Vidrio común	1	0.56	0.65	0.75
2	Placa regular de vidrio (1/4plg)	0.94	0.56	0.65	0.74
3	Vidrio absorbente de calor 40 a 48% de absorción	0.8	0.56	0.62	0.72
4	Vidrio absorbente de calor 48 a 56% de absorción	0.73	0.53	0.59	0.63
5	Vidrio absorbente de calor 56 a 70% de absorción	0.62	0.51	0.54	0.56
6	Vidrio doble con vidrio común	0.9	0.51	0.61	0.67
7	Vidrio doble placa regular de vidrio	0.8	0.53	0.59	0.65
8	Vidrio común (interior), 48 a 56% absor (exterior)	0.52	0.36	0.39	0.43
9	Vidrio doble placa regular interior	0.5	0.39	0.39	0.43
10	Vidrio triple con vidrio común	0.83	0.48	0.56	0.64
11	Vidrio triple con placa regular	0.69	0.47	0.52	0.57
12	Vidrio pintado claro	0.28			
13	Vidrio pintado medio	0.39			
14	Vidrio pintado oscuro	0.5			
15	Vidrio polarizado color ámbar	0.7			
16	Vidrio polarizado color rojo oscuro	0.56			
17	Vidrio polarizado color azul oscuro	0.6			
18	Vidrio polarizado color verde oscuro	0.32			
19	Vidrio polarizado color verde grisáceo	0.46			
20	Vidrio polarizado opalescente claro	0.43			
21	Vidrio polarizado opalescente oscuro	0.37			

De Modern Air Conditioning, Heating and Ventilación 3er edición, Willia H. Carrier.

En lugares donde la atmósfera está muy contaminada de humos y polvos o vapores puede reducirse el valor de la ganancia de calor hasta en un 10 o 15% Debido a que la tabla 3.3., se estimo en el mes de julio y como la tierra está más cerca del sol en enero que en julio, en las latitudes norte cerca del ecuador, la ganancia se suele incrementar 7%. Lo mismo se hace en este mes, en las latitudes sur

Cuando por alguna circunstancia como el espesor de los muros o bien construcciones adyacentes proporciona sombra a los cristales, se suele hacer una disminución a la ganancia de calor

De los factores que afectan la ganancia de calor tabulado en la tabla 3.4., y en los de mayor importancia, son:

Cuando no existe dispositivo sombreador

$$q=q'xf_1xA$$

**Ecuación 3.8.**

Cuando sí existe dispositivo sombreador

$$q=q'xf_2xA$$

**Ecuación 3.9.**

Calor total

$$q=q'x[(Fxf_2)+(1-Fx f_1)]$$

**Ecuación 3.10.**

$q$ = Ganancia total en la ventana en Btu/h

$q'$ = Ganancia máxima de calor en una ventana debido al efecto solar tabla 3.3., en Btu/h-pie<sup>2</sup>

$f_1$ = Factor de corrección cuando no existe dispositivo sombreador, tabla 3.4.

$f_2$ = Factor de corrección cuando sí existe dispositivo sombreador, tabla 3.4.

$F$ = Fracción de ventana que se considera sombreada cuando existe un dispositivo parcial de sombreado

$A$ = Área del cristal en pies<sup>2</sup>

### ***Temperatura de diseño***

Temperatura de diseño exterior e interior, para aplicaciones de aire acondicionado y de refrigeración, la carga máxima ocurre durante un clima caluroso. No es económico ni práctico, sin embargo, diseñar equipos para la temperatura máxima, ya que podría durar unas cuantas horas en un periodo de varios años. Por tanto la temperatura de diseño será menor que la temperatura pico.

### ***Calor ganado a través de muros y techos***

El factor principal de radiación en la carga por refrigeración es la ganancia térmica proveniente de los rayos solares. Si las paredes del espacio refrigerado están expuestas al sol, se le agregará la carga de calor adicional.

Un método simplificado para estimar este efecto aparece en la tabla 3.5., los factores que se muestran en °F, para diversas condiciones y ubicaciones, deben agregarse a la diferencia normal en temperatura entre las condiciones de diseño interior y exterior.

**Tabla 3.5. Tolerancia de temperatura debida al efecto solar**

**TOLERANCIA DE TEMPERATURA DEBIDA AL EFECTO SOLAR (Tes)**

TIPO DE ESTRUCTURA	PARED (°F)			TECHO
	ESTE	SUR	OESTE	
Superficie de color oscura (pizarra, brea, tejas de asfalto negro, pintura negra)	8	5	8	20
Superficie de color medio (tabiques, teja roja, madera sin pintar, cemento oscuro)	6	4	6	15
Superficie clara (piedra blanca, cemento de color claro, tejas de asfalto blanco, pintura blanca)	4	2	4	9

$Q_{es} = U * A_{expuesta} * [(t_e - t_i) + T_{es}] \text{ (Btu/h)}$

De, AIR-

**CONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE, Manual de aire refrigeración y aire acondicionado Tomo III, Tercera edición.**

**Infiltración de aire**

El aire exterior que ingresa al espacio refrigerado debe ser reducido a la temperatura de almacenamiento, incrementando así la carga de refrigeración. Si el contenido de humedad del aire que entra está por arriba del espacio refrigerado, la humedad en exceso se condensará en el aire, aumentando así la carga de refrigeración.

Para el cálculo de la infiltración del aire se deberá determinar la velocidad del flujo a través de la puerta abierta, esto se calcula la velocidad de infiltración  $ft^3/min$ .

Calculándose el calor latente de la siguiente forma:

$Q_l = 0.68 * V * (W_e' - W_i') \text{ (Btu / h)}$

**Ecuación 3.11.**

$Q_l = \text{Calor latente ganado}$

$V = \text{Volumen en } ft^3 / \text{min}$

$W_e' = \text{Humedad específica exterior en } gr_{H_2O} / Lb_{aire}$

$W_i' = \text{Humedad específica interior en } gr_{H_2O} / Lb_{aire}$

**Calor sensible ganado**

$Q_s = 1.08 * V * (t_e - t_i) \text{ (Btu / h)}$

$Q_s = \text{Calor sensible ganado}$

$V = \text{Volumen en } ft^3 / \text{min}$

$t_e = \text{temperatura de diseño exterior en } ^\circ F$

$t_i = \text{temperatura de diseño interior en } ^\circ F$

**Ecuación 3.12.**

### **Ganancia de calor debida a personas**

La ganancia de calor producida por los ocupantes del espacio a enfriar está tabulada, y depende de la propia actividad que las personas desarrollen dentro del espacio y de la temperatura de ambiente, considerándose como ganancia sensible y latente. También existen curvas y tablas que proporcionan el calor generado por personas a partir de temperaturas de comodidad, o bien a partir de los ft-lb/h que desarrolla un individuo.

**Tabla 3.6. Ganancia de calor por ocupantes**

<b>Ganancia de calor por los ocupantes</b>				
Seleccione el número de actividad				
Numero de actividad	Grado de actividad	Aplicación típica	Calor sensible (Btu/h)	Calor latente (Btu/h)
4	Trabajo de oficina moderadamente activo	Oficinas, hoteles, apartamentos	250	200
Numero de actividad	Grado de actividad	Aplicación típica	Calor sensible (Btu/h)	Calor latente (Btu/h)
1	Sentados en reposo	Teatros matines	225	105
2	Sentados en reposo	Teatro nocturnos	245	105
3	Sentados trabajo de oficina muy ligero	Oficinas, hoteles, apartamentos	245	255
4	Trabajo de oficina moderadamente activo	Oficinas, hoteles, apartamentos	250	200
5	De pie, trabajo ligero, caminando lentamente	Tiendas de departamentos, tiendas de menudeo	250	200
6	Caminando, sentados, de pie, caminando lentamente	Farmacias, bancos	250	250
7	Trabajo sedentario	Restaurantes	275	275
8	Trabajo ligero de banco	Fábricas	275	475
9	Baile moderado	Salón de baile	305	545
10	Caminar 3mph, trabajo ligeramente pesado	Fábrica	375	625
11	Boliche, trabajo pesado	Pista de boliche, fábrica	580	870

El valor de calor total ajustado para el trabajo sedentario, restaurante, incluye 60Btu/h de alimentos por individuo (30Btu/h sensibles, 30 Btu/h latentes)

Para el boliche, calcule una persona por pista tirando en ese momento, y todos los demás sentados (400Btu/h) o de pie (550Btu/h)

Los valor arriba citados se basan en una temperatura de bulbo seco de habitación de 75°F. En caso de una temperatura de bulbo seco de habitación de 80°F, la ganancia total de calor se mantiene igual, pero los valores de calor sensible deberán reducirse en

Esta tabla fue extraída del ASHRAE, handbook 1993: Fundamentals.



### **Ganancia de calor debida al equipo misceláneo**

Para obtener la ganancia de calor debida al equipo que se tenga instalado en el espacio por acondicionar, se recurren a tablas experimentales tabla xxx5, a veces se acostumbra a incrementar un 10% por alguna contingencia imprevista que pueda ocurrir.

**Tabla 3.7. Ganancia de calor debida a equipos**

GANANCIA DE CALOR DEBIDA A EQUIPO MISCELÁNEO				
Numero	Dispositivo	Calor disipado durante el		Unidad
		Sensible	Latente	
2	Marmita por lb. de capacidad de alimentos	86	50	Lb

Numero	Dispositivo	Calor disipado durante el funcionamiento (Btu/h)		Unidad
		Sensible	Latente	
1				
2	Marmita por lb. de capacidad de alimentos	86	50	Lb
3	Marmita a presión por lb de capacidad de alimentos	109	54	Lb
4	Licuadora, por cuarto de gl de capacidad	1000	520	1/4 lb
5	Gabinete ( Self service de mantener caliente grande (16.2 a 17.3 pies <sup>3</sup> )	610	340	Unidad
6	Gabinete ( Self service de servicio grande 37.4 a 40.6 pies <sup>3</sup> )	610	310	Unidad
7	Gabinete ( Self service de mantener caliente pequeño 3.2 a 6.4 pies <sup>3</sup> )	270	140	Unidad
8	Gabinete ( Self service de mantener muy caliente 17.3 pies <sup>3</sup> )	1880	960	Unidad
9	Abrelatas	580	0	Unidad
10	Plancha calentadora 2 quemadores a gas	1500	790	Unidad
11	Plancha calentadora 2 quemadores eléctricos	230	110	Unidad
12	Cafetera 12 tasas / 2 quemadores	3750	1910	Unidad
13	Urna cafetera por cuarto de gl de capacidad	908	445	1/4 gl
14	Asistente de cocina grande tazón 18"	2560	0	Unidad
15	Asistente de cocina pequeño tazón 14"	1260	0	Unidad
16	Lavavajillas (tipo capuchón, con sanitización química), por 100 platos/h	170	370	Unidad
17	Secador de pelo tipo soplador	2300	400	Unidad
18	Secador de pelo tipo casco	1870	330	Unidad

Esta tabla fue elaborada en base al ASHRAE handbook 1993 y De Air Conditioning and Refrigeration, 4ta edición por Burgess H. Jennings.

### 3.3.3. Selección de materiales y equipos

Para equipos de refrigeración producidos en masa, la carga generalmente la especifica el fabricante. El equipo de refrigeración se preselecciona de acuerdo a la ganancia de calor debido a cada uno de los factores que contribuyen a la carga total. La carga se estima con base a un periodo de 24 horas y la capacidad horaria del compresor se determina dividiendo la carga de 24 horas entre el número deseado de horas de operación del compresor en dicho periodo de 24 horas. Debe incluirse un factor de seguridad razonable para permitir que la unidad pueda recuperarse con rapidez después de una elevación de temperatura, y poder hacer frente a cualquier carga mayor a la originalmente estimada.

Para asegurarse que el equipo no resultara pequeño, como medida conservadora, a menudo se agrega un factor del 5 al 10% de los cálculos de la carga

### 3.3.4. Ejemplo de cálculo y manejo de tablas para determinar la carga térmica

Modelo en estudio: Operativo, Dormitorio Obreros 2

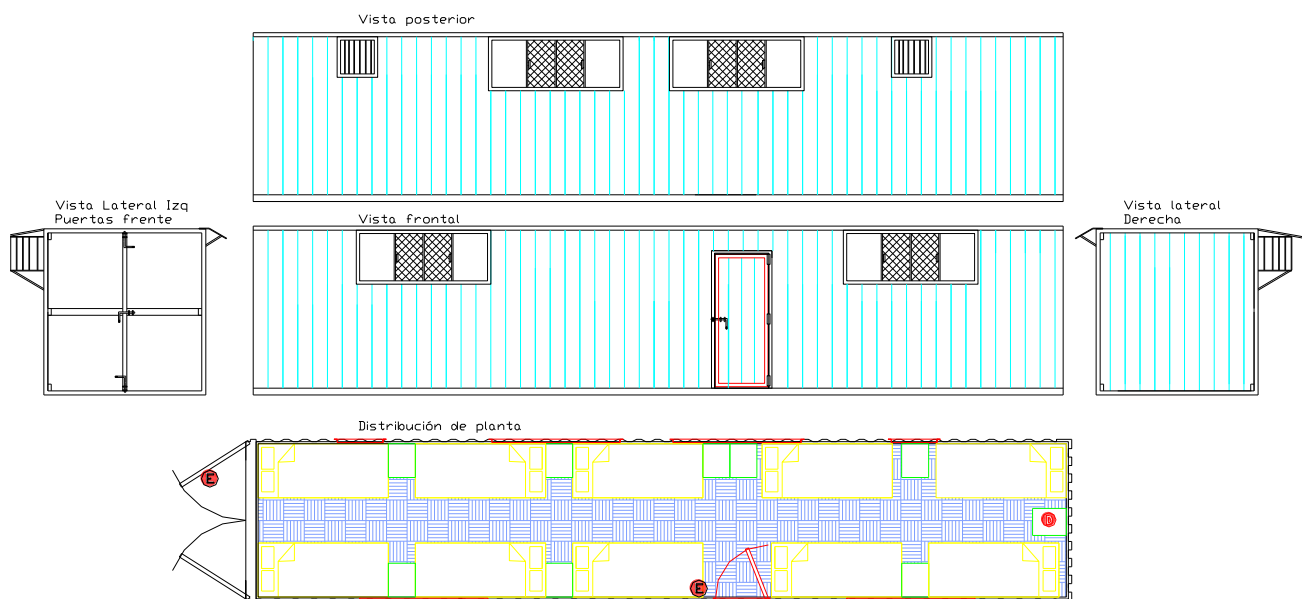


Figura 3.10

## . Modelo Operativo Dormitorio de obreros 2

Datos de paredes:

Acero A 570 e=4mm, aislamiento Poliéstireno expandido e=20mm, tablero aglomerado e=9mm

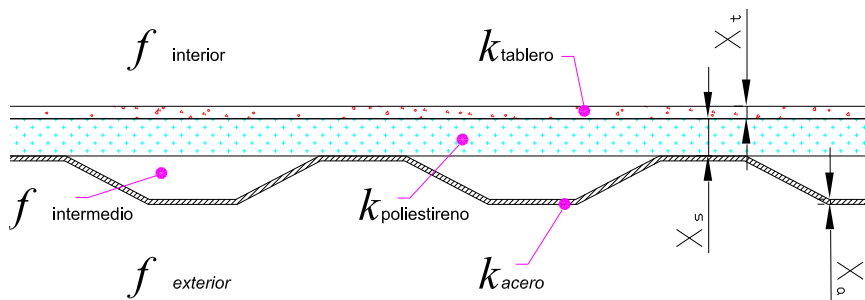
Datos de techo:

Acero A 570 e=4mm, Poliéstireno expandido e=30mm, tablero aglomerado e=9mm.

Temperatura: exterior bulbo seco 27°C, interior bulbo seco 19°.

Procedimiento para cálculo de coeficientes de transferencia térmica:

Coeficientes de pared



$R$  = Resistencia térmica

$f$  = Coeficiente de convección del aire exterior, intermedio e interior

$x$  = espesor del componente de la pared

$k$  = Coeficiente de conductividad térmica

$U$  = Coeficiente de transmisión de calor

$$R = \frac{1}{f_{\text{aire exterior}}} + \frac{x_a}{k_{\text{acero}}} + \frac{x_s}{k_{\text{styrafoam}}} + \frac{x_t}{k_{\text{tablero}}} + \frac{1}{f_{\text{aire intermedio}}} + \frac{1}{f_{\text{aire interior}}}$$

$$R = \frac{1}{0.17} + \frac{4/25.4}{314.4} + \frac{20/25.4}{0.252} + \frac{9/25.4}{0.65} + \frac{1}{0.85} + \frac{1}{0.61}$$

$$R = 5.30 \frac{h * ft^2 * ^\circ F}{BTU * in}$$

$$U = \frac{1}{R}$$

$$U = \frac{1}{5.30}$$

$$U = 0.19 \frac{Btu}{h * ft^2 * ^\circ F}$$

$$Q_{\text{paredes}} = U * (A_{\text{paredes}} - A_{\text{puertas}} - A_{\text{ventanas}}) * (T_e - T_i)$$

$$Q_{\text{paredes}} = 0.19 \frac{Btu}{h * ft^2 * ^\circ F} * [(12 * 2.44 + 2.44^2) m^2 * 2 - 0.85 * 2 * 1 - 4 * 1.90 * 0.7] * \frac{3.28^2 ft^2}{1 m^2} * (80.6 - 66.6) ^\circ F$$

$$Q_{\text{paredes}} = 1816.92 \frac{BTU}{h}$$

### Carga de piso

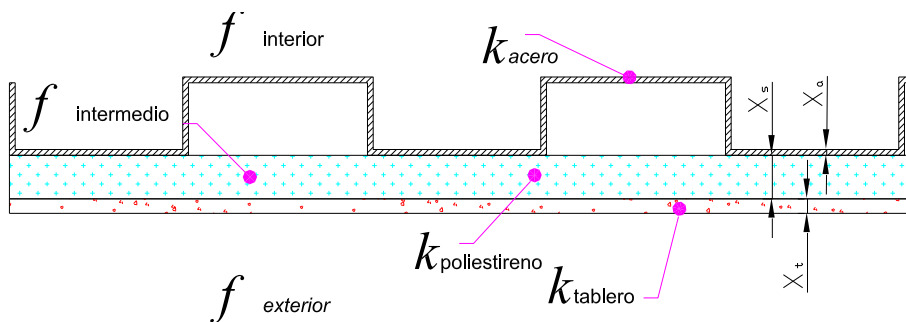
$$Q_{piso} = f_{piso} * A_{piso} * (Te - Ti)$$

$$f_{piso} = 0.24 \frac{BTU}{h * ft^2 * ^\circ F} \text{ Coeficiente } U \text{ de piso no acondicionado}$$

$$Q_{piso} = 0.24 \frac{Btu}{h * ft^2 * ^\circ F} * (12 * 2.44)m^2 * \frac{3.28^2 ft^2}{1m^2} * (80.6 - 66.6)^\circ F$$

$$Q_{piso} = 1071.34 \frac{BTU}{h}$$

### Coeficientes de techo



$$R = \frac{1}{f_{aire exterior}} + \frac{x_a}{k_{acero}} + \frac{x_s}{k_{styrofoam}} + \frac{x_r}{k_{tablero}} + \frac{1}{f_{aire intermedio}} + \frac{1}{f_{aire interior}}$$

$$R = \frac{1}{0.17} + \frac{4/25.4}{314.4} + \frac{30/25.4}{0.252} + \frac{9/25.4}{0.65} + \frac{1}{0.74} + \frac{1}{0.61}$$

$$R = 6.75 \frac{h * ft^2 * ^\circ F}{BTU * in}$$

$$U = \frac{1}{R}$$

$$U = \frac{1}{6.75}$$

$$U = 0.15 \frac{Btu}{h * ft^2 * ^\circ F}$$

$$Q_{techo} = U * A_{techo} * (Te - Ti)$$

$$Q_{techo} = 0.15 * (12 * 2.44) * \frac{3.28^2 ft^2}{1m^2} * (80.6 - 66.2)^\circ F$$

$$Q_{techo} = 661.71 \frac{BTU}{h}$$

## GANANCIA DE CALOR A TRAVÉS DE LOS CRISTALES

$Q_{g.c.}$  = Calor ganado a través de los cristales, a horas de mayor calor y de acuerdo a la latitud y orientación, la ganancia de calor  $q_1$  en  $Btu/h-pie^2$

$$Q_{cristales} = f_{vidrio} * Q_{ganadopor cristales} * A_{ventanas}$$

$f_{vidrio}$  = Factor de corrección por dispositivo de sombra

$$f_{vidrio} = 1 \quad \text{Vidrio común}$$

$$Q_{techo} = 1 * 2 \left[ 147 \frac{BTU}{h * ft^2} * 2 * (1.90 * 0.7)m^2 * \frac{3.28^2 ft^2}{1m^2} \right]$$

$$Q_{techo} = 8417.60 \frac{BTU}{h}$$

## GANANCIA DE CALOR A TRAVÉS DE PUERTAS

$$Q_{cristales} = U_{puerta} * A_{puerta} * (Te - Ti)$$

$U_{puerta} = 0.32$  Coeficiente para materiales mixtos

$$Q_{techo} = 0.32 \frac{BTU}{h * ft^2 * F} \left[ 0.85 * 2m^2 * \frac{3.28^2 ft^2}{1m^2} \right] * (80.6 - 66.6)^\circ F$$

$$Q_{techo} = 84.80 \frac{BTU}{h}$$

## GANANCIA DE CALOR A TRAVÉS DE VENTANAS

$$Q_{Ventanas} = U_{ventana} * A_{ventana} * (Te - Ti)$$

$U_{ventana} = 1.06$  Factor de transmisión de ventana

$$Q_{ventana} = 1.06 \frac{BTU}{h * ft^2 * F} * 4 \left[ 1.9 * 0.7m^2 * \frac{3.28^2 ft^2}{1m^2} \right] * (80.6 - 66.6)^\circ F$$

$$Q_{techo} = 874.06 \frac{BTU}{h}$$

### CARGA TOTAL 1

$$Q_{total} = Q_{Paredes} + Q_{techo} + Q_{ventanas} + Q_{puertas} + Q_{cristales} + Q_{piso}$$

$$Q_{total} = 12925.90 \left( \frac{BTU}{h} \right)$$

## CARGA POR CAMBIO DE AIRE EN 24 HORAS

### CALOR SENSIBLE

$$Q_{s_{\text{cambiodeaire}}} = 1.08 * V_{\text{contenedor}} \text{ ft}^3 * N_{\text{cambios}/24\text{h}} * \Delta \text{Humedad específica (gr H}_2\text{O/lb aire)}$$

$$Q_{s_{\text{cambiodeaire}}} = 1.08 * 2439.08 \text{ ft}^3 * 10.90 * (111_{@80.6^\circ\text{F}} - 58_{@60.6^\circ\text{F}}) / 24\text{h} / 60 \text{ min}$$

$$Q_{s_{\text{cambiodeaire}}} = 287.19 \left( \frac{\text{BTU}}{\text{h}} \right)$$

### CALOR LATENTE

$$Q_{l_{\text{cambiodeaire}}} = 0.68 * V_{\text{contenedor}} \text{ ft}^3 * N_{\text{cambios}/24\text{h}} * \Delta \text{Humedad específica (gr H}_2\text{O/lb aire)}$$

$$Q_{l_{\text{cambiodeaire}}} = 0.68 * 2439.08 \text{ ft}^3 * 10.90 * (111_{@80.6^\circ\text{F}} - 58_{@60.6^\circ\text{F}}) / 24\text{h} / 60 \text{ min}$$

$$Q_{l_{\text{cambiodeaire}}} = 665.53 \left( \frac{\text{BTU}}{\text{h}} \right)$$

## CALOR GANADO POR PERSONAS

### CALOR SENSIBLE

$$Q_{PS} = N_{\text{PERSONAS}} * Q_{\text{sensible}}$$

$$Q_{PS} = 10 * 255 \left( \frac{\text{BTU}}{\text{h}} \right)$$

$$Q_{PS} = 2550 \left( \frac{\text{BTU}}{\text{h}} \right)$$

### CALOR LATENTE

$$Q_{PL} = N_{\text{PERSONAS}} * Q_{\text{LATENTE}}$$

$$Q_{PL} = 10 * 105 \left( \frac{\text{BTU}}{\text{h}} \right)$$

$$Q_{PL} = 1050 \left( \frac{\text{BTU}}{\text{h}} \right)$$

## GANANCIA DE CALOR A TRAVÉS DE RANURAS DE PUERTAS Y VENTANAS

*Q<sub>sensible</sub>*

$$Q_{\text{infiltración}} = 1.08(V_{\text{puertas}} + V_{\text{ventanas}}) * (T_e - T_i) \left( \frac{BTU}{h} \right)$$

$$V_p = \text{Volumen de aire en } \frac{ft^3}{\text{min}}$$

$$V_p = \dot{f}_p * \text{Long. ranura de puertas}$$

$$\dot{f}_p = 1.2 \left( \frac{ft^3}{\text{min} * ft_{\text{ranura}}} \right)$$

$$\dot{f}_v = 0.78 \left( \frac{ft^3}{\text{min} * ft_{\text{ranura}}} \right)$$

$$Q_{i_{\text{puerta}}} = 1.08 * 1.2 \left( \frac{ft^3}{\text{min} * ft_{\text{ranura}}} \right) * (2 + 0.85)m * 2 * \frac{3.28 ft}{m} * (80.6 - 66.6)^\circ F$$

$$Q_{i_{\text{ventana}}} = 1.08 * 0.78 \left( \frac{ft^3}{\text{min} * ft_{\text{ranura}}} \right) * (1.9 + 0.7)m * 8 * \frac{3.28 ft}{m} * (80.6 - 66.6)^\circ F$$

$$Q_{i_{\text{total}}} = Q_{i_{\text{ventana}}} + Q_{i_{\text{puerta}}}$$

$$Q_{i_{\text{total}}} = 1176.71 \frac{BTU}{h}$$

## CARGA POR HUMIDIFICACIÓN

*CALOR LATENTE*

$$Q_h = 0.67 * V_{\text{infiltración}} \frac{ft^3}{\text{min}} * \Delta \text{Humedad específica (gr}_{H_2O} / \text{lb}_{\text{aire}})$$

$$Q_{s_{\text{cambiodeaire}}} = 0.67 * 75.66 \frac{ft^3}{\text{min}} * (111_{@80.6^\circ F} - 58_{@60.6^\circ F})$$

$$Q_{s_{\text{cambiodeaire}}} = 2686.79 \left( \frac{BTU}{h} \right)$$

## CALOR GANADO POR EFECTO SOLAR

### CALOR SENSIBLE

$$Q_{E.S.} = U_{Paredes} * \sum A_{paredes} * (\Delta T + T_{ES}) + U_{Techo} * A_{Techo} * (\Delta T + T_{ES})$$

$$Q_{E.S.} = 0.19 \left( \frac{BTU}{h * ft^2 * ^\circ F} \right) * 11034 (ft^2 * ^\circ F) + 0.15 \left( \frac{BTU}{h * ft^2 * ^\circ F} \right) * 309.99 ft^2 * (14.6 + 9) ^\circ F$$

$$Q_{E.S.} = 3158 \left( \frac{BTU}{h} \right)$$

### CALOR GANADO POR LÁMPARAS Y MOTORES

#### CALOR SENSIBLE

$$TRANSFORMAR DE WATT \text{ ó } HP \text{ A } \frac{BTU}{h}$$

$$Q_{Lámparas} = N_{LAMPARAS} * Q_{sensible}$$

$$Q_{Lámparas} = 2 * 170 \left( \frac{BTU}{h} \right)$$

$$Q_{Lámparas} = 340 \left( \frac{BTU}{h} \right)$$

$$Q_{Motores} = N_{motores} * Q_{sensible}$$

$$Q_{Motores} = 1 * 848.25 \left( \frac{BTU}{h} \right)$$

$$Q_{Motores} = 848.25 \left( \frac{BTU}{h} \right)$$

En el modelo en estudio no presenta computadores, en el caso que algún modelo los tuviese se procederá de la misma manera para motores y lámparas.

Cuadro de resumen de cargas sensibles y latentes

#### Cuadro 3.2. Resumen de cargas existentes en Dormitorio de obreros 2



Cargas	Calor sensible	Calor latente
	Btu/h	Btu/h
<b>Carga sensible por infiltración ventanas y puertas</b>	1176.71	0.00
<b>Carga por cambio de aire en 24 horas</b>	287.19	665.53
<b>Carga por humidificación</b>	0.00	2686.79
<b>Carga por efecto solar</b>	3158.15	
<b>Personas</b>	2250.00	1050.00
<b>Lámparas</b>	340.00	0.00
<b>Motores</b>	848.25	0.00
<b>Computador</b>	0.00	0.00
<b>Electrodomésticos</b>	0.00	0.00
<b>Subtotal</b>	8060.30	4402.32
<b>CARGA 2</b>	<b>12462.62</b>	

Para determinar la cantidad total se sumarán todas las cargas de forma independiente de ser sensibles o latentes.

$$Q_{TOTAL} = F.S.(CARGA_1 + CARGA_2)$$

$$F.S. = 15\% \text{ Factor de seguridad (\%)}$$

$$Q_{TOTAL} = 1.15 * (12925.90 + 12802.62) \left( \frac{BTU}{h} \right)$$

$$Q_{TOTAL} = 29587.8 \left( \frac{BTU}{h} \right)$$

Para poder cubrir el requerimiento mínimo de carga a refrigerar se han seleccionado dos equipos de 18000Btu/h que cubren el requerimiento mínimo. Pueden ser colocados combinaciones de varios equipos de aire acondicionado de diversa capacidad, en este caso se escogió colocar dos equipos que cubran la mitad del contenedor.

Para el caso de cálculo de las cargas en los módulos habitacionales restantes, tanto para calefacción como refrigeración se ha creado un programa de cálculo en Excel de Microsoft Office, en el cual el responsable del cálculo podrá ingresar en la hoja:

### **Cálculo de coeficientes de transferencia por hoja de cálculo: Cal coef**

Esta información está dentro de la hoja de cálculo para las cargas por refrigeración y calefacción, en la cual se detallan todos los datos técnicos del tipo de aislante, condiciones climáticas, tipo de vidrio, película sombreadora de vidrio, tipo de ventana, tipo de puerta, número de ocupantes de acuerdo al uso

del módulo habitacional, cargas por lámparas, motores, computadores y aparatos eléctricos. Todas estas variables se ingresarán de forma directa en esta hoja para poder determinar la carga total.

***Cálculo de cargas de calor por hoja de cálculo: Carga***

El diseñador podrá determinar las cargas existentes, ingresando únicamente las dimensiones del contenedor, ventanas y puertas que conforman el módulo habitacional, esta hoja determinará y clasificará de acuerdo a los datos ingresados las cargas de calor sensible y latente, al final sumará las cargas para poder determinar que equipo cubre esa carga.

Cuadro 3.3. Hoja de ingreso de datos para cálculo de coeficientes de transferencia térmica

**COEFICIENTES U PARA MÓDULOS HABITACIONALES PARA CLIMA CÁLIDO**

Condiciones de diseño exterior		
Temperatura bulbo seco	27	°C
Temperatura bulbo húmedo	23	°C
Humedad relativa	70	%

Condiciones de diseño interior		
Temperatura bulbo seco	19	°C
Temperatura bulbo húmedo	17	°C
Humedad relativa	60	%

Tabla Psicométrica		
Temp. Punt de rocío	70	°F
Humedad específica	111	gr H <sub>2</sub> O/lb aire
v'	13.9	pie <sup>3</sup> /lb

Tabla Psicométrica		
Temp. Punt de rocío	52	°F
Humedad específica	58	gr H <sub>2</sub> O/lb aire
v'	13.3	pie <sup>3</sup> /lb

PEREDES					
Componentes	Material	K Btu pulg/hpie <sup>2</sup> °F	Espesor (mm)	(pulg)	R hpie <sup>2</sup> °F/Btu
1	Acero (1%C)	314.4	4	0.16	0.00050
2	Poliestireno expandido (Styrofoam)	0.252	20	0.79	3.12461
3	Tablero de aglomerado	0.65	9	0.35	0.54512
4	Materiales aislantes	0	0	0.00	0.00000
5	Materiales aislantes	0	0	0.00	0.00000
6	Materiales aislantes	0	0	0.00	0.00000
$\sum R_1$					3.67023

TECHO					
Componentes	Material	K Btu pulg/hpie <sup>2</sup> °F	Espesor (mm)		R hpie <sup>2</sup> °F/Btu
1	Acero (1%C)	314.4	4		0.00050
2	Poliestireno expandido (Styrofoam)	0.252	30		4.68691
3	Tablero de aglomerado	0.65	9		0.54512
4	Materiales aislantes	0	0		0.00000
5	Materiales aislantes	0	0		0.00000
6	Materiales aislantes	0	0		0.00000
$\sum R_1$					5.23254

DATOS DE AIRE PAREDES				
ORD	Material	h Btu/hpie <sup>2</sup> °F	alidació	R hpie <sup>2</sup> °F/Btu
1	Aire exterior @15(mph)	6	6	0.17
2	Aire intermedio	1.17	1.17	0.85
3	Aire interior quieto	1.65	1.65	0.61
$\sum R_2$				1.63

DATOS DE AIRE TECHO			
ORD	Material	h Btu/hpie <sup>2</sup> °F	R hpie <sup>2</sup> °F/Btu
1	Aire exterior @15(mph)	6	0.17
2	Aire intermedio	1.35	0.74
3	Aire interior quieto	1.65	0.61
$\sum R_2$			1.51

$\sum R_1$ Btu/hpie <sup>2</sup> °F	5.30
U Btu/hpie <sup>2</sup> °F	0.19

$\sum R_1$ Btu/hpie <sup>2</sup> °F	6.75
U Btu/hpie <sup>2</sup> °F	0.15

PERDIDAS POR PUERTAS Y VENTANAS		
ORD	Material	U Btu/hpie <sup>2</sup> °F
PUERTAS	Factor promedio de transmisión	0.32
VENTANAS	Factor promedio de transmisión	1.06

CARGAS TOTALES	GO
CONDENSADOS	GO

DATOS DEL PISO		
ORD	Material	U Btu/hpie <sup>2</sup> °F
PISO	Factor promedio de transmisión	0.24

Cuadro 3.3. Continuación, Hoja de ingreso de datos para cálculo de coeficientes de transferencia térmica

INFILTRACIÓN		
Ventanas		0.78
Puertas		1.2

COEF. DE CALOR GANADO POR CRISTALES POR EFECTO SOLAR			
Fecha	Jun-21		
0° Latitud	SUR		
V. L. Der.	Norte	14	
V. L. Izq	Sur	82	
Frente	Este	147	
Posterior	Oeste	147	

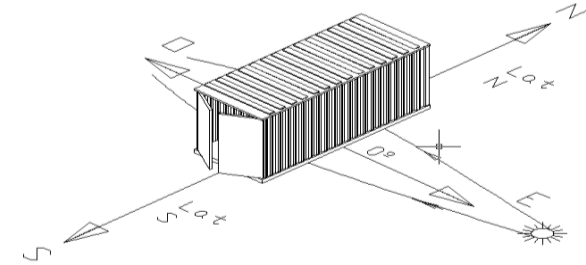
GANANCIAS DE CALOR INTERNO

PERSONAS				
Cant	Grado de actividad	Aplicación típica	Calor sensible (Btu/h)	Calor latente (Btu/h)
10	Sentados en reposo	Dormitorio	225	105

Tipo	Cant	Unidad	
Luces	4	40	Watts
Motores	1	0.25	Hp
Computador	0	200	Watts

GANANCIA DE CALOR INTERNO POR APARATOS INSTALADOS						
Cant	Aparato	Capacidad	Unidad	Calor sensible (Btu/h)	Calor latente (Btu/h)	
1		1		0	0	0
1		1		0	0	0
0				0	0	0
0				0	0	0
0				0	0	0
0				0	0	0
0				0	0	0
0				0	0	0
0				0	0	0
0				0	0	0

FACTOR DE CORRECCION PARA DISPOSITIVOS PROTECTORES DE LA LUZ SOLAR	
Clases de vidrios	Factor para cristal
Vidrio común	1



Cuadro 3.4. Hoja de cálculo para determinación de carga de refrigeración

CARGA DE CALOR PARA MÓDULOS HABITACIONALES EXPUESTOS A TEMPERATURAS ALTAS - REFRIGERACIÓN

Condiciones de diseño exteriores		
Temperatura bulbo seco	80.6	°F
Temperatura bulbo humedo	73.4	°F
Humedad relativa	70	%

Condiciones de diseño interior		
Temperatura bulbo seco	66.2	°F
Temperatura bulbo humedo	62.6	°F
Humedad relativa	60	%

Diferencia de temperatura	14.4	°F
Diferencia de temperatura	53	gr H <sub>2</sub> O/lb aire

Tabla Psicométrica		
Temp. Punt de rocío	70	°F
Humedad específica	111	gr H <sub>2</sub> O/lb aire
V'	13.9	pie <sup>3</sup> /lb

Tabla Psicométrica		
Temp. Punt de rocío	52	°F
Humedad específica	58	gr H <sub>2</sub> O/lb aire
V'	13.3	pie <sup>3</sup> /lb

Ambientes	Geometría de los ambientes				Ventanas		calor en los		Puertas				Paredes		Piso		Techo		Carga total		
					U= 1.06		Fc= 1		U= 0.32		U= 0.19		U= 0.24		U= 0.15						
	L (m)	A (m)	H(m)	Altura (pies)	Cant	Ancho (m)	Alto (m)	Q1 (Btu/h)	Q <sub>CRISTALES</sub>	Cant	Ancho (m)	Alto (m)	Q2 (Btu/h)	Area expuesta (pies2)	Q3 (Btu/h)	Area expuesta (pies2)	Q4 (Btu/h)	Area expuesta (pies2)		Q5 (Btu/h)	Qt (Btu/h)
<b>DATOS GENERALES</b>	12.00	2.40	2.40	7.87										0.00		309.99	1071.34	309.99	661.71	1733.05	
V. L. Der.	2.40		2.40	7.87	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.00	168.52	0.00		0.00		168.52	
V.L.lzq	2.40		2.40	7.87	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.00	168.52	0.00		0.00		168.52	
Frente	12.00		2.40	7.87	2.00	1.90	0.70	437.03	4208.80	1.00	0.85	2.00	84.28	263.07	715.08	0.00		0.00			5445.19
Posterior	12.00		2.40	7.87	2.00	1.90	0.70	437.03	4208.80	0.00	0.00	0.00	0.00	281.36	764.79	0.00		0.00			5410.62
								874.06	8417.60				84.28		1816.92		1071.34				
																					12925.90

Infiltración		
	Pies <sup>3</sup> /min	Infiltración
Ventanas	0.78	53.23
Puertas	1.2	22.44
Total infiltración pie <sup>3</sup> /min		75.66

Q ganado por el efecto solar paredes y techo		
	f	Qes
VLlzq	2	191.9
V Frontal	4	913.7
V Posterior	4	977.2
Techo plano	9	1075
<b>Q (Btu/h)</b>		<b>3158</b>

**CARGA 1 (Btu/h) 12925.90**

**Cuadro 3.4. Continuación, Hoja de cálculo para determinación de carga de refrigeración**

<b>Cambio de aire por puertas abiertas en 24 horas</b>			
	Q latente	Q sensible	Und
Volumen de Contenedor	2439.08	2439.08	ft <sup>3</sup>
No de cambio por volumen	10.90	10.90	
<b>Carga horaria total</b>	<b>665.53</b>	<b>287.19</b>	<b>BTU/H</b>

Cargas	Calor sensible	Calor latente
	Btu/h	Btu/h
<b>Carga sensible por infiltración ventanas y puertas</b>	1176.71	0.00
<b>Carga por cambio de aire en 24 horas</b>	287.19	665.53
<b>Carga por humidificación</b>	0.00	2686.79
<b>Carga por efecto solar</b>	3158.15	
<b>Personas</b>	2250.00	1050.00
<b>Lamparas</b>	680.00	0.00
<b>Motores</b>	848.25	0.00
<b>Computador</b>	0.00	0.00
<b>Electrodomesticos</b>	0.00	0.00
<b>Subtotal</b>	8400.30	4402.32
<b>CARGA 2</b>	<b>12802.62</b>	

<b>CARGAS</b>	
<b>Carga 1</b>	12925.90
<b>Carga 2</b>	12802.62
<b>Factor de seguridad</b>	15%
<b>CARGA POR REFRIGERACIÓN</b>	<b>29587.8</b>

### Cuadro 3.5. Hoja de cálculo de condensados

#### Determinación de condensados en paredes y techo

Condiciones de diseño exterior		
Temperatura bulbo seco	80.6	°F
Temperatura bulbo húmedo	73.4	°F
Humedad relativa	70	%

Condiciones de diseño interior		
Temperatura bulbo seco	66.2	°F
Temperatura bulbo húmedo	62.6	°F
Humedad relativa	60	°F

Datos	
Resistencia térmica Paredes	5.30
Resistencia térmica Techo	6.75
Coefficiente de convección del aire quieto en el interior	1.65
Diferencia de temperatura	14.40
Temperatura de la pared en el interior	64.55
Temperatura del techo en el interior	64.91

**Nota :**  
En caso que las temperaturas de pared y techo interiores, sean menores o iguales a las temperaturas de punto de rocío a condiciones de diseño interior (tablas psicometricas), se recomienda, variar el tipo de aislante térmico y su espesor, hasta que la tem

$$\frac{R_{pel}}{R_{tot}} = \frac{\Delta T_{pel}}{\Delta T_{tot}}$$

$$\frac{1/h_i}{R_{tot}} = \frac{T_i - T_{pel}}{\Delta T_{tot}}$$

$$T_{pel} = T_i - \frac{1/h_i}{R_{tot}} * \Delta T_{tot}$$

$T_{pel}$  = Temperatura en la pared interior

$T_i$  = Temperatura de diseño interior

$h_i$  = Coeficiente de convección del aire quieto interior

$R_{tot}$  = Resistencia térmica total en la pared o techo

$\Delta T_{tot}$  = variación de temperaturas de diseño

COEFICIENTES U	GO
CARGAS DE CALOR	GO

### 3.4. Análisis estructural de contenedores

Los contenedores luego de su fabricación son sometidos a pruebas de carga estáticas, aplicando sobre ellos esfuerzos de sobre carga, simulando las condiciones de operación durante su vida útil, considerándose que durante el embarque los contenedores deberán soportar varios pisos de contenedores completamente cargados.

Todas estas pruebas están establecidas en las normas ISO1406-1 Fifth edición 1990-08-15

Para el caso de contenedor que sufre transformaciones hasta llegar a ser un módulo habitable, es necesario calcular si su estructura resistirá los esfuerzos y la operación diaria.

#### ***Fuerzas a ser aplicadas en pruebas estacionarias:***

**Tabla 3.8. Cargas de prueba sobre contenedores ISO**

Designación de contenedor	Carga aplicada en las cuatro esquinas		Carga en un par de apoyos		Masa sobre impuesta	
	KN	Lbf	KN	Lbf	Kg	Lb
1A, 1AA y 1AX	3392	762550	1696	381275	192000	423290
1B, 1BB y 1BX	3392	762550	1696	381275	192000	423290
1C, 1CC y 1CX	3392	762550	1696	381275	192000	423290
1D y 1DX	896	201600	448	100800	50800	112000

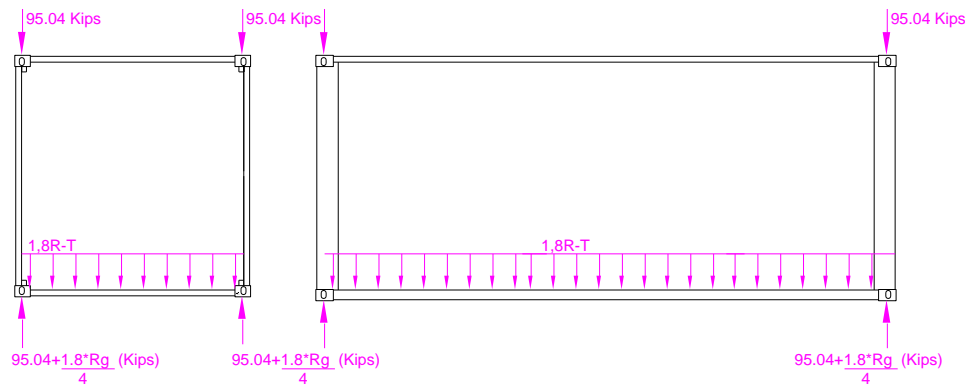
Nota: La fuerza de 3392kN, esta derivado de una masa sobre impuesta de ocho contenedores sobre un contenedor base, a partir de una masa de 24000kg C/U y una sobre carga de 1.8 veces el peso de cada contenedor.

**ISO1406-1 Fifth edición 1990-08-15 Pag. 5**

Los contenedores en estudio estarán sometidos a movimiento producto del transporte sobre plataformas, y un almacenaje en campo con un máximo de 4 contenedores a plena carga, siendo esta 380.16 Kip.

Esta carga está distribuida en cuatro columnas de manera puntual con un máximo de 95.04 Kip.





**Figura 3.11. Cargas aplicadas sobre columnas de contenedor**

Para la transformación de los contenedores a módulos habitacionales, no afectará su estructura, siendo esta el conjunto de Columnas, vigas de piso, vigas superiores, vigas de arriostamiento y apoyos esquineros.

Los componentes principales y que se detallan a continuación no sufren cambio alguno, pues son estos los que soportan las cargas aplicadas:

### ***Componentes principales***

Columnas A Fondo de contenedor, Columnas B Compuertas, Vigas superiores laterales, Viga superior posterior, Viga superior frontal, Vigas inferiores laterales, Vigas inferiores laterales.

Para el caso del piso o plataforma los componentes estructurales no sufren transformaciones, únicamente si los tableros del piso no brindan las condiciones óptimas estos deberán ser cambiados por tableros aglomerados con similares características.

Los trabajos se llevarán acabo únicamente en las paredes de tol corrugado, las mismas que no serán cargadas para evitar pandeos, siendo estos Corte de planchas de acero de 3mm de paredes laterales para puertas, ventanas, equipos de aire acondicionado y extractores de olores de baños.

Las pruebas más críticas a las que un contenedor serán sometidos para simular el trabajo diario serán las siguientes.

Prueba de carga vertical por columnas

Carga en paredes laterales y pared de fondo

Carga puntual de techo

Debido a que los módulos habitacionales no serán expuestos a cargas excesivas de movimiento que deformen la estructura del contenedor, las

pruebas de esfuerzos por cargas en la plataforma, de rigidez en las paredes y resistencia en el techo no ameritan ser realizadas, todo esto se debe a que los contenedores cumplen como requisito básico la norma ISO 1496-1, Serie 1.- freight Container- Specification and testing – parte 1 General cargo containers for general purposes. Pero es de vital importancia las cargas que se presentarán en caso que los contenedores sean almacenados y cargados completamente luego que el proyecto en el cual fueron utilizados haya concluido.

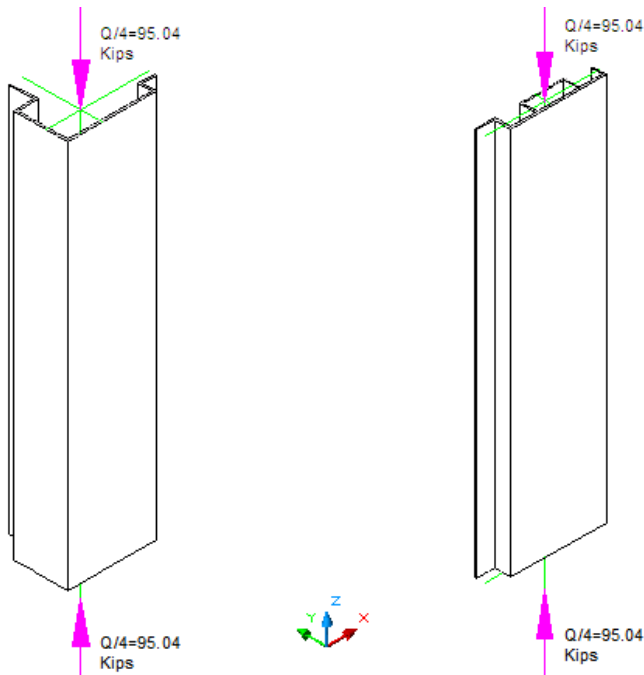
**Cargas aplicadas sobre módulo habitacional en bodega:**

**Tabla 3.9., Carga aplicada sobre columnas en contenedor fijo**

Designación de contenedor	Carga total aplicada	Carga por columna	Carga total impuesta (Q) (4 contenedores a plena carga)	
	1.8 x Q		Kg	Lb
1A, 1AA y 1AX	380.16	95.04	96000	211200
1C, 1CC y 1CX	380.16	95.04	96000	211200

Nota:  
Ranking load: 24000kg  
1.8 - Coeficiente de carga estacionaria y movimiento para transporte marítimo

ISO1406-1 Fifth edición 1990-08-15 Pag. 5



**Figura 3.12. Columnas de contenedor de 20 o 40 pies**

## Calculo de columnas

### REQUISITOS DEL AISC

Los requisitos básicos para miembros a compresión están dados en el capítulo E de las especificaciones del AISC. La relación entre cargas y resistencia toma la forma de

$$P_u \leq \Phi_c P_n, \text{ Donde}$$

**Ecuación 3.13**

$P_u$  = Suma de las cargas factorizadas

$P_n$  = Resistencia nominal por compresión =  $A_g F_{cr}$

$F_{cr}$  = Esfuerzo crítico de pandeo

$\Phi_c$  = Factor de resistencia para miembros a compresión = 0.85

En vez de expresar el esfuerzo crítico de pandeo  $F_{cr}$  como función de la relación de esbeltez  $\frac{K * L}{r}$ , las especificaciones usan el parámetro de esbeltez

$$\lambda_c = \frac{K * L}{r * \pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}} \text{ Ecuación E2-4 del AISC}$$

**Ecuación 3.14.**

Que incorpora las propiedades del material pero es adimensional. Para columnas elásticas, la ecuación de esfuerzo crítico puede escribirse como

$$F_c = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} = \frac{1}{\lambda_c^2} F_y$$

**Ecuación 3.15.**

Para tomar en cuenta los defectos de desalineamiento inicial, este valor se reduce como sigue:

$$F_c = \frac{0.877}{\lambda_c^2} F_y$$

**Ecuación 3.16.**

Para columnas inelásticas, la ecuación del módulo tangente, se reemplaza por

$$F_c = 0.658^{\lambda_c^2} F_y$$

**Ecuación 3.17.**

También se toma en cuenta un desalineamiento inicial. Puede entonces obtenerse una solución directa, evitándose así el enfoque por tanteos inherente en el uso de la ecuación del módulo tangente, si la frontera entre columna inelástica y elástica se toman como  $\lambda_c = 1.5$  las ecuaciones AISC para el esfuerzo crítico de pandeo pueden resumirse como sigue

Para  $\lambda_c \leq 1.5$ ,

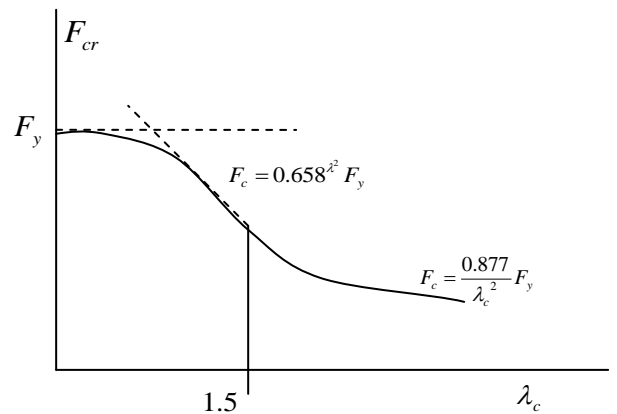
$$F_c = 0.658^{\lambda_c^2} F_y$$

Ecuación E2-2 del AISC

Para  $\lambda_c > 1.5$

$$F_c = \frac{0.877}{\lambda_c^2} F_y \quad \text{Ecuación E2-3 del AISC}$$

Representados en la siguiente gráfica. La sección B7 del AISC recomienda una relación de esbeltez máxima  $KL/r$  de 200 para miembros de compresión.



**Figura 3.13. Esfuerzo crítico de pandeo en función de la relación de esbeltez**

**Perfiles metálicos para contenedores de 20 y 40 pies**

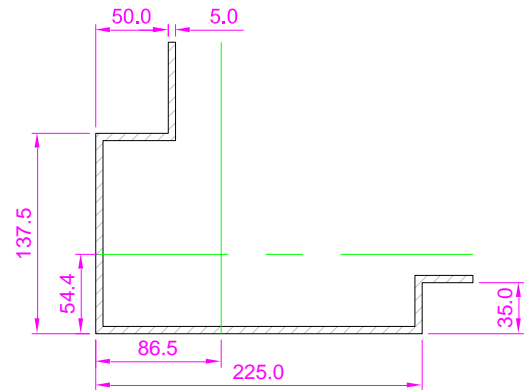
**Cuadro 3.6. Propiedades geométricas del perfil para columna del fondo.**

**REGIONS COLUMNA A (FONDO)**

Area:  
4.18in<sup>2</sup>

Moments of inertia:  
X: 43.85 in<sup>4</sup>  
Y: 93.94 in<sup>4</sup>

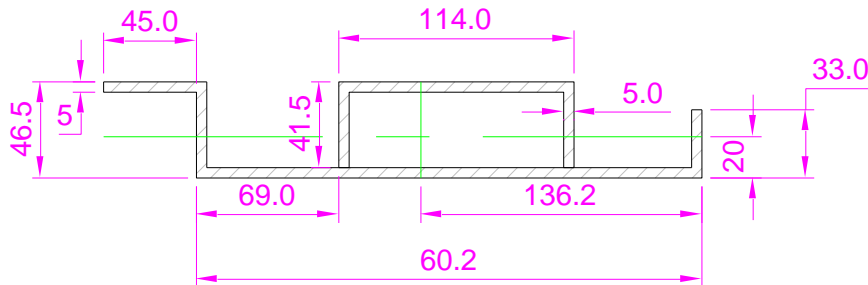
Radio of gyration:  
X: 3.23 in  
Y: 4.73 in



**Figura 3.14. Sección transversal de la columna de fondo**

**Cuadro 3.7. Propiedades geométricas del perfil para columna de compuerta.**

**REGIONS COLUMNA B (COMPUERTAS)**



**Figura 3.15. Sección transversal de la columna de compuertas**

<b>Area:</b>	<b>4.24in<sup>2</sup></b>
<b>Moments of inertia:</b>	4.84 in <sup>4</sup>
	5.29 in <sup>4</sup>
<b>Radio of gyration:</b>	1.07in
	5.3 in

### **Cálculo de columnas del fondo del contenedor y columnas de compuertas**

MATERIAL:

Todos los elementos principales de la estructura están conformados de Acero ASTM A 570 Grado 36,

Fy = 36ksi

Fu = 53 ksi

### **Datos para los dos tipos de columnas**

Pu=95.04 Kip

L=7.84 ft

Apoyos= Empotrados todos sus elementos =0.5

### **Columna de compuerta**

$$\lambda_c = \frac{KL}{r_x * \pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$
$$\lambda_c = \frac{0.5 * 7.84 \text{ ft} * \frac{24.4 \text{ in}}{12}}{1.07(\text{in}) * \pi} \sqrt{\frac{36 \text{ ksi}}{29000 \text{ ksi}}}$$

$\lambda_c = 0.474 \leq 1.5$  Columna inelástica

$$F_{cr} = 0.658^{\lambda^2} F_y$$

$$F_{cr} = 0.658^{0.474^2} 36 \text{ ksi}$$

$$F_{cr} = 32.76 \text{ ksi}$$

$$P_u \leq \phi P_n$$

$$P_u \leq 0.85 * A * F_{cr}$$

$$P_u \leq 0.85 * 4.23 \text{ in}^2 * 32.76 \text{ ksi}$$

$$95.04 \text{ Kip} \leq 117.89 \text{ Kip}$$

La sección transversal de las columnas de compuerta resisten la carga aplicada con un 24% sobre la carga de diseño.

### **Columna del fondo**

$$\lambda_c = \frac{KL}{r_x * \pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$
$$\lambda_c = \frac{0.5 * 7.84 \text{ ft} * \frac{24.4 \text{ in}}{12}}{3.23(\text{in}) * \pi} \sqrt{\frac{36 \text{ ksi}}{29000 \text{ ksi}}}$$

$$\lambda_c = 0.157 \leq 1.5 \text{ Columna inelástica}$$

$$F_{cr} = 0.658^{\lambda^2} F_y$$

$$F_{cr} = 0.658^{0.157^2} 36 \text{ ksi}$$

$$F_{cr} = 35.63 \text{ ksi}$$

$$P_u \leq \phi P_n$$

$$P_u \leq 0.85 * A * F_{cr}$$

$$P_u \leq 0.85 * 4.18 \text{ in}^2 * 32.76 \text{ ksi}$$

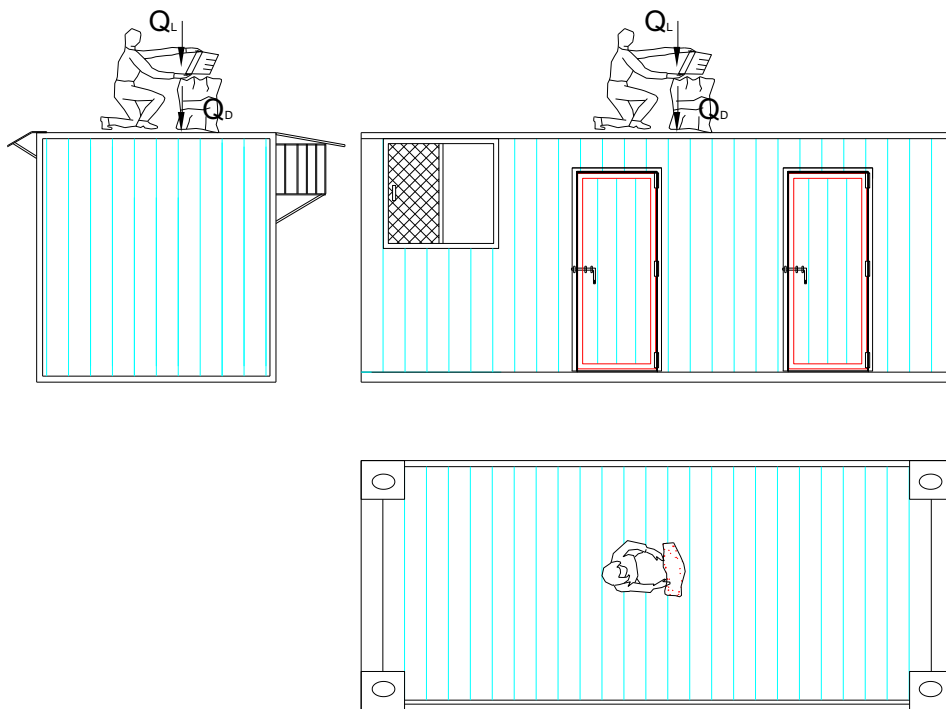
$$95.04 \text{ Kip} \leq 126.59 \text{ Kip}$$

La sección transversal de las columnas de compuerta resisten la carga aplicada con un 33% sobre la carga de diseño.

### **Carga puntual sobre techo**

Para la determinación de la carga puntual sobre el techo se ha considerado bajo norma ISO 1496-1, Serie 1.- freight Container- Specification and testing – parte 1 General cargo containers for general purposes una carga no superior a 0.66kip, a aplicarse en el centro del techo, esto simulará a una persona con equipo en operaciones de reparaciones. En nuestro caso se ha considerado una carga de ceniza y agua, en el caso de un módulo habitacional que se encuentre cubierto de ceniza y una persona en proceso de limpieza.

$W_{\text{persona}} = 0.176\text{kip}$  (viva),  $W_{\text{ceniza}} = 0.22\text{kip}$  de forma puntual (dos sacos de ceniza), al centro del techo, la sumatoria de las cargas serán, de acuerdo a la segunda ecuación del LRFD de combinaciones de carga:



**Figura 3.16. Determinación de carga puntual sobre contenedor**

$$Q = 1.2D + 1.6L + 0.5(Lr \text{ o } S \text{ o } R)$$

**Ecuación 3.18**

$$Q > 1.2 * 0.22 + 1.6 * 0.176(\text{kip})$$

$$Q > 0.545 (\text{kip})$$

$$0.66 > 0.54 (\text{kip})$$



## 3.5. Base de datos para materiales, equipos y mueblería

### 3.5.1. Requerimientos comunes

Toda materia prima, equipos, insumos y elementos fungibles que se requieran para producir los diversos módulos habitacionales descritos en este capítulo y que sean utilizados de forma genérica en cada uno de ellos.

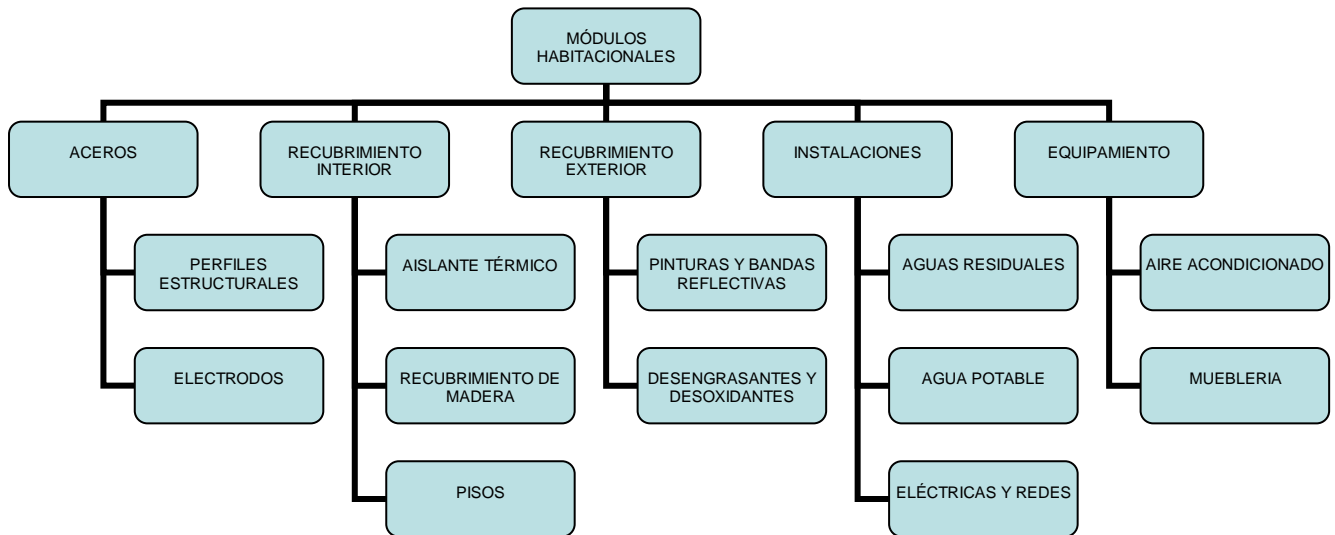


Figura 3.17 Diagrama de requerimientos

#### **Acero ASTM A-36**

Perfiles estructurales en espesores de 1.5-3mm, planchas  $e = 1.1, 1.4, 2, 3$  y 6.75mm

Electrodo E 6011 Diámetros desde 3/32 -1/8 Plg, electrodo Tubular con protección gaseosa E70T1 diámetro 1.2mm

#### **Recubrimiento interior**

Styrofoam- Poliestireno expandido  $K=0.252$  (Btu pulg/h- $\pi^2$ - $^{\circ}$ F), espesores 20 y 30mm para paredes y techo respectivamente.

Tablero aglomerado con resinas resistentes a la humedad, (Plywood Tropical-Tropicor) espesores 9 y 12mm, con película melamínica en una sola cara.

Tablero maderado Triplex con resinas resistentes al agua, (Pywood Marino), espesores 9, 12 y 18mm

Pisos Vídicos espesores 1.4mm, baldosas de 300x300mm (Pegamento cemento de contacto)

Láminas de Vynil espesor 1.1mm ancho 1.8m (Pegamento Cemento de contacto)

### ***Recubrimiento exterior***

Fondo: Pintura epóxica altos sólidos espesores 3-5mils (A+B 1:1)

Acabado paredes: Pintura poliuretano brillante, espesores 3-4 mils (A+Catalizador 8:1)

Acabado techo: Pintura esmalte alquídico brillante Aluminio Leafing, espesores 3-4 ,mils

Bandas reflectivas adhesivas compuestas de asfalto y cubierto con láminas de aluminio troquelado.

Desengrasante biodegradable ND-150 Composición 1:3

Solución de ácido fosfórico 1:4

### ***Instalaciones***

Tubería y accesorios en PVC Diámetros 2 y 4 pulg

Tubería y accesorios en acero galvanizado diámetros ½ y ¾ Plg.

Grifería y aparatos sanitarios FV

Cableado multifilar AWG 12-14, sistema de empalmes mediante capuchones de torsión

Tubería y accesorios galvanizados Conduit de ½ y ¾ Plg., cajetines anti explosión herméticos

Iluminación mediante fluorescentes

### ***Equipamiento de aires acondicionado***

Los Equipos pueden variar entre estacionarios y móviles (Split o Ventana, Marcas Feders o York) su capacidad varía desde 8000 hasta los 24000 Btu/hora, las instalaciones para energía eléctrica serán independientes del sistema de energía del módulo habitacional y protegidas a tierra.

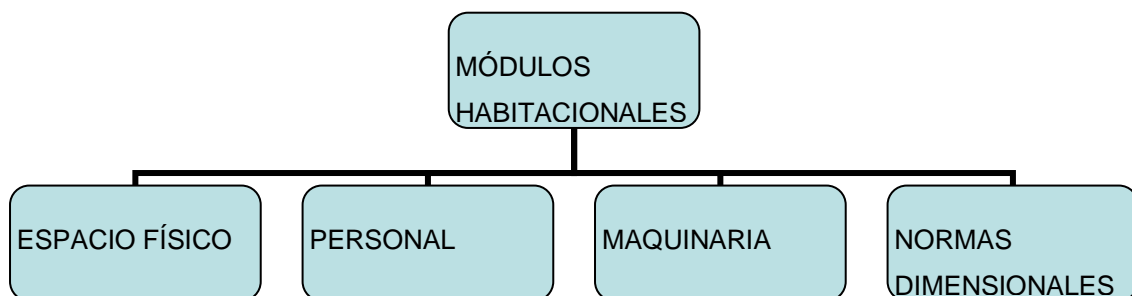
## **Mueblería**

Muebles en tablero aglomerado con recubrimiento melamínico maderado, sellado térmicamente los bordes para evitar filtraciones de humedad.

Sillonería con sistemas neumáticos de elevación y poliuretano de alta densidad inyectado, el recubrimiento será damasco tanto para fijas como móviles.

### **3.5.2. Requerimientos básicos:**

Todas las maquinarias, espacio físico, equipos y talento humano que se requiera para poder transformar los requerimientos comunes en parte de los módulos habitacionales



**Figura 3.18. Requerimientos básicos**

### **Espacio físico**

Es el área mínima que se requiere para producir un módulo habitacional a partir de un contenedor de 40 fts.

Contenedor de 40 fts.      86.3 m<sup>2</sup>

Contenedor de 20 fts.      51.6 m<sup>2</sup>

De acuerdo a la distribución de plantas que se ha detallado en el capítulo 2, literal 2.2, se ha considerado el estilo de Distribución por Posición Fija, debido a que el volumen de un contenedor es muy alto y dificulta el movimiento de este, dentro del área asignada para la producción de módulos habitacionales.

### **Personal**

Se detalla a continuación las diversas especialidades técnicas del personal operativo, que se requiere para la producción de los módulos habitacionales, las cantidades mínimas se determinarán durante la planificación de los trabajos y de la cantidad de módulos a producir.

**Cuadro 3.8. Requerimiento de personal**

ORD	DETALLE	EXPERIENCIA	FUNCIÓN
1	Mecánico carrocerero	5 años, en trabajos de fabricación de carrocerías	Montaje de estructuras y acabados interiores de los contenedores
2	Electricista industrial	3 años, en instalaciones residenciales, industriales y automotrices	Instalaciones eléctricas, redes y telefónicas
3	Carpintero	5 años, forrado de paredes, trabajos en muebles modulares	Aislado y forrado de paredes
4	Plomero	4 años, Instalaciones domiciliarias e industriales	Instalaciones de agua y desagüe de contenedores, montaje de campamento
5	Pintor industrial	5 años en preparación de superficies y recubrimientos de acero de forma industrial	Preparación de superficies internas y externas para luego recubrirlas con pinturas epoxicas y poliuretanos
5	Mecánico soldador industrial	5 años, fabricación de estructuras metálicas de preferencia en carrocerías, Soldadura GMAW, manejo de oxicorte y plasma	Fabricación de armazones, soldadura de ventanas
6	Mecánico industrial	2 años, Manejo de Torno paralelo, Fresadora, sierra alterna.	Ayudantes para electricistas y carrocerero

### **Maquinaria**

Las etapas para la producción de un módulo habitacional son las siguientes

#### **Fabricación de partes**

Sierra alterna, Sierra circular de disco, Soldadora GMAW, Soldadora SMAW, Plasma, Amoladora, Taladro

### ***Limpieza de contenedor***

Equipo de limpieza de vapor a presión, Pulidora circular, Lijadora

### ***Corte de paredes***

Plasma, Amoladora

### ***Instalación de tubería conduit y cajetines antiexplosión***

Dobladora de tubos conduit dados de ½ - 1 Pulg., Taladro Diam 3- 5/8 Plg.

### ***Ensamblaje de estructuras y marcos***

Soldadora GMAW, Soldadora SMAW, Amoladora

### ***Pintura total***

Airless, Compresor de pistón, Pulidora circular, Pulidora recta

### ***Instalación de tubería de agua y desagüe***

Juego de tarrajas de ½ - 2 Plg., Taladro

### ***Aislamiento térmico y forrado de paredes***

Taladro, Atornillador eléctrico, Sierra circular eléctrica de mano, Cepillo eléctrico de mano, Bordeadora de mano (Tupi), Caladora eléctrica de mano

### ***Cableado y acabados eléctrico y estructural (vos y datos)***

Taladro, Multímetro tipo tenaza

### ***Recubrimiento de pisos***

Servicio Sub contratado

### ***Colocación de aparatos sanitarios***

Talador manual

### ***Colocación de puertas y ventanas de aluminio***

Servicio sub contratado

### ***Instalación de muebles y modulares***

Servicio sub contratado

### ***Clasificación en equipos de trabajo:***

**Cuadro 3.9. Equipos de trabajo**

Estructural	Fabricación de partes, Corte de paredes y ensamblaje de estructuras y marcos
Eléctrico	Instalación de tubería Conduit y cableado, acabados eléctricos vos y datos
Recubrimiento	Aislamiento térmico y recubrimiento interno
Plomería	Instalación de tubería de agua, desagüe y aparatos sanitarios
Recubrimiento superficial	Limpieza de contenedores y pintura

## Resumen de maquinaria

Cuadro 3.10. Resumen de maquinaria

MAQUINARIA	PROCESOS DE FABRICACIÓN										TOTAL MAQUINARIA
	FABRICACION DE PARTES	LIMPIEZA DE CONTENEDOR	CORTE DE PAREDES	TUBERÍA CONDUIT	ENSAMBLAJE	PINTURA	INSTALACIÓN DE AGUA Y DESAGÜE	AISLAMIENTO TÉRMICO Y FORRADO DE PAREDES	CABLEADO, ACABADOS ELÉCTRICOS, VOS Y DATOS	COLOCACIÓN DE APARATOS SANITARIOS	
Sierra alterna	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Sierra circular de disco	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Soldadora GMAW	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2
Soldadora SMAW	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2
Plasma	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Amoladora	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	3
Taladro	1	-	-	1	-	-	-	1	-	1	4
Equipo de limpieza de vapor a presión	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Pulidora circular	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	2
Pulidora recta	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	2
Plasma	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Dobladora de tubos conduit dados de ½ - 1 Pulg.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Airless	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Compresor de pistón	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Juego de tarrajas de ½ - 2 Plg.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Atomizador eléctrico	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Sierra circular eléctrica de mano	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Cepillo eléctrico de mano	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Bordeadora de mano (Tupi)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Caladora eléctrica de mano	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Multímetro tipo tenaza	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1

## Normas dimensionales

INTERNATIONAL SATANDAR, Series 1 Freight container – Specification and testing- General cargo container for general purposes

Manual of Steel Construction, LRFD – Load and Resistance Factor Design

AISC





## CAPITULO 4

### ESTANDARIZACIÓN DE MÓDULOS HABITACIONALES

#### 4.1. Caracterización de contenedores

##### *Gerenciales*

Ambientes	De trabajo para procesos Gerenciales, Planificación, Administrativos y operaciones en campo, desde los 3.6 a 7.2m <sup>2</sup>
Instalaciones	Eléctricas, vos, datos, agua potable y aguas residuales, estas dos últimas son aplicables a modelos con cuarto de baño incorporado
Equipamiento modular y sanitario	Muebles modulares en tablero tropical sellado térmicamente en los extremos, aparatos sanitarios FV (aplicable en módulos con cuarto de baño)
Equipos	De Aire acondicionado con capacidad desde 80000-240000 Btu/h, sean móviles o fijos, tipo ventana o Split+condensadora exterior respectivamente, aplicable en todos los modelos
Áreas adicionales	Dormitorio: equipado con armarios de composición mixta y cama de 1 plaza, cuarto de baño completo (Solo en modelo ejecutivo)
Aislamiento interior	Aislamiento térmico en 2 y 3 cm en paredes y techo respectivamente, de poliestireno expandido (styrofoam) y tablero aglomerado e=12mm, pisos en planchas de vynil e=1.4mm

### **Operativos**

Ambientes	De descanso, con áreas desde 7.2 a 9.6m <sup>2</sup>
Instalaciones	Eléctricas, agua potable y aguas residuales, estas dos últimas no son aplicables a modelos con ambiente único de 10 personas
Equipamiento modular y sanitario	Armarios de composición mixta (Aglomerado+planchas de tol e=0.7mm, aparatos sanitarios FV (aplicable en módulos con cuarto de baño)
Equipos	De Aire acondicionado con capacidad desde 80000-240000 Btu/h, sean móviles o fijos, tipo ventana o Split+condensadora exterior respectivamente, aplicable en todos los modelos
Aislamiento interior	Aislamiento térmico en 2 y 3 cm en paredes y techo respectivamente, de poliestireno expandido (styrofoam) y 12 mm de espesor de tablero tropicor resistente a la humedad, pisos en planchas de vynil e=1.4mm

### **Servicios-Bodegas de herramientas**

Instalaciones	Eléctricas, agua potable y aguas residuales (Bajo plataforma, solo en modelo con cuarto de baño).
Equipamiento modular y sanitario	Estanterías modulares. Pisos recubiertos con aluminio antideslizante y moqueta de caucho, celosías para almacenaje de tubería
Equipos	Extractores de olores eléctricos y ventiladores eólicos.

### **Servicios Baterías Sanitarias**

Instalaciones	Eléctricas, agua potable y aguas residuales (Bajo plataforma).
Equipamiento sanitario	Canceles en planchas de tol e=0.7mm, aparatos sanitarios FV, tanque reservorio de agua capacidad desde 500 a 1500 Lts., Divisiones, cabinas de baño y mesones en estructura metálica y tol galvanizado de 1.4mm, plataforma a desnivel para tubería de agua y desagüe.
Equipos	Extractores de olores eléctricos y ventiladores eólicos
Aislamiento interior	Aislamiento térmico en 2 y 3 cm en paredes y techo respectivamente, de poliestireno expandido (styrofoam) y 12 mm de espesor de tablero tropicor resistente a la humedad, pisos en planchas de vynil 4ree=1.4mm

### **Servicios-Cocinas Y Comedor**

Instalaciones	Eléctricas, agua potable y aguas residuales (Bajo plataforma).
Equipamiento modular y sanitario	Armarios y repisas en planchas de acero inoxidable en espesor 1.1mm, aparatos sanitarios FV (solo en modelo con cuartos de baño), tanque reservorio de agua capacidad desde 500 a 1500 Lts. Mesas de comedor en acero y madera, pisos recubiertos con aluminio antideslizante
Equipos	Extractores de olores eléctricos y ventiladores eólicos, equipos de cocina bajo pedido exclusivo del cliente
Aislamiento interior	Styrofoam en 2 y 3 cm en paredes y techo respectivamente, y recubierto con tol galvanizado 1.4mm, pisos Al. antideslizante

### **Múltiples - Profesional**

Ambientes	BATERIA SANITARIA m <sup>2</sup> : Características similares a las baterías sanitarias Mod. 13 BS40P7CB y 14 BS4CB  OFICINA DE TRABAJO 7.25m <sup>2</sup> : Área de planificación
Instalaciones	Eléctricas, vos, datos, agua potable y aguas residuales, estas dos últimas sobre plataforma falsa.
Equipamiento modular y sanitario	Muebles modulares en tablero tropical sellado térmicamente en los extremos, aparatos sanitarios FV
Equipos	Aire acondicionado tipo ventana con capacidad de 80000 y extractor de olores eólico
Aislamiento interior	Aislamiento térmico en 2 y 3 cm en paredes y techo respectivamente de oficina, de poliestireno expandido (styrofoam) y 12 mm de espesor de tablero tropicor resistente a la humedad, pisos en planchas de vynil e=1.4mm

Los modelos adicionales como Consultorio médico, Familiar y Residente de obra, poseen las características básicas de los módulos gerenciales y operativos, aislamiento y recubrimiento, así como los equipos de aire acondicionado se mantendrán constante, en el caso del módulo Familiar, sus características se complementan con las características de los modelo para cocina.

## 4.2. Requerimientos para producción por módulo

En el capítulo 3, sección 3.4.2., Requerimientos básicos, se determinó los recursos básicos generales para la fabricación de un módulos habitacionales genérico, más aún es necesario determinar los requerimientos de producción por módulo individual, lo cual nos permitirá determinar y planificar la producción de un número indeterminado de módulos habitacionales.

### 4.2.1. Maquinaria

Modelos de módulos habitacionales que requieren la siguiente maquinaria detallada en el cuadro de maquinaria No 1, este cuadro abarca modelos, que requieren ser aislados térmicamente y cuentan con cuartos de baño, implementos sanitarios o grifería.

**Cuadro 4.1. Modelos completos de similares características**

ORD	MODELO
1	01 EST OP 01
2	03 EST OP 03
3	04 EST OP 04
4	06 EJECUTIVO 01
5	07 STAFF
6	08 SEMI STAFF
7	11 DUPLEX 01
8	12 DUPLEX 02
9	13 B40P7CB
10	14 BS4CB
11	15 BDGA 01
12	18 COCINA 01
13	19 COCINA 02
14	20 COCINA COMEDOR
15	21 ABASTO 01
16	22 ABASTO 02
17	24 CONSULTORIO
18	25 FAMILIAR
19	26 RESIDENTE

**Cuadro 4.2. Maquinaria para modelos completos**

CUADRO DE MAQUINARIA NO 1						
MAQUINARIA	ESTRUCTURAL	ELECTRICO	RECUBRIMIENTO	PLOMERIA	PINTURA	TOTAL HERRAMIENTAS
Sierra alterna	1	-	-	-	-	1
Sierra circular de disco	1	-	-	-	-	1
Soldadora GMAW	2	-	-	-	-	2
Soldadora SMAW	2	-	-	-	-	2
Plasma	1	-	-	-	-	1
Amoladora	3	-	-	-	-	3
Taladro	1	1	1	1	-	4
Equipo de limpieza de vapor a presión	-	-	-	-	1	1
Pulidora circular	-	-	-	-	2	2
Pulidora recta	-	-	-	-	2	2
Plasma	1	-	-	-	-	1
Dobladora de tubos conduit dados de ½ - 1 Pulg.	-	1	-	-	-	1
Airless	-	-	-	-	1	1
Compresor de pistón	-	-	-	-	1	1
Juego de tarrajas de ½ - 2 Plg.	-	-	-	1	-	1
Atornillador eléctrico	-	-	1	-	-	1
Sierra circular eléctrica de mano	-	-	1	-	-	1
Cepillo eléctrico de mano	-	-	1	-	-	1
Bordeadora de mano (Tupi)	-	-	1	-	-	1
Caladora eléctrica de mano	-	-	1	-	-	1
Múltímetro tipo tenaza	-	1	-	-	-	1

Modelos que no requieren instalaciones de agua potable y aguas residuales

**Cuadro 4.3. Modelos sin instalaciones sanitarias**

ORD	MODELO
1	02 EST OP 02
2	05 EST OP 05
3	09 D10P 2A
4	10 D10P 1A

**Cuadro 4.4. Maquinaria para modelos sin instalaciones sanitarias**

CUADRO DE MAQUINARIA No 2					
MAQUINARIA	ESTRUCTURAL	ELECTRICO	RECUBRIMIENTO	PINTURA	TOTAL HERRAMIENTAS
Sierra alterna	1	-	-	-	1
Sierra circular de disco	1	-	-	-	1
Soldadora GMAW	2	-	-	-	2
Soldadora SMAW	2	-	-	-	2
Plasma	1	-	-	-	1
Amoladora	3	-	-	-	3
Taladro	1	1	1	-	3
Equipo de limpieza de vapor a presión	-	-	-	1	1
Pulidora circular	-	-	-	2	2
Pulidora recta	-	-	-	2	2
Plasma	1	-	-	-	1
Dobladora de tubos conduit dados de ½ - 1 Pulg.	-	1	-	-	1
Airless	-	-	-	1	1
Compresor de pistón	-	-	-	1	1
Atornillador eléctrico	-	-	1	-	1
Sierra circular eléctrica de mano	-	-	1	-	1
Cepillo eléctrico de mano	-	-	1	-	1
Bordeadora de mano (Tupi)	-	-	1	-	1
Caladora eléctrica de mano	-	-	1	-	1
Multímetro tipo tenaza	-	1	-	-	1

Modelos que no requieren aislamiento térmico e instalaciones de agua potable y aguas residuales

**Cuadro 4.5. Modelos sin instalaciones sanitarias ni aislamiento térmico**

ORD	MODELO
1	16 BDGA 02
2	17 BDGA 03

**Cuadro 4.6. Maquinaria para modelos sin instalaciones sanitarias ni aislamiento térmico**

CUADRO DE MAQUINARIA No 3				
MAQUINARIA	ESTRUCTURAL	ELECTRICO	PINTURA	TOTAL HERRAMIENTAS
Sierra alterna	1	-	-	1
Sierra circular de disco	1	-	-	1
Soldadora GMAW	2	-	-	2
Soldadora SMAW	2	-	-	2
Plasma	1	-	-	1
Amoladora	3	-	-	3
Taladro	1	1	-	2
Equipo de limpieza de vapor a presión	-	-	1	1
Pulidora circular	-	-	2	2
Pulidora recta	-	-	2	2
Plasma	1	-	-	1
Dobladora de tubos conduit dados de ½ - 1 Pulg.	-	1	-	1
Airless	-	-	1	1
Compresor de pistón	-	-	1	1
Multímetro tipo tenaza	-	1	-	1



#### 4.2.2. Personal

Al igual que en el párrafo anterior se considerara la cantidad de personal de acuerdo al modelo, tamaño y complejidad de los módulos habitacionales.

**Cuadro 4.7. Modelos completos que requieren personal especializado**

ORD	MODELO
1	01 EST OP 01
2	03 EST OP 03
3	04 EST OP 04
4	06 EJECUTIVO 01
5	07 STAFF
6	08 SEMI STAFF
7	11 DUPLEX 01
8	12 DUPLEX 02
9	13 B40P7CB
10	14 BS4CB
11	15 BDGA 01
12	18 COCINA 01
13	19 COCINA 02
14	20 COCINA COMEDOR
15	21 ABASTO 01
16	22 ABASTO 02
17	24 CONSULTORIO
18	25 FAMILIAR
19	26 RESIDENTE

**Cuadro 4.8. Requerimiento de personal para modelos completos**

ORD	CANT	DETALLE	EXPERIENCIA	FUNCIÓN
1	1	Mecánico carrocerero	5 años, en trabajos de fabricación de carrocerías	Montaje de estructuras y acabados interiores
2	1	Electricista industrial	3 años, en instalaciones residenciales, industriales y automotrices	Instalaciones eléctricas, redes y telefónicas
3	1	Carpintero	5 años, forrado de paredes, trabajos en muebles modulares	Aislado y forrado de paredes
4	1	Plomero	4 años, Instalaciones domiciliarias e industriales	Instalaciones de agua y desagüe de contenedores
5	3	Mecánico soldador industrial	5 años, fabricación de estructuras metálicas de preferencia en carrocerías, manejo de oxicorte y plasma	Fabricación de armazones, soldadura de ventanas
6	1	Pintor industrial	5 años de experiencia en recubrimientos superficiales de acero y preparación de superficies	Preparación y recubrimiento superficial interior y exterior del contenedor
7	3	Mecánico industrial	2 años	Ayudantes para electricista, pintor y carpintero
TOTAL	11			

**Cuadro 4.9. Modelos sin instalaciones sanitarias**

ORD	MODELO
1	02 EST OP 02
2	05 EST OP 05
3	09 D10P 2A
4	10 D10P 1A

**Cuadro 4.10. Requerimiento de personal para modelos sin instalaciones sanitarias**

ORD	CANT	DETALLE	EXPERIENCIA	FUNCIÓN
1	1	Mecánico carrocerero	5 años, en trabajos de fabricación de carrocerías	Montaje de estructuras y acabados interiores de los contenedores
2	1	Electricista industrial	3 años, en instalaciones residenciales, industriales y automotrices	Instalaciones eléctricas, redes y telefónicas
3	1	Carpintero	5 años, forrado de paredes, trabajos en muebles modulares	Aislado y forrado de paredes
3	3	Mecánico soldador industrial	5 años, fabricación de estructuras metálicas de preferencia en carrocerías, manejo de oxicorte y plasma	Fabricación de armazones, soldadura de ventanas
4	1	Pintor	5 años de experiencia en recubrimientos superficiales de acero y preparación de superficies	Preparación y recubrimiento superficial interior y exterior del contenedor
5	3	Mecánico industrial	2 años	Ayudantes para electricista, pintor y carpintero
TOTAL	10			

**Cuadro 4.11. Modelos sin instalaciones sanitarias ni aislamiento térmico**

ORD	MODELO
1	16 BDGA 02
2	17 BDGA 03

**Cuadro 4.12. Requerimiento de personal para modelos sin instalaciones sanitarias ni aislamiento térmico**

ORD	CANT	DETALLE	EXPERIENCIA	FUNCIÓN
1	1	Mecánico carrocerero	5 años, en trabajos de fabricación de carrocerías	Montaje de estructuras y acabados interiores de los contenedores
2	1	Electricista industrial	3 años, en instalaciones residenciales, industriales y automotrices	Instalaciones eléctricas, redes y telefónicas
3	3	Mecánico soldador industrial	5 años, fabricación de estructuras metálicas de preferencia en carrocerías, manejo de oxicorte y plasma	Fabricación de armazones, soldadura de ventanas
4	1	Pintor	5 años de experiencia en recubrimientos superficiales de acero y preparación de superficies	Preparación y recubrimiento superficial interior y exterior del contenedor
5	2	Mecánico industrial	2 años	Ayudantes para electricista y pintor.
TOTAL	8			

#### **4.2.3. Espacio físico**

Se cuenta con un área cubierta de 265 m<sup>2</sup>, para la puesta en marcha de esta nueva línea de producción en la cual se estima una producción mínima de 10 módulos habitacionales de 20 pies o 6 módulos de 40 pies por mes.

En el capítulo No 5 se detallarán las áreas y flujos de material para producir este número de módulos habitacionales.

### **4.3. Diagramas de proceso**

El proceso para la producción de módulos habitacionales consta de múltiples etapas, vinculadas por actividades secuenciales, que permita reducir los inventarios de reserva.

En el caso de tener varios modelos de módulos habitacionales a fabricarse, se procederá a ejecutar planificaciones para producción que reduzcan el riesgo de paros por actividades traslapadas.

Este estudio permitirá a la División Industrial, unidad responsable de la producción trabajar bajo pedido, manteniéndose los stocks al mínimo de los recursos, en el peor de los casos se considera que sea de respuesta lenta por ser un producto único, pero en el caso de implementarse este proyecto, División Industrial podrá responder de forma inmediata, ya que los diseños, planos, materiales se encuentran predefinidos y estandarizados para cada modelo.

Clasificados por características de modelos para producción:

#### ***Modelo Completo***

Modelo de 20 o 40 pies que contiene aislamiento térmico, instalaciones sanitarias y eléctricas.

#### ***Modelo semi equipado***

Modelo de 20 o 40 pies sin aislamiento con instalaciones sanitarias y eléctricas

#### ***Modelo básico***

Modelo de 20 o 40 pies que no contienen instalaciones sanitarias ni aislamiento térmico.

### ***Tiempo de producción de un solo Módulo habitacional***

Clasificación por producción	Tiempo Administrativo Horas	Tiempo de producción Horas	Tiempo total
Modelo Completo	72	122	194
Modelo Dos	72	99	171
Modelo Tres	72	99	171
Modelo Cuatro	24	71	95

Los diagramas de procesos permitirán estandarizar los procedimientos a seguir para la producción de los diversos tipos de módulos habitacionales, de forma ordenada y lógica.

Dentro de los procesos principales con los que cuentan la División Industrial, se incluye la Fabricación de Módulos Habitacionales, la misma que está respaldada por los subprocesos, de Cotización, Producción y Fabricación de Módulos habitacionales.

En la sección de anexos se pueden observar con mayor claridad el al árbol general de procesos que incluyen las actividades particulares por cada etapa de la fabricación.

#### **4.4. Documentos de control**

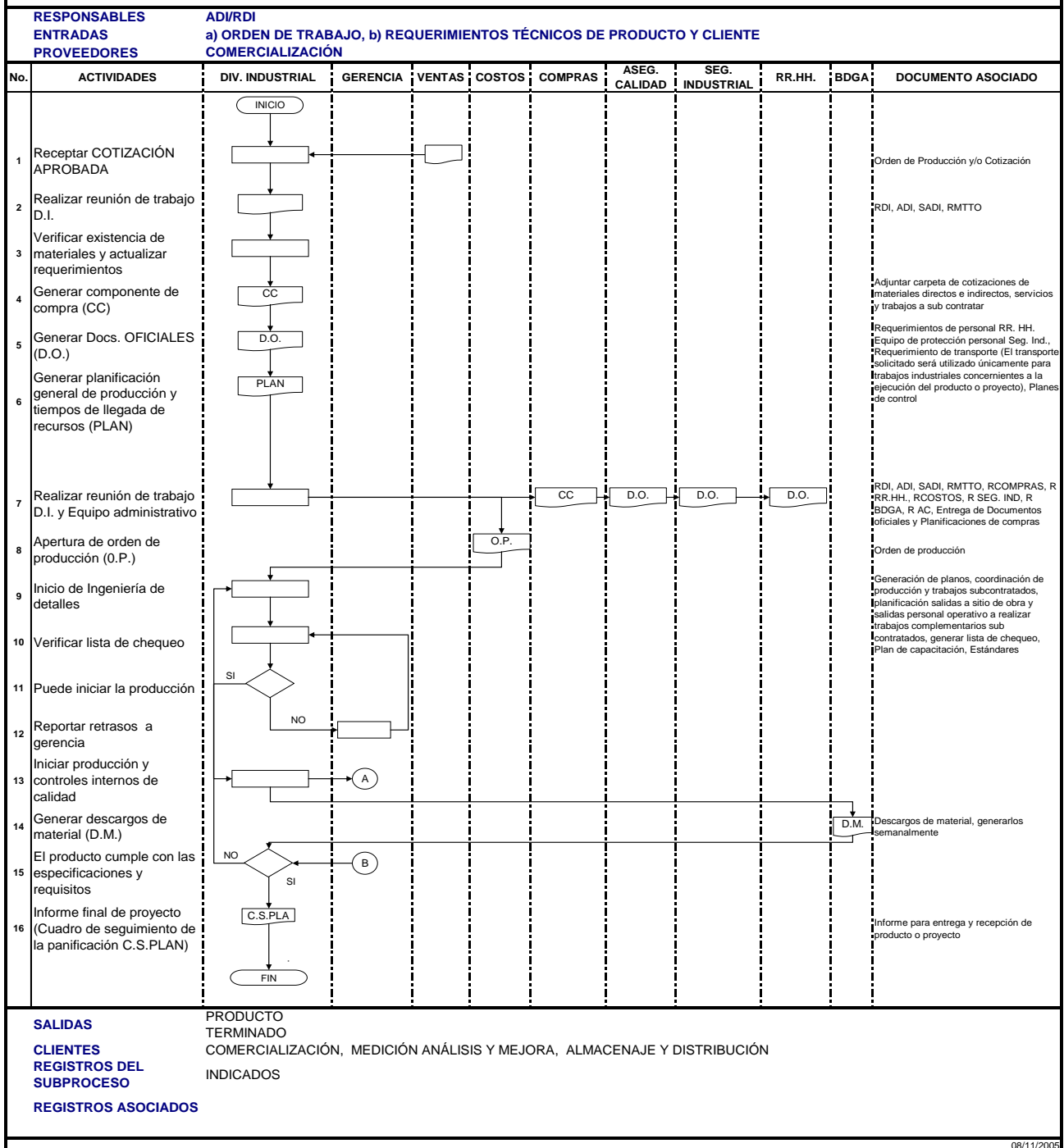
Serán todos y cada uno de los documentos que permitan mejorar el desarrollo de cada uno de los procesos o etapas del proyecto de construcción de los módulos habitacionales.

El uso de documentos de control nos permitirá crear un proceso dinámico, documentado, para realizar nuestro trabajo de acuerdo a estándares, facilitando la mejora continua, para lograr niveles de competitividad alta.

El trabajo estandarizado, requiere del involucramiento de la gente:

Documenta la secuencia del trabajo más segura y ergonómica que crea un buen flujo de trabajo.

NOMBRE DEL SUBPROCESO PRODUCCIÓN



**SALIDAS** PRODUCTO TERMINADO  
**CLIENTES** COMERCIALIZACIÓN, MEDICIÓN ANÁLISIS Y MEJORA, ALMACENAJE Y DISTRIBUCIÓN  
**REGISTROS DEL SUBPROCESO** INDICADOS  
**REGISTROS ASOCIADOS**

Figura 4.1. Diagrama del proceso de producción general

### ***Tiempos Cortos de respuesta***

El trabajo Estandarizado soporta a Tiempos Cortos de Respuesta:

Documentación de la Mejor Secuencia de Trabajo y procesos.

Documentación del Inventario en Proceso Estándar requerido.

Proceso de Mejora Continua para reducir el tiempo de operación a través de la eliminación del desperdicio.

### ***El Trabajo Estandarizado soporta a la Mejora Continua***

Un estándar debe estar en el lugar y debe ser seguido antes de intentar la Mejora Continua

El estándar debería ser usado para identificar desperdicios en el proceso

Un correcto análisis de las herramientas de Trabajo Estandarizado hará que el desperdicio sea altamente visible.

### ***SISTEMA GLOBAL DE MANUFACTURA***

Todo trabajo repetitivo debe ser documentado y estandarizado

Las funciones deben ser acordadas entre los turnos

Con el Trabajo Estandarizado, se pretende disminuir los siguientes desperdicios:

Sobre producción, corrección o retrabajo, esperas, exceso de inventarios, procesos innecesarios, transporte o movimiento de materiales, exceso de movimientos del operador.

### ***DOCUMENTOS:***





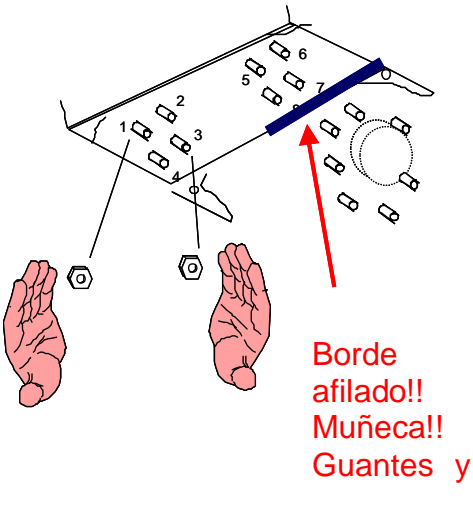
#### ***HOJA DE ELEMENTO***

La hoja de elemento es la herramienta para enseñar

Esclarece los pasos necesarios para ejecutar la tarea

Sirve como ayuda para la memoria de los puntos importantes y razones de ejecución

Asegura un método correcto de enseñanza

		Plataforma	Modelo	Nº Elemento																																										
<b>HOJA DE ELEMENTOS</b>																																														
<b>Nombre del Elemento</b> Básico <input type="radio"/> Opcional <input type="radio"/>		<b>Símbolo:</b> Seguridad del operador  Chequeo de Calidad  Proceso Crítico 																																												
Gráfico de ensamble de estructuras y componentes. 		Símbolo	N-º	Paso Principal (Que?)	Paso Importante (Como?)	Razón (Porque?)																																								
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Bloque de firmas de aprobación</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Líder de equipo</th> <th>Líder de Grupo</th> <th>Ing. Producción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Turno 1º</td> <td>Firma</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Turno 2º</td> <td>Firma</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Turno 3º</td> <td>Firma</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Bloque de firmas de aprobación					Líder de equipo	Líder de Grupo	Ing. Producción	Turno 1º	Firma			Fecha			Turno 2º	Firma			Fecha			Turno 3º	Firma			Fecha			Histórico de Estaciones: Tiempo de Ejecución: Fecha: 04/08/2005		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Registro de Revisiones</th> </tr> <tr> <th>Fecha</th> <th>Nº Revisión</th> <th>Alteración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		Registro de Revisiones			Fecha	Nº Revisión	Alteración						
Bloque de firmas de aprobación																																														
	Líder de equipo	Líder de Grupo	Ing. Producción																																											
Turno 1º	Firma																																													
	Fecha																																													
Turno 2º	Firma																																													
	Fecha																																													
Turno 3º	Firma																																													
	Fecha																																													
Registro de Revisiones																																														
Fecha	Nº Revisión	Alteración																																												

**Figura 4.2. Hoja de elementos**

En el primer cuadro se realizará un esquema o gráfico que permita entender cada uno de los pasos que deben hacerse para ensamblar o colocar cierta parte del equipamiento o estructura dentro o fuera del contenedor.

En la columna de **Paso Principal (Que)** se detallarán los procedimientos a seguir para el ensamble.

En el espacio para Punto importante, se considera el como realizarlo (Como), existiendo tres puntos:

Éxito (Crítico): Son aquellos de los cuales depende el éxito o falla de la operación.

Seguridad: Puntos importantes que pueden causar accidentes en las operaciones



Ayudas: Puntos importantes que facilitan al operación (Cuidados, tiempos, experiencias, o también conocimiento especial).

La tercera columna se detallara las Razones (Para que) por la que se coloca de esa manera o se realiza dicho procedimiento.

Ejemplo:

PASO PRINCIPAL	PUNTO IMPORTANTE	RAZÓN
Que?	Como?	Por que?
1 Tomar cuatro tuercas de la bandeja 1-4	Dos tuercas en cada mano	Para prevenir doble manejo de tuercas
2 Colocar las tuercas	Girar en sentido horario	Prevenir aislamientos
3 Tomar cuatro tuercas de la bandeja 5-8	Dos tuercas en cada mano	Para prevenir doble manejo de tuercas
4 Colocar las tuercas	Girar en sentido horario	Prevenir aislamientos

### **TIEMPO IDEAL DE OPERACIÓN (TACK TIME)**

Es el tiempo ideal requerido para producir un componente o un Módulo habitacional, para enfrentar la demanda del cliente.


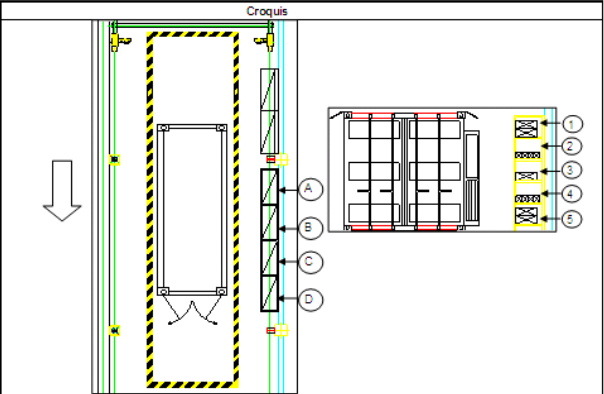
Es calculado por la siguiente formula:

$$TT = \frac{\text{Tiempo disponible de producción (min utos)}}{\text{Demanda del cliente (unidades)}} \quad \text{Ecuación 4.1.}$$

El tiempo disponible de producción es simplemente la cantidad de tiempo planeado para producir los módulos habitacionales.

### **UBICACIÓN DE MATERIALES**

Durante la fabricación se requiere que los materiales necesarios sean colocados en el sitio de trabajo, de tal forma que los Obreros no realicen viajes innecesarios hacia la bodega para retirarlos. Se contará con personal responsable de la entrega de estos de acuerdo a una planificación semanal por cada grupo de trabajo, los materiales deberán ser colocados en las estanterías y señaladas para poder realizar un control y fácil ubicación. Para esto se ha considerado un formato de ubicación por sección de trabajo y espacio en estantería.

 <b>HOJA DE MATERIALES Y UBICACIÓN EN SITIO TEMPORAL</b>				
Equipo: _____		Fecha: ____/____/____		
Ubicación área:				
Nº	Material	Nº Pieza	UBIC.	Croquis
				
Bloque de firmas de aprobación				Registro de revisiones
Firma	LET	LG	ING. PROD	Fecha
Turno 1º				Nº Revisión
Turno 2º				Alteración
Turno 3º				

**Figura 4.3. Hoja de materiales y ubicación en sitio temporal**

### **CONTROL DE PLANOS**

Para la construcción de los diversos modelos se cuentan con planos de construcción, distribución de equipamiento y espacios, instalaciones sanitarias y eléctricas, cada uno de estos planos cuentan con un código, el mismo que se detalla a continuación

**Cuadro 4.13. Formato de control de planos**

FORMATO No:.....

**PLANOS QUE SE REQUIEREN PARA INICIAR TRABAJOS DE PRODUCCIÓN DE MÓDULOS HABITACIONALES**



LIDERES DE EQUIPO DE TRABAJO (L.E.T.)		CÓDIGO							
ESTRUCTURAL:									
ELÉCTRICO:									
RECUBRIMIENTO:									
PLOMERÍA:									
PINTURA:									
JEFE EMPRESA SUBCONTRATADA (J.E.S.)									
ALUMINIO:									
MUEBLERÍA:									
No. CÓDIGO DE PLANO		COPIAS DE PLANOS POR EQUIPOS							PLANOS A IMPRIMIR
DESCRIPCIÓN		ESTRUCTURAL	ELÉCTRICO	RECUBRIMIENTO	PLOMERÍA	PINTURA	ALUMINIO	MUEBLERÍA	
1	MA-20-G-01-1.	PLANO GENERAL	1 <input type="checkbox"/>		1 <input type="checkbox"/>		1 <input type="checkbox"/>		
2	MA-20-G-01-2.1.	PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS		1 <input type="checkbox"/>					
3	MA-20-G-01-2.2.	ISOMETRÍA DE EQUIPAMIENTO INSTALACIONES ELÉCTRICAS		1 <input type="checkbox"/>					
4	MA-20-G-01-3.1.	PLANO DE INSTALACIONES SANITARIAS				1 <input type="checkbox"/>			
5	MA-20-G-01-3.2.	ISOMETRÍA DE EQUIPAMIENTO SANITARIO				1 <input type="checkbox"/>			
6	MA-20-G-01-4.	PLANO DE CORTE DE PAREDES	1 <input type="checkbox"/>						
7	MA-20-G-01-5.	PLANO DE EQUIPAMIENTO GENERAL	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	
8*	MA-20-G-01-6. (1...n).	COMPONENTES DE CUARTO DE BAÑO	1- <input type="checkbox"/>			1- <input type="checkbox"/>	1- <input type="checkbox"/>	1- <input type="checkbox"/>	
9*	MA-20-G-01-7. (1...n).	EQUIPAMIENTO	1- <input type="checkbox"/>		1- <input type="checkbox"/>	1- <input type="checkbox"/>	1- <input type="checkbox"/>	1- <input type="checkbox"/>	
10*	MA-20-G-01-8. (1...n).	MUEBLERÍA			1- <input type="checkbox"/>	1- <input type="checkbox"/>		1- <input type="checkbox"/>	

\* El número de planos se incrementarán de acuerdo a las características de cada modelo  
 En este cuadro se colocarán vistos afirmando la entrega de los planos a los diferentes equipos

**Cuadro 4.13. Continuación, Formato de control de planos**

## DESCRIPCIÓN DE CÓDIGOS PARA PLANOS PARA MÓDULOS HABITACIONALES



MÓDULO HABITACIONAL	G GERENCIALES 8 MODELOS	1 PLANO GENERAL	
	O OPERATIVOS 6 MODELOS	2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	1 PLANO INSTALACIONES ELÉCTRICA 2 ISOMETRÍA CON EQUIPAMIENTO
	S SERVICIOS 10 MODELOS	3 INSTALACIONES SANITARIAS	1 PLANO INSTALACIONES SANITARIAS 2 ISOMETRÍA CON APARATOS SANITARIOS
	M MÚLTIPLES 6 MODELOS	4 PLANO DE CORTE	
		5 PLANO DE EQUIPAMIENTO GENERAL	
		6 COMPONENTES DE CUARTO DE BAÑO	1 CABINA DE BAÑO A 2 CABINA DE BAÑO B 3 CABINA DE BAÑO C 4 CABINA DE BAÑO D 5 CABINA DE BAÑO E 6 ESTRUCTURA DE INODOROS 7 ESTRUCTURA DE URINARIOS 8 ESTRUCTURA DE LAVAMANOS 9 ESTRUCTURA DE DUCHAS
		7 EQUIPAMIENTO	1 MARCOS DE VENTANAS Y PUERTAS 2 PUERTAS CORREDIZAS 3 VISERAS 4 MAMPARA 5 ESTANTERÍA 6 CELOSÍA 7 RÓTULOS
		8 MUEBLERÍA	1 ARMARIO A 2 ARMARIO B 3 CAMA DE UNA PLAZA 4 CAMILLA 5 CANCELES DOBLE Y SENCILLO 6 ESCRITORIO DE TRABAJO JR 7 ESTACIÓN DOBLE A 8 ESTACIÓN DOBLE B 9 ESTACIÓN INDIVIDUAL A 10 ESTACIÓN INDIVIDUAL B 11 LIBRERO VERTICAL 12 MESA DE REUNIONES 13 SILLONERÍA

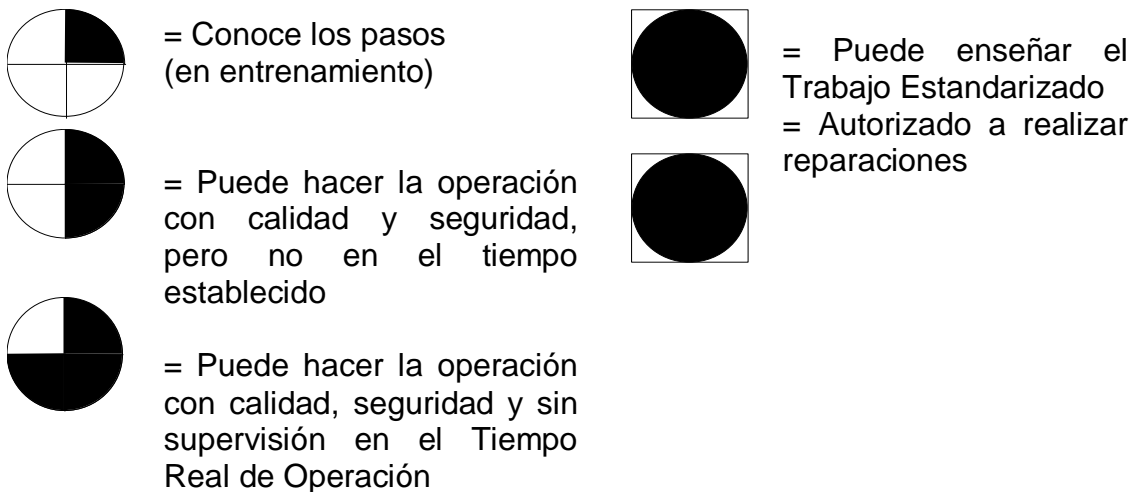
## **FLEXIBILIDAD DE PERSONAL**

Cada miembro de los diversos equipos de trabajo, serán incluidos en una matriz de flexibilidad, la que permitirá determinar cual es el porcentaje de conocimientos técnico del área en la que se desempeña actualmente el operador.

El avance los integrantes llenará en base a circunferencias de aprendizaje, en la que se ha dividido en cuatro cuadrantes cada una con porcentaje de 25%, el primero conocimiento básico, hasta el 100% que será conocimiento completo se su puesto de trabajo o de su actividad.

Estos círculos nos permitirán generar una rotación entre los diversos integrantes, para el caso en que una persona faltase o exista un cambio inesperado en la planificación de los trabajos.

A continuación se muestra la matriz de flexibilidad.



**Figura 4.4. Círculos de aprendizaje para matriz de flexibilidad**

## **HOJA DE CONTROL DE CALIDAD PARA LIBERACIÓN DEL PRODUCTO**

Para la verificación de los trabajos realizados, su estado y calidad se procederá a controlar por etapas o grupos de trabajo, en esta cartilla se colocarán las novedades existentes, y se marcarán con vistos las verificaciones realizadas. Esto permitirá liberar el producto de etapa en etapa, para que el módulo habitacional sea movido se deberá controlar su calidad, en caso que se presente alguna anomalía no se liberará el producto, o se considerará como producto en reproceso, cuyas falencias deberán ser resueltas para la liberación final.

### HOJA DE CONTROL DE CALIDAD PARA LIBERACIÓN DE PRODUCTO POR ETAPAS Y FINAL

ÁREA A INSPECCIONAR				SOLDADURA						PINTURA														
MODO Y HERRAMIENTA A UTILIZAR				1	1	V,M	1,2,3	3	1	V	M	V	4	5	6	V	M	TURNO NO 1						
MODELO MÓDULO HABITACIONAL				PARALELISMO EN CORTES	VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES	EMPOTRAMIENTO DE ESTRUCTURAS A PISO	ALINEAMIENTO DE ESTRUCTURAS	ALINEAMIENTO DE PUERTAS Y VENTANAS	PLOMOS DE APOYOS DE TABLEROS	SEPARACIÓN DE APOYOS DE TABLEROS	SOLDADURAS ADECUADAS	COLOCAR ADHESIVO DE LIBERACIÓN DE PRODUCTO POR ETAPAS	PREPARACIÓN ADECUADA DE SUPERFICIE	ESPESOR HÚMEDO	PRUEBA DE ADHERENCIA	ESPESOR SECO	CALIDAD DE APLICACIÓN	COLOCAR ADHESIVO DE LIBERACIÓN DE PRODUCTO POR ETAPAS	TURNO NO 2					
CANTIDAD																			TURNO NO 3					
CÓDIGO DE PRODUCCIÓN																			CUADRO DE RESPONSABILIDAD					
CLIENTE																			LET. SOLDADURA					
ORDEN DE PRODUCCIÓN																			LET. PINTURA					
INSPECCIÓN ANTES DE INICIAR (AI), INSPECCIÓN DURANTE EL PROCESO (DP), INSPECCIÓN AL FINALIZAR (FP)																			LGT					
N°	PARTE	FECHA	INSPECCIÓN													ING. PRODUCCIÓN		OBSERVACIONES						
				APROBADO		OBSERVACIONES																		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	OK	NOK				
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								

Cuadro 4.14. Hoja de control de calidad para liberación de producto

## CAPITULO 5

### DISEÑO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

#### 5.1. Distribución de áreas para maquinaria y operarios

Los equipos, maquinaria y los procesos de trabajo se ubicarán de acuerdo con los pasos consecutivos que sigue la fabricación del producto. La trayectoria del módulo habitacional es, en efecto una línea recta. **Siendo una distribución por funciones** que agrupa operaciones de trabajo similares, siendo estas: Etapas de corte, soldadura y ensamble, Pintura, Instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, y equipamiento final

En la actualidad el taller de estructuras metálicas cuenta con dos espacios libres a los laterales del puente grúa existente, para la implementación de la línea de producción para módulos habitacionales, se ha considerado la instalación de un puente grúa con capacidad de 8 toneladas, y con recorrido máximo de 60m, para alcanzar esta longitud, se requiere eliminar una bodega de materiales fungibles para soldadura y las paredes divisoras del taller de estructuras con una bodega textil.

#### **Trabajos de obra civil:**

- Derrocamiento de la pared divisora del taller de estructuras metálicas y bodega de Carpas de FAME. (Figuras 5.1 y 5.2)
- Adecuación de Camerinos de trabajadores a bodega de materiales.
- Construcción de rampa de acceso de plataformas y contenedores
- Construcción de rampa de salida de producto terminado.
- Cimentación y fundición de placas bases para columnas de puente grúa
- Construcción de pared divisora de la bodega de materiales de FAME y el nuevo taller de estructuras.
- Derrocamiento de las paredes frontales y posteriores, estos espacios serán las puertas de entrada y salida de los contenedores.

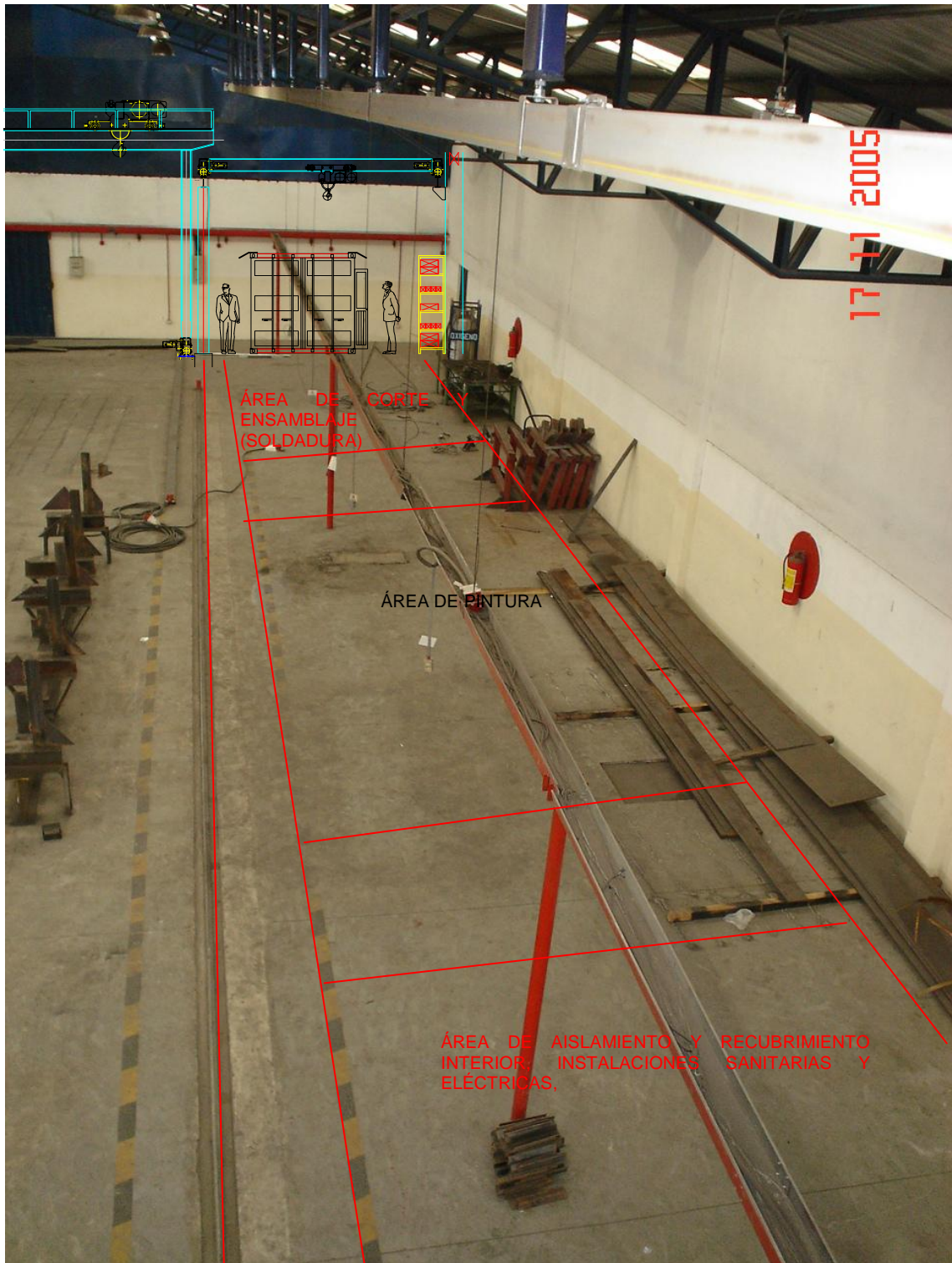


Figura 5.1. Ubicación de línea de producción dentro de taller



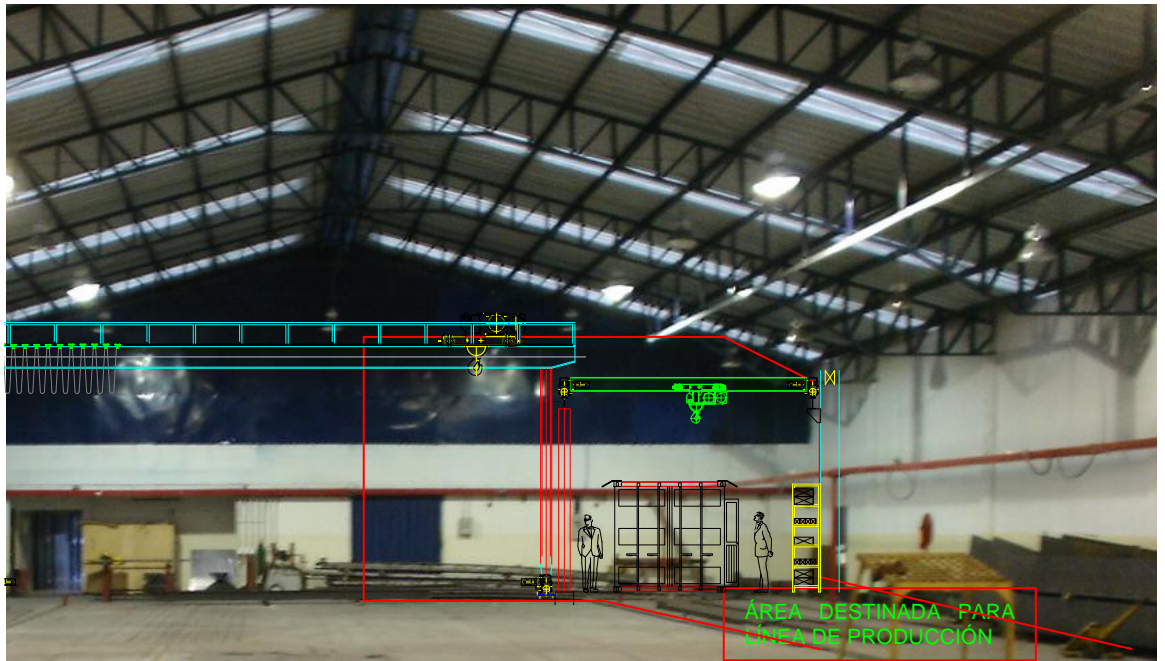


Figura 5.2. Puente grúa para movimiento de contenedores



Figura 5.3. Vista de puerta principal de salida de módulos habitacionales



Figura 5.4. Ingreso de contenedores y pared a ser derrocada

Derrocamiento de la bodega temporal de materiales fungibles de soldadura.



Figura 5.5. Bodega a ser retirada para salida de módulos habitacionales

## ***EQUIPAMIENTO DE MAQUINARIA E INSTALACIONES***

Se ha considerado el montaje de un puente grúa soportado por pilares de acero y sobre las columnas de la pared derecha apoyos de puente grúa, el puente grúa tendrá una capacidad máxima de carga de 8 toneladas con una longitud de recorrido neta de 60m.

La línea de producción estará equipada con:

- Instalaciones eléctricas desde 110 a 220V
- Instalaciones de aire comprimido para el funcionamiento del plasma y equipo de pintura.
- Sistemas de extracción de gases de soldadura y residuos de solventes en la sección de pintura
- Colocación de compuertas principales de entrada de contenedores y salida de Módulos Habitacionales.

### **5.2. Distribución en planta**

En esta sección se verificarán los espacios requeridos para generar los diversos elementos que conformarán el módulo habitacional.

#### ***5.2.1. Relaciones espacio ajuste***

#### ***FLUJO DE SECCIÓN CORTE Y SOLDADURA***

A1- Bodega de insumos y materiales

A1- Almacenamiento de perfiles cortados

A2- Almacenamiento de estructuras terminadas

M1- Sierra alterna

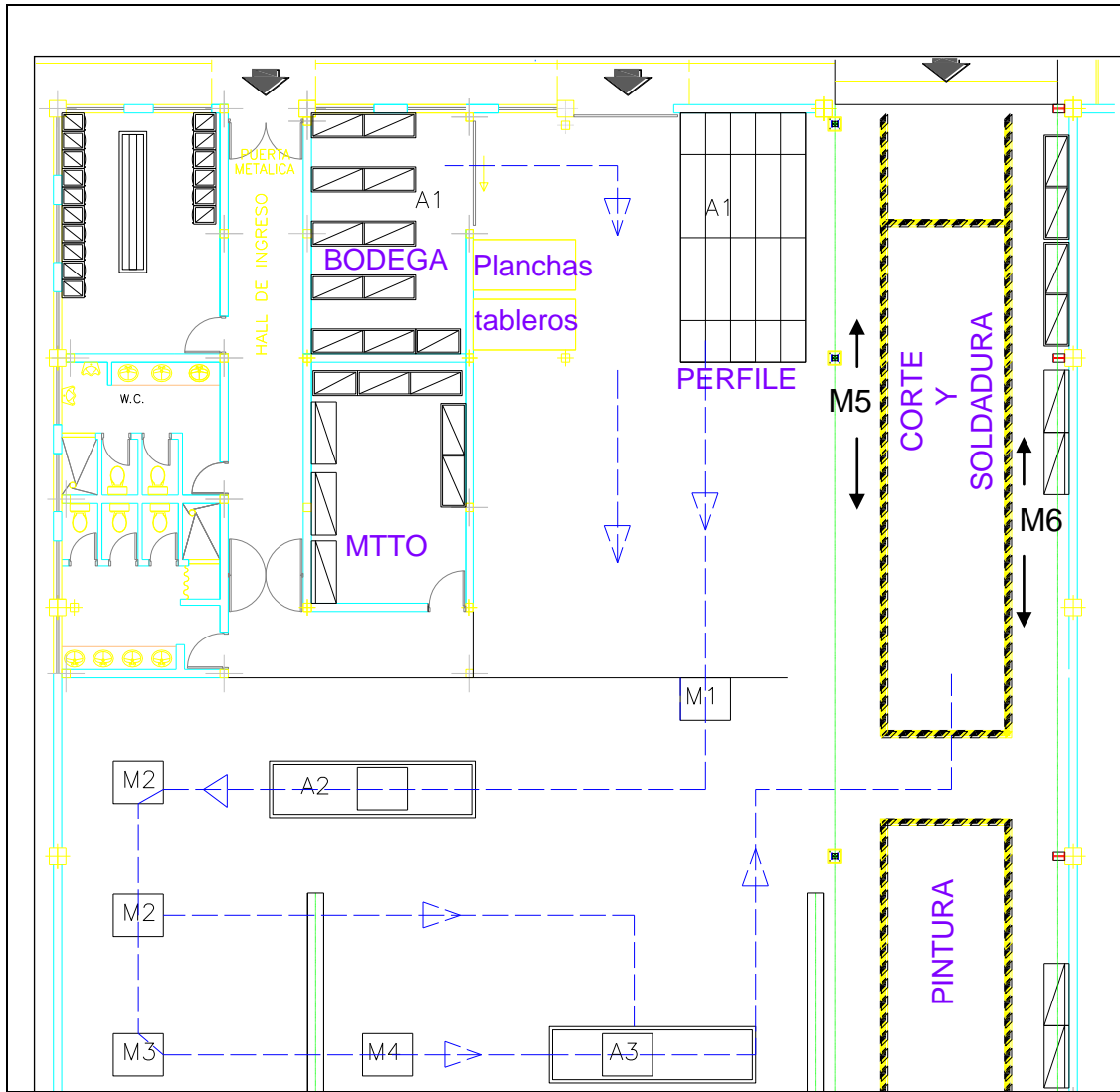
M2- Soldadora

M3- Cizalla

M4- Dobladora de tol de muelas

M5- Plasma (móvil por toda la sección)

M6- Equipo de soldadura móvil



**Figura 5.6. Sección corte y soldadura**

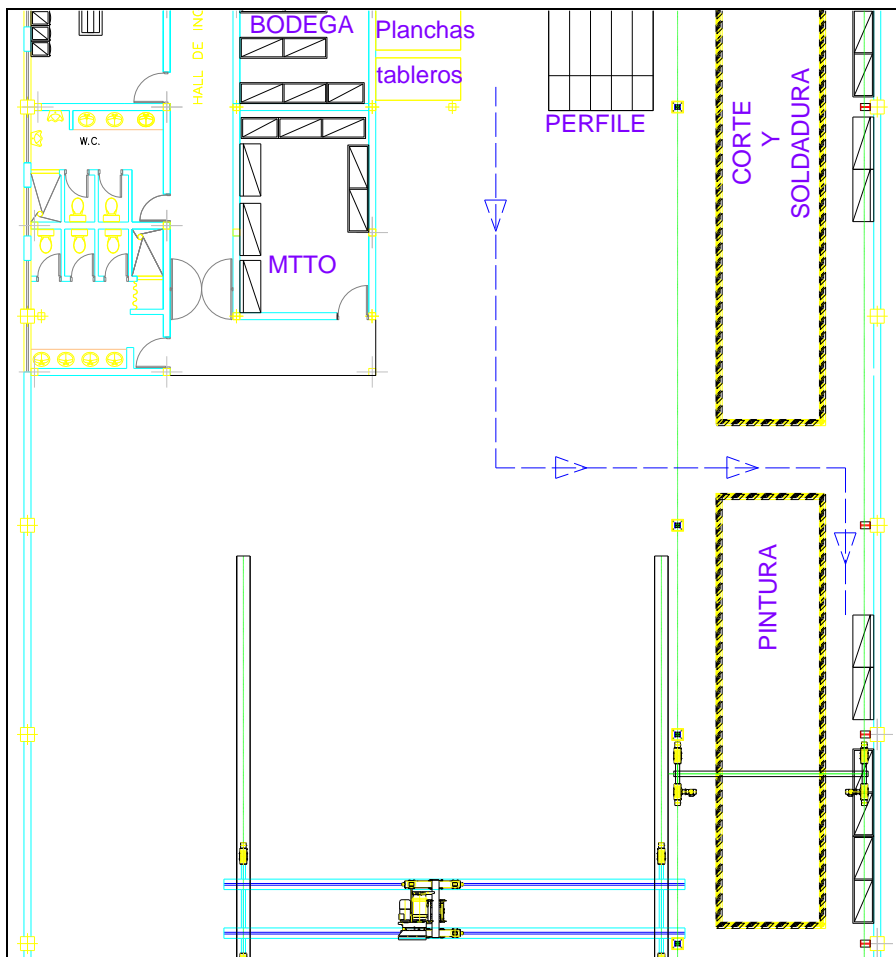
Se ha considerado que los materiales salgan desde la bodega central, sean cortados por la cizalla o por la sierra alterna, almacenados en un solo puesto para luego proceder al armado de todo elemento estructural.

Los espacios destinados para soldaduras para elementos componentes de los módulos se encuentran alejadas de la sección de pintura, para evitar explosiones o acumulación de gases tóxicos, debido a que se encuentran cerca de las ventanas.

### **Flujo de sección de pintura**

Luego de ser ensamblados los componentes se procederá a mover el contenedor hacia la sección de pintura. Esta sección será aislada temporalmente por un sistema de persianas que impidan que las chispas producidas por la fabricación de estructuras metálicas contaminen el ambiente de pintura y se produzca algún flagelo, para reducir este riesgo se ha visto la necesidad de implementar un sistema de extracción de gases, aspirando rápidamente los gases contaminantes de la sección de pintura.

Las tuberías de instalaciones se detallan en el plano LP05 de los anexos, en la cual el flujo de aire es conducido desde el compresor de tornillos ubicado en la Sección de Munición de Caza hacia la tubería de las instalaciones neumáticas de la línea de producción de módulos



**Figura 5.7. Sección pintura**

### ***Flujo de insumos y materiales para la sección de instalaciones y aislamiento interior***

Los materiales para las instalaciones saldrán de la bodega central ubicada al interior del taller, para luego ser trasladadas hacia las estanterías correspondientes de cada sección de trabajo, tales como: equipamiento interior y aislamiento.

Los materiales necesarios para el aislamiento térmico y recubrimiento interior en caso de ser cortados y colocado de bordes de caucho en los extremos serán trasladados hacia la sección de corte, luego de ser procesados se colocarán en una sección de almacenaje temporal (A4), contando esta sección con:

- M7- Sierra canteadora
- M8- Sierra Caladora
- M9- Sierra circular
- M10- Atornillador eléctrico
- M11- Taladro eléctrico portátil
- M12- Cepillo eléctrico
- M13- Sierra circular de banco

El equipo de trabajo de instalaciones eléctricas y sanitarias, cuenta con herramienta portátil, un banco de trabajo con entenallas y estanterías para el almacenaje temporal de materiales.

## Distribución de materiales sección instalaciones y aislamiento interno

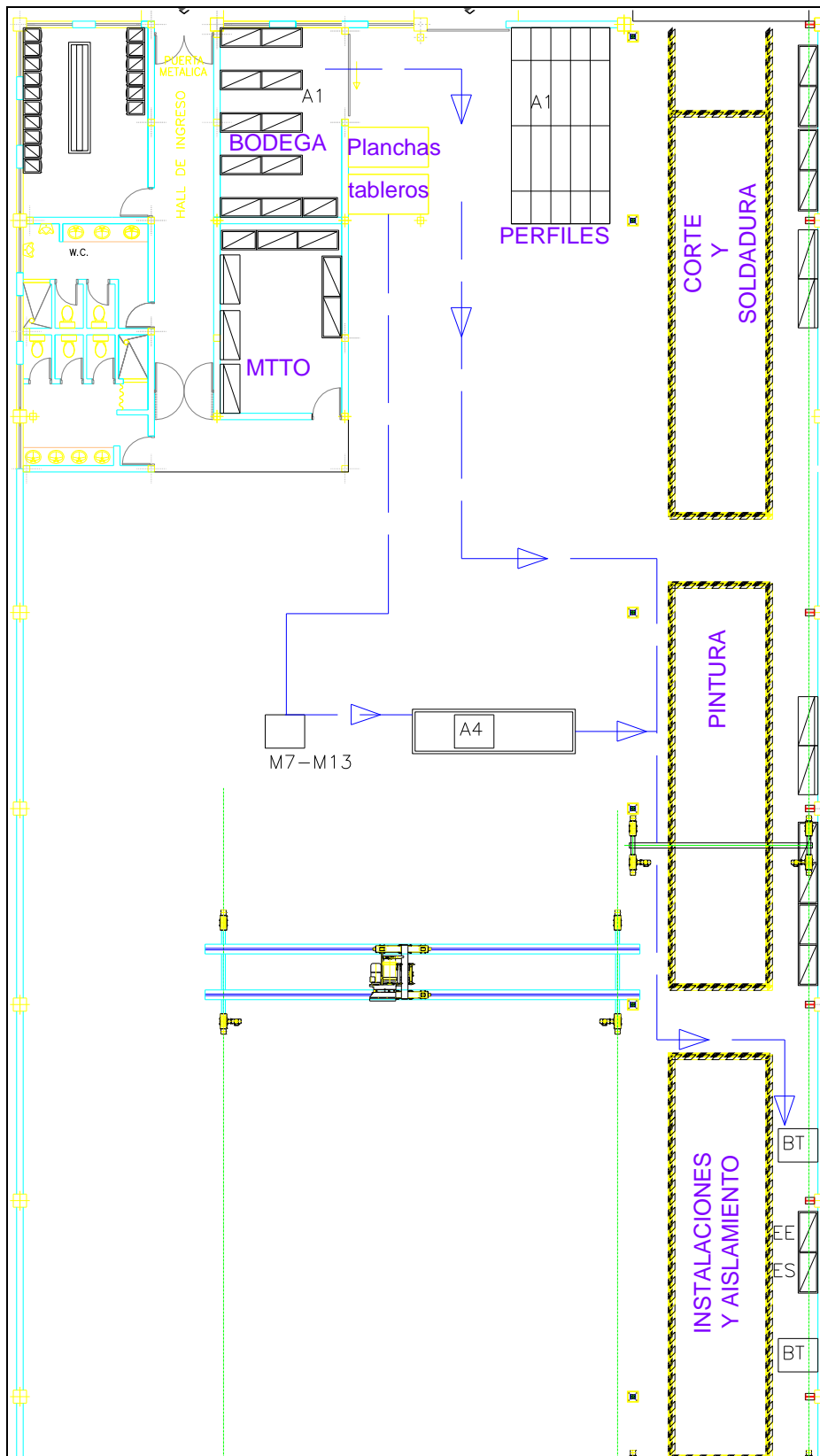


Figura 5.8. Sección instalaciones y aislamiento interior

***Flujo de mobiliario y equipamiento subcontratado para la sección de equipamiento final.***

Para la sección de equipamiento final, se procederán a subcontratar dos trabajos especializados como: Instalación de Aluminio, vidrio, mobiliario, y provisión de equipos de aire acondicionado. Serán revisados bajo cronograma de trabajo por el responsable de la bodega, para luego de constatar todos los elementos solicitados, verificando las especificaciones técnicas en modelos y materiales, se proceda a la emisión de certificado de producto entregado, para luego ser instalados de forma inmediata.

Los productos no atravesarán el taller de estructuras ni el área de módulos habitacionales, serán revisados en bodega, luego ingresarán por la puerta principal de salida, hasta el área de equipamiento final, para que sean instalados adecuadamente.

Cada equipo subcontratado, contará con un tiempo máximo de instalación, y requerimientos mínimos de seguridad industrial para los trabajadores de las empresas subcontratadas.

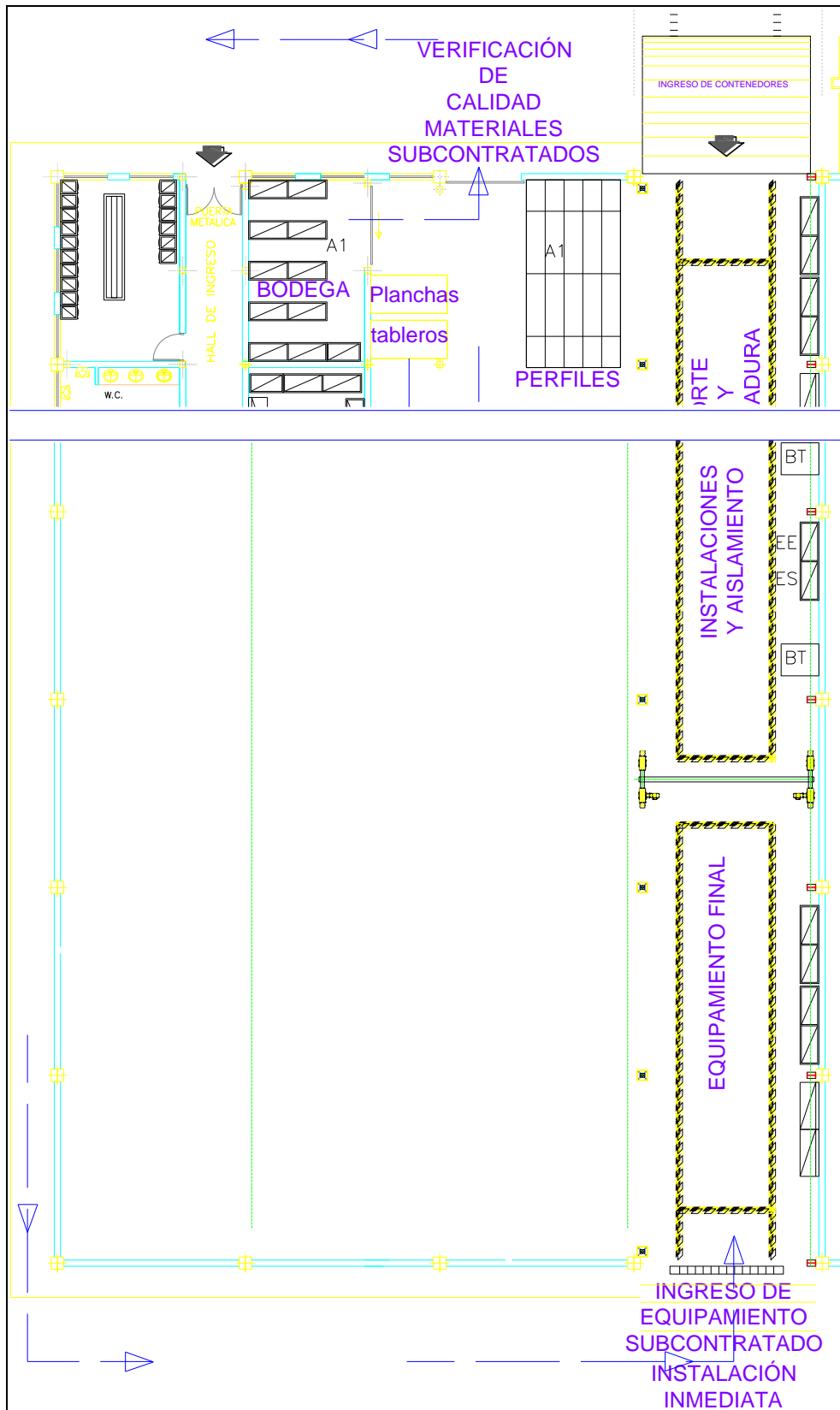
En el caso de los equipos de aire acondicionado serán entregados y probados en bodega, para luego, de acuerdo a la planificación establecida ser trasladados a los módulos habitacionales para ser embalados. En el caso que se requieran equipos del tipo Split más Condensadora, se contratará la instalación en sitio.

Los equipos, mobiliario y demás elementos que conformen el contenedor deberán ser revisados en el Departamento de Control de Calidad, para determinar posibles errores en el ensamblaje o acabados, que deberán ser corregidos antes que el contenedor sea enviado.

Luego de verificarse todos los equipamientos se emitirá por parte del Departamento de Control de Calidad un certificado que permita la liberación del Módulo Habitacional ya terminado. Inmediatamente ingresará la plataforma para ser cargada con el Módulo habitacional.



**Distribución de equipamiento, mobiliario subcontratado, control de calidad y liberación del producto**



**Figura 5.9. Sección equipamiento final y liberación de producto**

### **5.3. Diagramas de relaciones de actividades y/o flujo**

La distribución que se ha seleccionado relaciona de forma directa las diferentes etapas de la línea de producción, cada etapa es considerada crítica, pues al detenerse o bloquearse una etapa, dificultaría el movimiento de los módulos habitacionales a las secciones de trabajo continuas.

No existirá holgura entre actividades de secciones diferentes, solo permitiendo postergar o cambiar el orden de las actividades de una misma sección o tipo. El diagrama de procesos de la Figura 5.10., muestra la relación de cada etapa de los módulos habitacionales.

Para esta relación de actividades se ha considerado la similitud de los trabajos. El flujo de materiales se realizará mediante planificación por grupos de trabajo, en horarios establecidos, para evitar el choque de personal en operación y personal de distribución de materiales.

Los materiales serán almacenados de forma temporal en las respectivas plataformas de trabajo, se reducirán los movimientos innecesarios de personal, ya que se ha considerado una relación de actividades que reduce tal desperdicio.

Debido a que se cuenta con espacio físico necesario se ha considerado andenes amplios para el manejo de materiales.

Se estima que esta distribución pueda en un futuro cercano adaptarse para la fabricación de furgones, Shelters y Campers desde sus bases.

## Diagrama de procesos para producción de un módulo habitacional

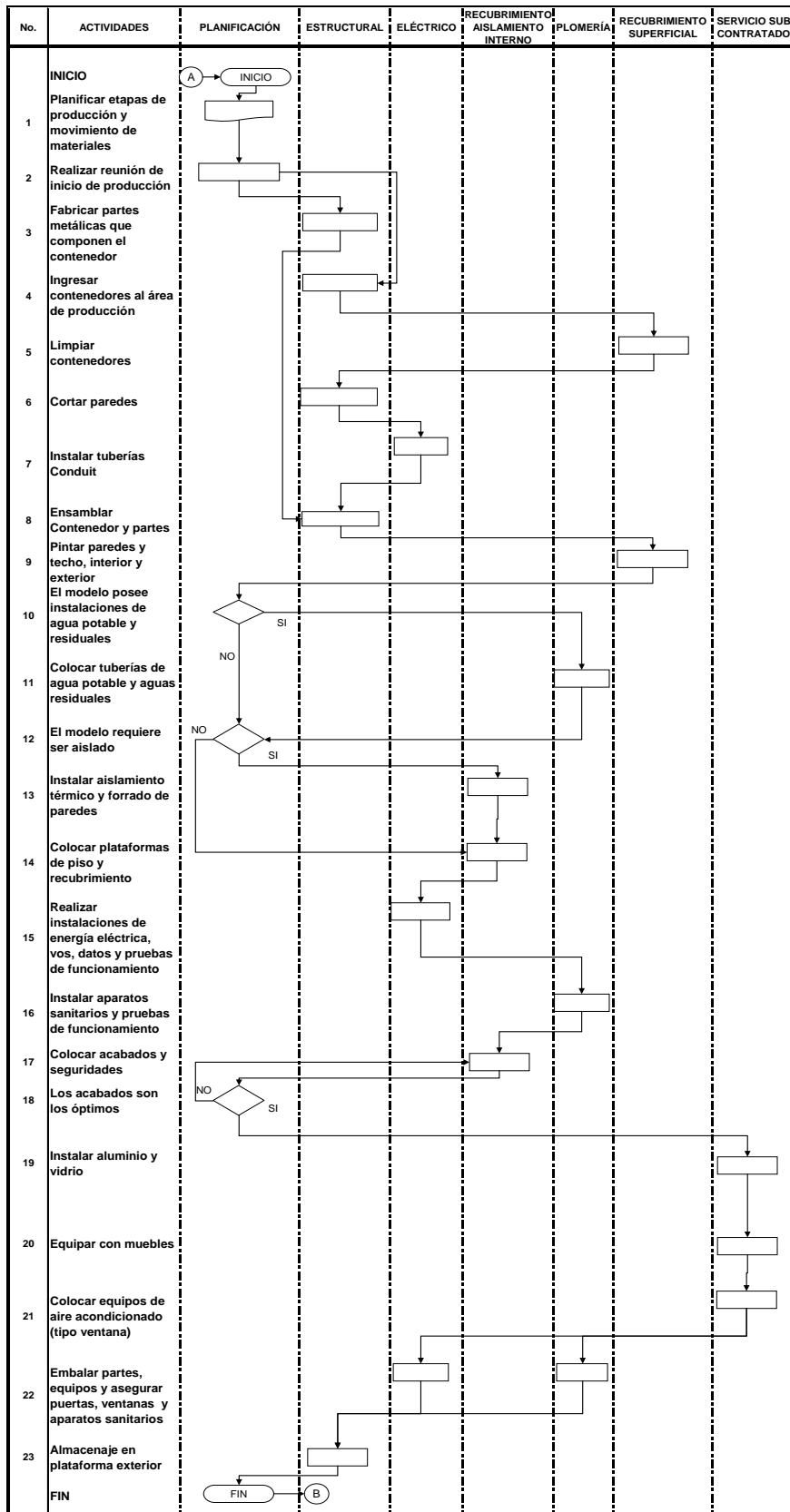


Figura 5.10. Diagrama de procesos para fabricación de módulo habitacional

**Diagrama de relaciones para distribución de plantas**

**Cuadro 5.1. Diagrama de relaciones por sección**

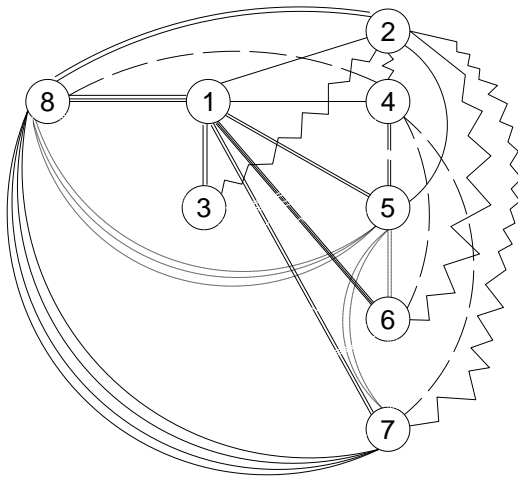
DETALLE	CÓDIGO	VALOR	GRÁFICO
Absolutamente necesario	A	4	=====
Estrictamente necesario	E	3	=====
Importante	I	2	=====
Ordinario	O	1	=====
No Importante	U	0	-----
No deseable	X	-1	~~~~~

108

		PRIORIDADES DE RELACIONES								
ORD	ACTIVIDAD	BODEGA	LIMPIEZA	F. E.	C&E	PINTURA	E.I.	E.F.	Q.C.	
1	BODEGA	-	O	I	U	I	E	I	E	E
2	LIMPIEZA		-	X	X	U	X	X	X	I
3	FABRICACIÓN PARTES			-	A	X	O	U	A	A
4	CORTE Y ENSAMBLAJE				-	I	U	O	O	O
5	PINTURA					-	I	I	E	E
6	EQUIP. INTERIOR						-	A	E	E
7	EQUIP. FINAL							-	A	A
8	CONTROL								-	-

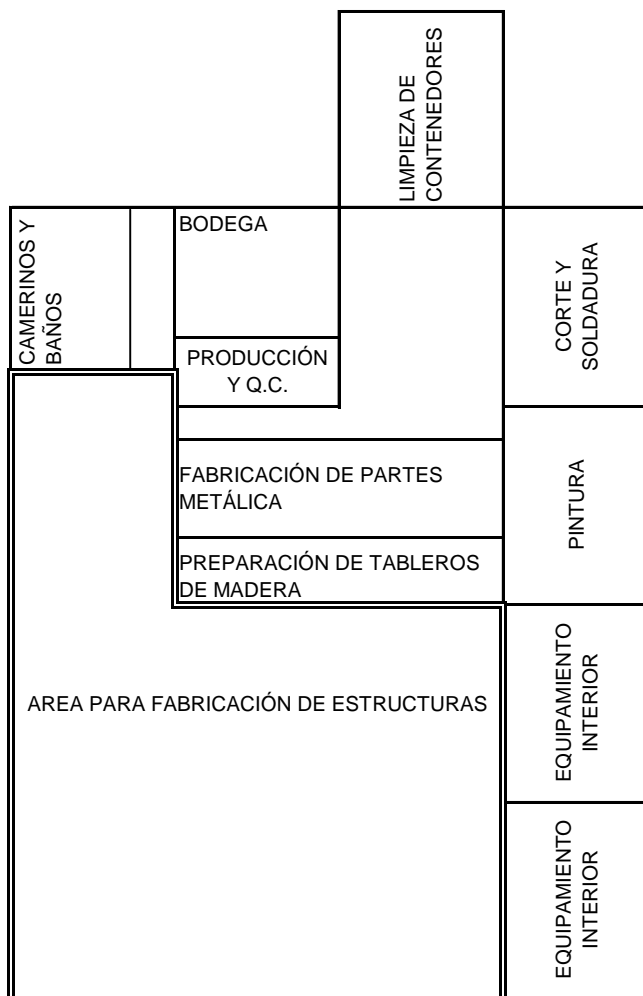
		VALORACION									
ORD	ACTIVIDAD	BODEGA	LIMPIEZA	F. P.	C&E	PINTURA	E.I.	E.F.	Q.C.	TOTAL	ORD
1	BODEGA	-	1	2	0	2	3	2	3	13	1
2	LIMPIEZA		-	-1	-1	0	-1	-1	2	-2	8
3	FABRICACIÓN PARTES			-	4	-1	1	0	4	8	2
4	CORTE Y ENSAMBLAJE				-	2	0	1	1	4	5
5	PINTURA					-	2	2	3	7	3
6	EQUIP. INTERIOR						-	4	3	7	4
7	EQUIP. FINAL							-	4	4	6
8	CONTROL								-	0	7
	TOTAL	0	1	1	3	3	5	8	20	41	

**Diagrama de relaciones por puesto de trabajo**



**Figura 5.11. Diagrama de relaciones por puesto de trabajo**

**Diagramas de relaciones de puestos de trabajo por área**



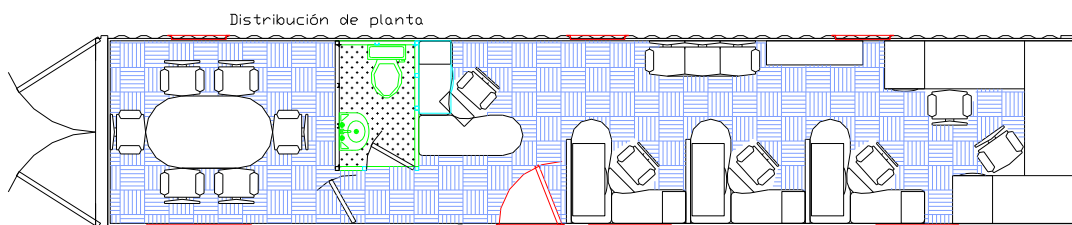
**Figura 5.12. Distribución final de taller**

## 5.4. Determinación de la capacidad de producción

Para determinar la capacidad máxima de producción se han clasificado a los módulos habitacionales de acuerdo al equipamiento que contiene.

Modelo Completo	Aislamiento térmico, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, mobiliario y equipos de aire acondicionado
Modelo sin aislamiento interior	No contiene aislamiento alguno, pero mantiene las instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, mobiliario y equipos de aire ventilación
Modelo sin instalaciones sanitarias	Contiene aislamiento interior, instalaciones eléctricas, mobiliario, equipos de aire acondicionado
Modelo sin instalaciones sanitarias y sin aislamiento térmico	Contiene instalaciones eléctricas, mobiliario y equipos de ventilación

Para efectos de cálculo se ha considerado un módulo habitacional completo de 40 pies siendo este el módulo habitacional Estación Operativa 05, que se muestra en la Figura 5.1.3.



**Figura 5.13. Modelo estación operativa 05**

Para cada modelo se ha realizado una planificación inicial basada en las experiencias durante la fabricación de diversos modelos para proyectos del Cuerpo de Ingenieros del Ejército y La Unidad de Inteligencia en Julio del presente año.

## Tiempos de fabricación por modelo de Módulo Habitacional





### Modelo Completo

Cuadro 5.2. Tiempos de producción para modelo completo

Id		TAREA	Duración
2		<b>MÓDULO COMPLETO AISLAMIENTO + INSTALACIONES DE AGUA POTABLE Y RESIDUALES(20-40 PIES)</b>	<b>11 días</b>
3		FABRICACIÓN DE COMPONENTES	22 horas
4		LIMPIEZA DE CONTENEDORES	14 horas
5		CORTE DE PAREDES Y TECHO	8 horas
6		ENSAMBLAJE	5 horas
7		INSTALACIÓN DE TUBERÍA ELÉCTRICA	6 horas
8		COLOCACIÓN APOYOS DE TABLEROS	11 horas
9		CORTE DE TABLEROS	8 horas
10		PINTURA	16 horas
11		INSTALACIONES AGUA	6 horas
12		AISLAMIENTO Y FORRADO	11 horas
13		PISOS	5 horas
14		CABLEADO SISTEMA ELÉCTRICO	8 horas
15		GRIFERÍA Y SANITARIOS	9 horas
16		ALUMINIO Y VIDRIO	5 horas
17		MUEBLERÍA	6 horas
18		EMBALADO Y ACABADOS	7 horas
19		MOVIMIENTO DE CONTENEDOR	4 horas

### Modelo sin aislamiento interior

Cuadro 5.3. Tiempos de producción para modelo sin aislamiento interior

Id		TAREA	Duración
1			
2		<b>MÓDULO SIN AISLAMIENTO INTERIOR (20-40 PIES)</b>	<b>9 días</b>
3		FABRICACIÓN DE COMPONENTES	22 horas
4		LIMPIEZA DE CONTENEDORES	14 horas
5		CORTE DE PAREDES Y TECHO	8 horas
6		ENSAMBLAJE	5 horas
7		INSTALACIÓN DE TUBERÍA ELÉCTRICA	6 horas
8		PINTURA	16 horas
9		INSTALACIONES AGUA	6 horas
10		PISOS	5 horas
11		CABLEADO SISTEMA ELÉCTRICO	8 horas
12		GRIFERÍA Y SANITARIOS	9 horas
13		ALUMINIO Y VIDRIO	5 horas
14		MUEBLERÍA	6 horas
15		EMBALADO Y ACABADOS	7 horas
16		MOVIMIENTO DE CONTENEDOR	4 horas





### **Modelo sin instalaciones sanitarias**

**Cuadro 5.3. Tiempos de producción para modelo sin aislamiento interior**

Id		TAREA	Duración
1			
2		<b>MÓDULO SIN INSTALACIONES DE AGUA Y DESAGUE (20-40 PIES)</b>	<b>9 días</b>
3		FABRICACIÓN DE COMPONENTES	22 horas
4		LIMPIEZA DE CONTENEDORES	14 horas
5		CORTE DE PAREDES Y TECHO	8 horas
6		ENSAMBLAJE	5 horas
7		INSTALACIÓN DE TUBERÍA ELÉCTRICA	6 horas
8		COLOCACIÓN APOYOS DE TABLEROS	11 horas
9		CORTE DE TABLEROS	8 horas
10		PINTURA	16 horas
11		AISLAMIENTO Y FORRADO	11 horas
12		PISOS	6 horas
13		CABLEADO SISTEMA ELÉCTRICO	5 horas
14		ALUMINIO Y VIDRIO	6 horas
15		MUEBLERÍA	5 horas
16		EMBALADO Y ACABADOS	4 horas
17		MOVIMIENTO DE CONTENEDOR	2 horas

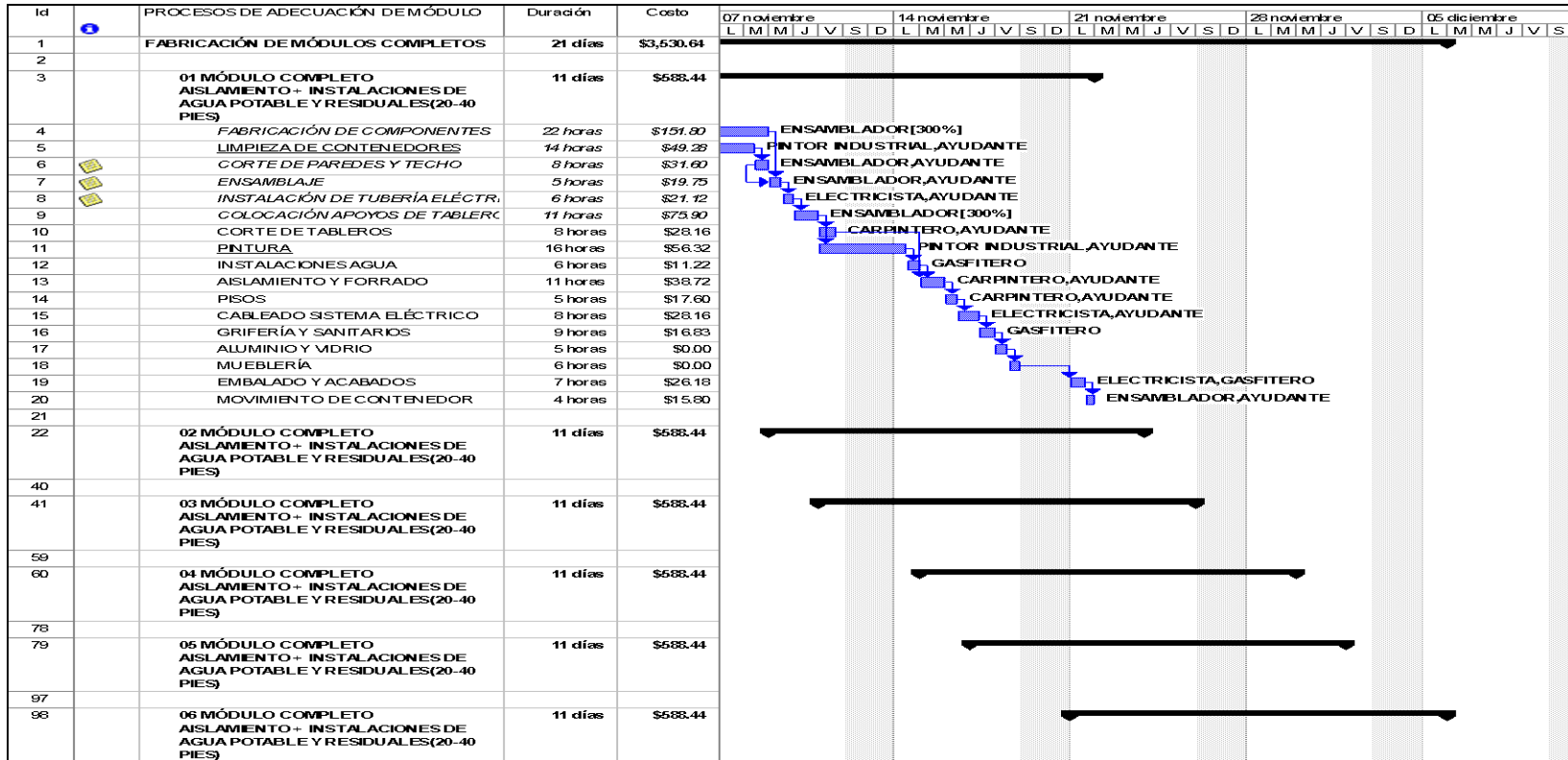
### **Modelo sin instalaciones sanitarias y sin aislamiento térmico**

**Cuadro 5.4. Tiempos de producción para modelo sin aislamiento interior ni instalaciones sanitarias**

Id		TAREA	Duración
1			
2		<b>MÓDULO SIN INSTALACIONES DE AGUA Y SIN AISLAMIENTO (20-40 PIES)</b>	<b>6.5 días</b>
3		FABRICACIÓN DE COMPONENTES	22 horas
4		LIMPIEZA DE CONTENEDORES	16 horas
5		CORTE DE PAREDES Y TECHO	6 horas
6		ENSAMBLAJE	5 horas
7		INSTALACIÓN DE TUBERÍA ELÉCTRICA	6 horas
8		PINTURA	16 horas
9		PISOS	6 horas
10		CABLEADO SISTEMA ELÉCTRICO	5 horas
11		ALUMINIO Y VIDRIO	3 horas
12		MUEBLERÍA	3 horas
13		EMBALADO Y ACABADOS	3 horas
14		MOVIMIENTO DE CONTENEDOR	2.5 horas



**Planificación para la fabricación de 6 módulos habitacionales completos Modelo Est. Op. 05:**



**Figura 5.14. Producción de módulos completos**

Como se puede apreciar la capacidad de producción de la línea a implementar será de 6 módulos habitacionales por mes en un solo turno con el recurso humano detallado en el Capítulo 4, Estandarización de Módulos Habitacionales, Literal 4.2.2, Requerimientos de personal



## CAPITULO 6

### ESTIMACIÓN DE COSTOS

#### 6.1. Costos para implementar la línea de producción en F.M.S.B. S.A.

Para el montaje de la línea de producción para la fabricación de Módulos Habitacionales a partir de contenedores de 20 y 40 pies, se ha considerado instalarla dentro del taller de estructuras metálicas de la División Industrial, para tal efecto se cuenta con la maquinaria necesaria para la producción, dicha maquinaria fue adquirida para la fabricación de Módulos habitacionales para el CEE y AISU, estos proyectos financiaron la compra y se encuentran ya pagadas.

Para la implementación se requiere el derrocamiento de paredes, adecuación de puestos de trabajo, instalaciones de aire y energía eléctrica, montaje de un puente grúa con capacidad mínima de 8 toneladas.

**Cuadro 6.1. Costos de implementación de línea de producción**

	COSTO USD	PROCEDENCIA
PUENTE GRÚA	20,000.00	F.M.S.B. DIV. IND.
OBRA CIVIL	8,000.00	ING. RAZO
INSTALACIÓN DE AIRE	2,000.00	MTTO. F.M.S.B.
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	3,000.00	MTTO. F.M.S.B.
INSTALACIONES SANITARIAS	1,000.00	MTTO. F.M.S.B.
EQUIPAMIENTO DE BODEGA	1,500.00	DIV. IND.
EQUIPAMIENTO DE TALLER	3,000.00	DIV. IND.
INVERSIÓN TOTAL:	38,500.00	

Para el financiamiento F.M.S.B. S.A solicitará un crédito directo con la Dirección de Industrias del Ejército DINE, que será pagado en 2 años.

El pago del crédito a DINE será por medio de las utilidades obtenidas por la venta de los diversos módulos habitacionales, para tal efecto se ha desarrollado en el departamento de Ventas, estrategias para brindar estos servicios a diversas empresas de construcción, petroleras y militares.

**Cuadro 6.2. Proyección de ventas de los años 2006 al 2010**

ESTUDIO DE VENTAS			MODELOS DE MAYOR ACEPTACIÓN PARA CAMPAMENTOS									TOTAL MÓDULOS POR AÑO
AÑO	UNIDADES PRODUCIDAS	SECTOR	MODULO STAFF	MÓDULO SEMI STAFF	BATERIA SANITARIA 3S4CB	DORMITORIO 10P1A	ESTACIÓN OPERATIVA 05	ESTACIÓN 04	BDGA 01	COCINA COMEDOR	CONSULTORIO MÉDICO	
2004	26.00	CONSTRUCTORAS PUBLICAS										
2005	4.00	EJÉRCITO										
2006	20.00	PROYECCIÓN DE VENTAS: PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS, PETROLERAS, CONSTRUCTORAS PRIVADAS, CONSTRUCTURAS PUBLICAS, EJÉRCITO	2	2	2	6	1	2	2	2	1	20
2007	25.00		2	2	4	8	2	1	3	2	1	25
2008	32.00		3	3	5	10	3	2	3	2	1	32
2009	40.00		3	3	5	15	2	2	4	4	2	40
2010	50.00		3	5	6	18	5	2	4	5	2	50

116

**Cuadro 6.2. Continuación, Proyección de ventas de los años 2006 al 2010**

PROYECCIÓN DE VENTAS Y UTILIDADES PARA EL FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

AÑO	UNIDADES PRODUCIDAS	PEDIDO	MODULO STAFF	MÓDULO SEMI STAFF	BATERIA SANITARIA 3S4CB	DORMITORIO 10P1A	ESTACIÓN OPERATIVA 05	ESTACIÓN 04	BDGA 01	COCINA COMEDOR	CONSULTORIO MÉDICO	TOTAL MÓDULOS POR AÑO	COSTO DE PRODUCCIÓN	UTILIDAD MÍNIMA
VALOR REAL		VALOR UNITARIO	21540.74	16417.4031	13581.58725	15222.2427	20663.3511	12286.74605	15366.82487	21019.62807	12723.59025	148822.11		
2004	26.00	REAL	43,081.47	32,834.81	95,071.11	121,777.94	-	36,860.24	15,366.82	21,019.63	25,447.18	391,459.20	340,399.31	51,05
2005	4.00	REAL	-	16,417.40	-	15,222.24	20,663.35	12,286.75	-	-	-	64,589.74	56,164.99	8,42
2006	20.00	ESTIMADO	43,081.47	32,834.81	27,163.17	91,333.46	20,663.35	24,573.49	30,733.65	42,039.26	12,723.59	325,146.25	282,735.87	42,41
2007	25.00	ESTIMADO	43,081.47	32,834.81	54,326.35	121,777.94	41,326.70	12,286.75	46,100.47	42,039.26	12,723.59	406,497.34	353,475.95	53,02
2008	32.00	ESTIMADO	64,622.21	49,252.21	67,907.94	152,222.43	61,990.05	24,573.49	46,100.47	42,039.26	12,723.59	521,431.65	453,418.83	68,01
2009	40.00	ESTIMADO	64,622.21	49,252.21	67,907.94	228,333.64	41,326.70	24,573.49	61,467.30	84,078.51	25,447.18	647,009.18	562,616.68	84,39
2010	50.00	ESTIMADO	64,622.21	82,087.02	81,489.52	274,000.37	103,316.76	24,573.49	61,467.30	105,098.14	25,447.18	822,101.99	714,871.29	107,23
												<b>TOTAL</b>	<b>414,55</b>	

**Cuadro 6.3. Datos para estudio de proyecto y determinación de costos relevantes**

COMPRA DE MAQUINARIA Y MONTAJE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MÓDULOS HABITACIONALES				
ESTRUCTURA GENERAL DEL FLUJO DE CAJA				
	COSTO	DEPRECIACIÓN	VALOR DE RECUPERO	PERIODO DE EVALUACIÓN
	USD	AÑOS	%	AÑOS
PUENTE GRUA	20,000.00	10	10%	10.00
EQUIPAMIENTO	4,500.00			10.00
INSTALACIONES	6,000.00			10.00
VALOR DE INVERSIÓN MAQUINARIA	0,500.00			
VALOR DE DEPRECIACIÓN	3,050.00			
RECUPERO POR VENTA DE MAQUINARIA	3,050.00	A LOS 10 AÑOS		
ADECUACIONES	8,000.00			
INVERSIÓN TOTAL	38,500.00			
DATOS DE ENTRADA		INTERÉS		
COSTOS OPERACIONALES		2%		
SEGURO		5%		
MANTENIMIENTO		2%		
IMPUESTO		15%		
TASA HOLDING DINE, CUOTA FIJA		10%		
TASA BANCO		4%		
TIEMPO DE PAGO DE PRESTAMO(AÑOS)		2		

117

**Cuadro 6.4. Determinación del VAN y TIR del proyecto****PERIODO DE EVALUACIÓN A LOS CINCO AÑOS**

TIPO	DETALLE	MO	M1	M2	M3	M4	M5
	<b>VENTAS</b>	-	<b>325,146.25</b>	<b>406,497.34</b>	<b>521,431.65</b>	<b>647,009.18</b>	<b>822,101.99</b>
	<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	-	<b>282,735.87</b>	<b>353,475.95</b>	<b>453,418.83</b>	<b>562,616.68</b>	<b>714,871.29</b>
INGRESOS Y EGRESOS AFECTOS DE IMPUESTOS	SEGURO DE MAQUINARIA	- -	152.50	- 152.50	- 152.50	- 152.50	- 152.50
	MANTENIMIENTO	- -	610.00	- 622.20	- 634.64	- 647.34	- 660.28
	CAMBIO DE SOLDADORAS Y PLASMAS	- -	-	-	10,000.00	-	-
	DEPRECIACIÓN NUEVA MAQ.	- -	3,050.00	- 3,050.00	- 3,050.00	- 3,050.00	- 3,050.00
	DEPRECIACIÓN MAQUINA RECAMBIO	- -	-	-	-	1,000.00	1,000.00
	INTERÉS PRÉSTAMO	- -	1,925.00	- 1,925.00	-	-	-
	<b>TOTAL GASTOS</b>	-	<b>276,998.37</b>	<b>347,726.25</b>	<b>459,581.68</b>	<b>559,766.85</b>	<b>712,008.51</b>
CALCULO DE IMPUESTOS	UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	-	48,147.88	58,771.09	61,849.97	87,242.34	110,093.48
	IMPUESTO	-	7,222.18	8,815.66	9,277.50	13,086.35	16,514.02
	<b>UTILIDAD NETA</b>	-	<b>40,925.70</b>	<b>49,955.43</b>	<b>52,572.47</b>	<b>74,155.99</b>	<b>93,579.46</b>
AJUSTES POR GASTOS NO DESEMBOLSABLES	DEPRECIACIÓN NUEVA MAQ.	-	3,050.00	3,050.00	3,050.00	4,050.00	4,050.00
	VALOR LIBRO MAQUINARIA	-	-	-	-	-	-
COSTOS Y BENEFICIOS NO AFECTOS A IMPUESTOS	<b>INVERSIÓN</b>	- 38,500.00	-	-	-	-	-
	PRÉSTAMO	38,500.00	-	-	-	-	-
	PAGO DE CAPITAL	- -	19,250.00	- 19,250.00	-	-	-
	VALOR DE DESECHO	-	-	-	-	-	-
	CAPITAL DE TRABAJO	- 25,000.00	-	-	-	-	-
	FLUJO DE CAJA	- 25,000.00	24,725.70	33,755.43	55,622.47	78,205.99	97,629.46

<b>VAN</b>	<b>276,526.78</b>
<b>TIEMPO DE RETORNO (AÑOS)</b>	<b>2.00</b>

## **6.2. Costos de producción por módulo habitacional**

Durante el periodo de estandarización se han determinado los diversos tipos de materiales, equipos, mobiliario y recurso humano necesario para la fabricación de los diferentes tipos de módulos habitacionales.

A continuación se muestra el cuadro de resumen de costos para un módulos habitacional completo Modelo Staff, el mismo que cuenta con tres dormitorios, tres cuartos de baño, el interior será aislado térmicamente y equipado con sistemas de aire acondicionado tipo ventana.

Se ha considerado el uso de maquinaria basado en el costo de uso por minuto, que maneja el centro de costos de F.M.S.B. S.A., este costo cubre el consumo de energía, seguro de maquinaria y mantenimiento de la misma.

Para el costo por mano de obra se ha considerado el valor por hora de cada uno de los obreros responsables de producción, se ha considerado únicamente el valor por el tiempo que cada persona trabaja para producir cada modelo.

El objetivo de cargar únicamente el tiempo que el obrero trabaja en el módulo habitacional es para reducir los costos de producción, siendo de vital importancia la producción en serie para que el salario mensual sea completamente producido y que la empresa no subsidie los tiempos improductivos de los obreros o el personal administrativo.

Para el pago por gastos administrativos se han considerado únicamente el 5% de los costos totales de producción, este valor puede variar desde el 5 al 8%.

Para determinar el precio final de producción se ha considerado una utilidad base del 15% que permitirá a la empresa asegurar un crecimiento económico, considerando que esta utilidad será reducida al mínimo para poder ser competitivo a nivel regional.

Al finalizar este proyecto se ha determinado que los precios de venta de los módulos habitacionales de F.M.S.B. S.A. son 5% más bajos en relación a los precios de ventas de productos con similares características de empresas dedicadas a la fabricación de Campamentos desmontables.

**Cuadro 6.5. Hoja de costos de producción de un módulo habitacional.**

**DETALLE DE TRANSFORMACIÓN DE CONTENEDOR ISO HARD TOP DE 40PIES, A MÓDULO HABITABLE. MODELO DORMITORIO STAFF**

MATERIA PRIMA		
AREA		COSTO
METALMECÁNICA		1887
AISLAMIENTO MADERA		1394.07
TORNILLERIA		162.8
AISLAMIENTO STYROPLAN		287.5
MOLDURAS Y BARREDERAS		150
PISO		213.61
PINTURA		199.58
RECUBRIMIENTO SUPERIOR		162
SEGURIDAD CONTENEDOR		240
ALUMINIO		729
EQUIPAMIENTO		2750
INSTALACIONES ELECTRICAS		700
INSTALACIONES AGUA Y DESAGÜE		2789.08
ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL		1395.00
FUNGIBLES		175.00
SEGURIDAD INDUSTRIAL		25
CONTENEDOR DE 40 PIES		2500
<b>TOTAL MATERIA PRIMA (SIN IVA)</b>		<b>15759.64</b>

MAQUINARIA				
MAQUINARIA		VALOR MINUTO	HORAS DE TRABAJO	COSTO TOTAL
Soldadoras + fungibles		0.07	24	100.8
Sierra circular madera + equipo		0.06	24	86.4
Amoladora con equipos		0.04	12	28.8
Compresor con Equipos		0.08	16	76.8
Taladro		0.04	24	57.6
Herramientas manuales		0.04	48	115.2
Plasma+fungibles		0.07	12	50.4
Montacargas		1.08	2	129.6
<b>Total Maquinaria</b>				<b>645.6</b>

Mano de obra					
Nombre		Función	costo hora	No horas	Total
Ing. 1		Responsable del proyecto	7	11	77
OP1		Electricista	1.87	21	39.27
OP2		Carrocero	2.3	29	66.7
OP3		Carpintero	1.87	24	44.88
OP4		Plomero	2.32	22	51.04
OP5		Mecánico soldador	2.32	29	67.28
OP6		Mecánico soldador	2.32	29	67.28
OP7		Mecánico soldador	2.32	29	67.28
OP8		Pintor industrial	2.32	30	69.6
OP9		Mecánico industrial	1.65	28	46.2
OP10		Mecánico industrial	1.65	28	46.2
OP11		Mecánico industrial	1.65	29	47.85
<b>Total mano de obra</b>					<b>690.58</b>

COSTOS DIRECTOS		
Materia prima		15759.64
Maquinaria		645.6
Mano de Obra		690.58
<b>SUB TOTAL CD</b>		<b>17095.82</b>
<b>IMPREVISTOS</b>	<b>5%</b>	<b>854.79</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>		<b>17950.61</b>
<b>GASTOS ADM. (COSTOS DIRECTOS)</b>	<b>5%</b>	<b>897.53</b>
<b>UTILIDAD (COSTOS DIRECTOS)</b>	<b>15%</b>	<b>2692.59</b>
<b>TOTAL</b>		<b>21540.74</b>
12% IVA		2584.89
<b>TOTAL CON IVA</b>		<b>24125.63</b>



# CAPITULO 7

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

El estudio desarrollado a lo largo de este documento permite hacer las siguientes conclusiones:

La estandarización de los módulos habitacionales permitirá a la División Industrial administrar de mejor forma los recursos necesarios para la producción de los diversos modelos de Módulos Habitacionales, permitiendo además mejorar la planificación y ejecución de proyectos industriales en la fabricación con acero.

La optimización en los espacios físicos internos de un contenedor sea de 20 o 40 pies, para el diseño de los diversos ambientes, ha permitido que los clientes cuenten con un abanico de posibilidades en el momento de seleccionar los módulos habitacionales que conformarán sus campamentos temporales y recuperables en su totalidad.

La orientación que tiene este documento hacia el manejo de la producción enfocada a los procesos, implica en gran medida un radical replanteamiento del actual manejo de los proyectos industriales que hasta ahora se han ejecutados, planificaciones ligeras.

La disposición presentada para el montaje de la línea de producción de los módulos habitacionales permitirá reducir de forma considerable los diversos tipos de desperdicios mencionándose entre los más relevantes los movimientos innecesarios del personal técnico y el manejo inadecuado de insumos y materiales.

La flexibilidad y capacitación que este proyecto presenta, permitirá contar con un Talento Humano formado en conocimientos y manejo de proceso industriales que para la producción de módulos habitacionales es de

vital importancia, debido a que existirán producciones intermitentes en las que se requerirá equilibrar los trabajos del personal, lo cual reducirán los costos por contratación de personal especializado, teniendo entre el Talento Humano de FMSB S.A. personal altamente calificado y con capacidad de flexibilidad alta.

Este proyecto ha considerado para las diversas etapas de producción de los módulos habitacionales, herramientas adecuadas que brinden rapidez en la fabricación y ensamblaje de partes, así como un adecuado manejo de materiales, considerando que al movilizar elementos de gran volumen se producen golpes y contratiempos por movilización.

El presente proyecto ha permitido que F.M.S.B. SANTA BÁRBARA S.A., pueda incursionar de forma directa y firme en la producción en serie o por lotes de módulos habitacionales, así también la infraestructura considerada facilitará el desarrollo de nuevos productos tales como Furgones para camiones, Shelters y módulos habitacionales sin el uso de contenedores. En este caso todos las partes estructurales se fabricarán en esta línea de producción.

La estandarización de los modelos indicados en este proyecto, permitirá reducir de forma considerable los costos de producción, debido a que se manejarán los materiales y organizará al recurso humano para reducir al máximo los desperdicios por movimientos innecesarios.

El proyecto presenta un índice de recuperación de capital alto, que requiere ser reforzados con estrategia y políticas adecuadas de mercadeo, que permitan al cliente considerar los módulos habitacionales de FMSB S.A. formar parte de los campamentos recuperables que este requiera.

En el presente estudio se han determinado un tiempo de recupero de capital de dos periodos de producción considerando que sola mente una parte de los ingresos pagarán la implementación de la línea de producción.

El éxito de esta nueva línea de producción, está ligada a la correcta definición de los procesos, definiciones claras de las entradas, salidas, controles y procedimientos requeridos, para tal efecto el uso y actualización de las hojas de elementos y los diversos formatos, permitirán una retroalimentación, diseños más acertados y planificaciones exitosas.

## **7.2. Recomendaciones**

El estudio desarrollado a lo largo de este documento permite hacer las siguientes recomendaciones:

Fortalecer las políticas y estrategias de comercialización, para que no se maneje la producción por lotes pequeños de producción, más bien sea una producción continua, que permitan reducir costos de producción de forma considerable.

Actualizar de forma periódica la documentación de control y de producción por el personal técnico operativo, para afinar los diseños y mejorar los tiempos de producción, así también el manejo y control estadístico de los datos obtenidos, permitirán detectar puntos de desperdicios.

Evaluar periódicamente al personal técnico, de tal forma de detectar falencias en el manejo de procedimientos técnicos, además, el cambio de actividades que permitan flexibilidad y manejo total de diversas actividades técnicas, deberán ser registradas y actualizadas periódicamente por el Jefe de línea de producción y certificada por el responsable de la División Industrial.

Designar un Líder de equipo por cada sección que conforma la línea de producción que reportará novedades e ideas al Jefe de Línea que controlará de forma efectiva y parcial la producción de los diversos módulos habitacionales.

Verificar la calidad del trabajo ejecutado en dicha sección, de tal forma que ningún problema sea arrastrado, debido a que cualquier falencia será perjudicial para el adecuado funcionamiento del módulo habitacional.

## RESUMEN

Fábrica de Municiones “Santa Bárbara” SA., ubicada en el Valle de Los Chillos, conciente del desarrollo constante y la competitividad actual, ha visto la necesidad de brindar soluciones habitacionales, que cumplan con requerimientos de funcionalidad, resistencia y confort a puestos de trabajo en campo, sean estos del Ejército Ecuatoriano o de la empresa privada.

El presente proyecto tuvo como finalidad diseñar Módulos Habitacionales a partir de contenedores metálicos de 20 y 40 pies, todos estos módulos serán recuperables en su totalidad después de la conclusión del proyecto en el que estuviesen localizados.

La Fábrica de Municiones “Santa Bárbara” SA., ha incursionado en este campo a partir de requerimientos básicos entregados por clientes, presentando pocas alternativas al usuario respecto a la capacidad de recrear espacios arquitectónicos dentro de un contenedor, dotando de campamentos recuperables a Grupos Viales del Cuerpo de Ingenieros del Ejército y Agencias de Inteligencia en Lago Agrio, los mismos que se encuentran instalados y funcionando en la actualidad.



**Campamento desmontable del CEE-Grupo Vial Tena**



**Oficinas del Campamento desmontable del CEE-Grupo Vial Tena**



**Dormitorios de personal operativo del Campamento desmontable del CEE-Grupo Vial Tena**

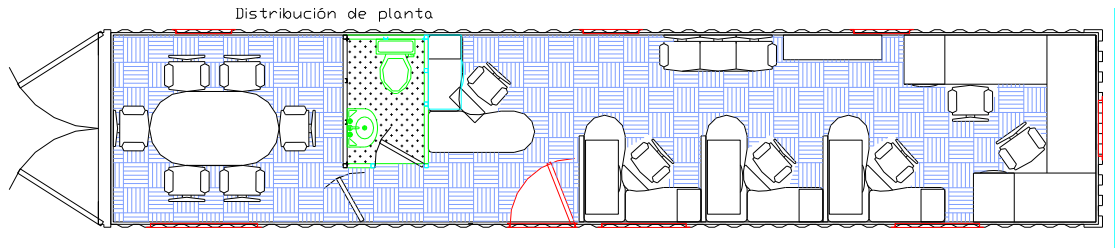


**Dormitorios de personal operativo del Campamento desmontable del CEE-Grupo Vial Tena**

Por esto se ha diseñado a partir de contenedores para almacenaje y transporte de carga sólida, espacios físicos a ser utilizados como ambientes de vivienda convencional, obteniéndose 30 modelos estandarizados y agrupados de acuerdo sus características tales como oficinas, dormitorios, cuartos de baño, bodegas para materiales y consultorios médicos.

Brindar un tipo de solución habitacional, que permita a las empresas con campamentos de difícil acceso contar con vivienda confortable y recuperable luego de concluir los trabajos, y a Fábrica de Municiones “Santa Bárbara” S.A., producir módulos habitacionales dentro una línea de producción en serie

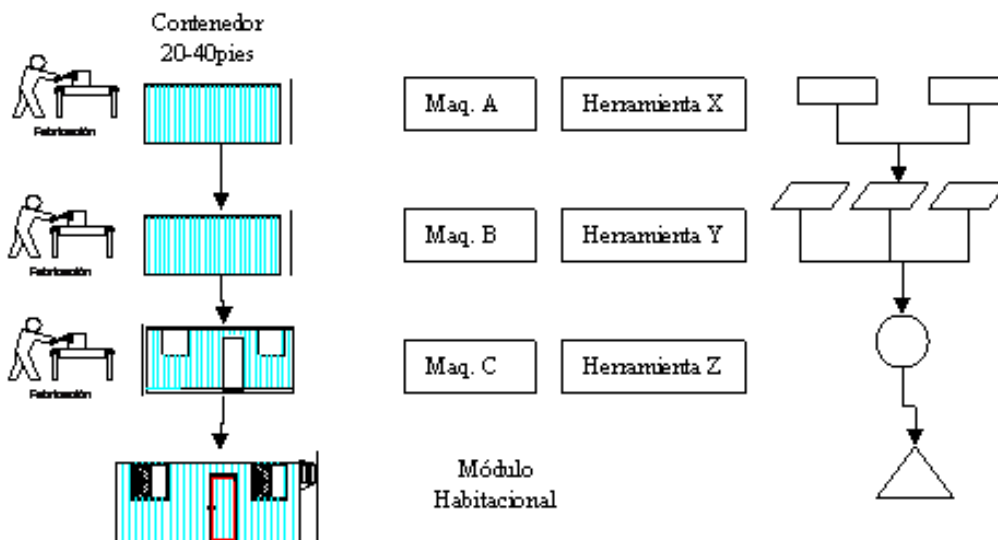
Determinándose los ambientes, espacios mínimos y servicios básicos en una edificación de construcción convencional utilizada en campamentos, para luego analizar el espacio interior físico y la configuración estructural de los contenedores de 20 y 40 pies, pudiendo crear diversos modelos que se adaptan a las necesidades del personal operativo en campo.



### Estación operativa en contenedor de 40 pies

Se ha tomado en cuenta las condiciones ambientales y geográficas a las que el módulo habitacional pueda ser sometido, tanto en el transporte, ubicación y almacenaje, determinándose las cargas térmicas que deberán ser reducidas mediante aislamiento térmico y equipos de acondicionamiento de aire, que brinden confort a los usuarios finales de estos.

Se han estandarizado los diversos modelos y sus requerimientos de materia prima, Mobiliario, equipos de aire acondicionado, recurso humano, tiempos de producción por modelo, que ha servido para determinar el espacio físico que permitirá implementar una línea de producción por funciones para la transformación de contenedores de 20 y 40 pies a módulos habitables



### Esquema para la fabricación de módulos habitacionales



El desarrollo de este proyecto se ha fortalecido con la producción inicial de módulos habitables durante los meses de abril, mayo y junio de 2004 en la que se fabricaron diversos modelos básicos completos incluyendo su instalación en la ciudad de Lago Agrio.



**Vista general del campamento de la AISU en la ciudad en la provincia de Nueva Loja.**



**Transporte, montaje y equipamiento de módulos habitacionales AISU**

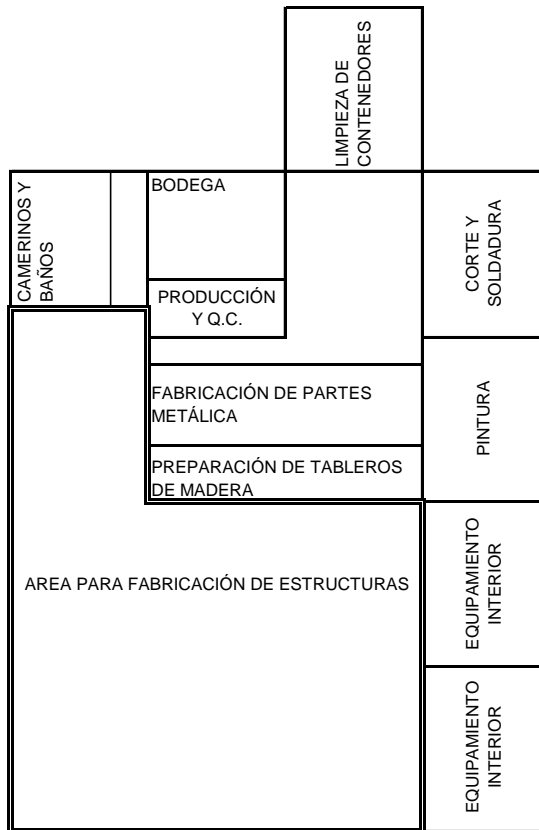


**Acabados y equipamiento interior de módulos habitacionales**



**Acabados y equipamiento interior de módulos habitacionales**

Se ha diseñado la línea de producción de estos módulos habitacionales la que contará con instalaciones de aire comprimido, instalaciones eléctricas y para el movimiento de los contenedores el montaje de un puente grúa, todo esto dentro de las instalaciones del taller de estructuras metálicas de División Industrial, unidad responsable de la fabricación.



La implementación de este proyecto beneficiará de forma directa a Fábrica de Municiones “Santa Bárbara” S.A., que al contar con un sistema de producción y modelos estandarizados permitirá reducir costos de producción al reducir desperdicios por movimientos innecesarios y bajos índices de desperdicios de materiales.

El proyecto ha permitirá que F.M.S.B. SANTA BÁRBARA S.A., pueda incursionar de forma directa y firme en la producción en serie o por lotes de módulos habitacionales, La disposición presentada para el montaje de la línea de producción de los módulos habitacionales permitirá reducir de forma considerable los diversos tipos de desperdicios.



## **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**NORMA ISO 1496-1, SERIE 1**  
**FREIGHT CONTAINER**

**ANEXO B**  
**PLANOS GENERALES DE MÓDULOS**  
**HABITACIONALES**

**ANEXO C**  
**PLANOS DE FABRICACIÓN DE UN MÓDULO**  
**HABITACIONAL, TIPO OPERATIVO MODELO SEMI**  
**STAFF**



**ANEXO D**  
**PLANOS DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

**ANEXO E**  
**PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

**ANEXO F**  
**HOJAS DE CÁLCULO PARA DETERMINAR CARGAS**  
**DE REFRIGERACIÓN Y CALEFACCIÓN**

**ANEXO G**  
**REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA MÓDULOS**  
**HABITACIONALES**

**ANEXO H**  
**DIAGRAMAS DE PROCESO**

**ANEXOS I**  
**FORMATOS DE CONTROL**

## BIBLIOGRAFÍA

CHASE, R.B., JACOBS, F.R. y AQUILANO, N.J. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Traducido del inglés por YESCAS J. et al. 10ma ed. México, McGraw Hill, s.f. pp 206-239, 648-686.

ERAZO J.C., Investigación operativa, Tomo II, 1era ed., Ecuador, Editorial Politécnica, Capítulo VIII.

MIELAF, H., Curso de electricidad, Volumen VI, 11era ed., México, Editorial Limusa, S.A. De C.V.

GUSTIN, E. y DIEHL, J., Estructuras metálicas. Traducido del inglés por FERNANDEZ, J.M. 1era ed. España, Editores Técnicos Asociados, pp 141-165

HERNANDEZ, E., Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración, 2da ed. Mexico, s.f. pp Capítulos I, VII, VIII, IX.

LLEDÓ, P. y RIVAROLA, G., Claves para el éxito de los proyectos, 1er ed., Argentina, Alta Dirección, 2004, 320p.

SEGUI, W. T., Diseño de estructuras de acero con LRFD, 2da ed. Mexico, Internacional Thomson Editores, 1999, Capítulo 4. pp 144-220.

RENDER, B. y HEIZER, J., Principio de administración de operaciones, traducido por PURON, J., 1er ed., Mexico, Prentice Hall, 1996, pp 405-416.

OCEANO CENTRUM, Biblioteca ATRIUM de la Construcción, 1era ed. s.f. Tomo II y III.

ARI, Manual de refrigeración y aire acondicionado, 3ra ed. Traducido por SANCHEZ, G., Mexico, Prentice Hall, 1999, 416 p.