

878517

UNIVERSIDAD NUEVO MUNDO

3  
94

ESCUELA DE INGENIERIA  
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

"REINGENIERIA DE UNA PLANTA PRODUCTORA  
DE PANELES TERMICOS"



T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A :  
ALVARO HECTOR OJEDA SANTANA

DIRECTOR DE TESIS: ING. ARTURO VARGAS WASHINGTON

MEXICO, D.F.

1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A mi esposa y a mi hijo**

**A mis padres**

**A mis maestros**

## INDICE

Introducción .....	3
<b>I. Descripción general de la planta .....</b>	<b>8</b>
I.1 Actividad industrial .....	8
I.2 Instalaciones .....	8
I.3 Mercado .....	8
<b>II. Análisis de las condiciones de operación de la planta .....</b>	<b>13</b>
II.1 Descripción general del producto .....	13
II.1.1 Descripción general .....	13
II.1.2 Modulación de las cámaras frigoríficas .....	19
II.2 Descripción general del proceso .....	23
II.2.1 Descripción general por operaciones .....	23
II.3 Diagnóstico de la planta .....	48
II.3.1 Evaluación del producto .....	48
II.3.2 Evaluación del proceso de manufactura .....	52
II.3.2.1 Desequilibrio en los tiempos de proceso .....	53
II.3.2.2 Manejo de materiales .....	64
II.3.2.3 Zonas de almacenaje temporal .....	65

<b>III. Aplicación de reingeniería en la planta .....</b>	<b>71</b>
<b>III.1 Cambios en el producto .....</b>	<b>71</b>
<b>III.1.1 Rediseño del producto .....</b>	<b>72</b>
<b>III.1.2 Cambio de materiales .....</b>	<b>86</b>
<b>III.2 Cambios en el proceso .....</b>	<b>96</b>
<b>III.2.1 Equipo propuesto .....</b>	<b>96</b>
<b>III.2.2 Distribución de la planta .....</b>	<b>111</b>
<b>III.2.2.1 Justificación de la propuesta</b>	
<b>de la disposición de la planta .....</b>	<b>137</b>
<b>III.2.3 Manejo de materiales .....</b>	<b>140</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>152</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>153</b>

## INTRODUCCION

### **Compromiso**

Existe dentro de las conciencias de los empresarios, la necesidad de desarrollar y modernizar la Industria Nacional. El compromiso que se contrae con la sociedad al fabricar productos de alta calidad y competitividad en el mercado, es insoslayable, los clientes demandan satisfacción de las necesidades, mismas que se lograrán solamente desarrollando la capacidad de hacer frente con oferta de productos que proporcionen la eficiencia y grado de satisfacción esperada.

El proyecto que se presenta en este estudio tiene como propósito proponer la reconversión de una planta industrial enfocada a la fabricación de paneles para cámaras de refrigeración, congelación y conservación de alimentos y/o productos, para cumplir con los requisitos que el mercado demanda, con una operación productiva y rentable en beneficio de sus integrantes, sus clientes y la sociedad en general.

El entorno externo que provoca estos cambios se puede definir en los siguientes ambientes:

### **Político Económico.**

Los cambios políticos establecidos en épocas recientes como la reforma al artículo 27 (\*) Constitucional y a la apertura de fronteras hacia la globalización, prevén un desarrollo de la actividad agrícola con la participación activa de la iniciativa privada, la que orientada hacia la producción masiva de alimentos, así como su envasado y transportación, requerirá de sistemas profesionales de conservación, con el propósito de hacerlos llegar hacia los mercados finales con la calidad adecuada para su consumo. Lo mismo sucederá con aquellos productos que sean demandados del exterior y que requerirán grandes almacenes de "cuartos fríos" con temperaturas adecuadas, tanto para su maduración (en su caso) como para su conservación (en ocasiones a largo plazo).

El reordenamiento de la "Macro Economía Nacional", traerá consigo una mayor confianza en los mercados e inversiones, con inyección de capitales que provocarán la reactivación económica de las empresas y alza en el poder adquisitivo de la población, lo que se traducirá inmediatamente en un mayor consumo de alimentos, con mayor calidad y frescura

(\*) Artículo 27 Constitucional, referente a la tenencia de la tierra, en el presente sexenio se hicieron reformas a los capítulos concernientes al reparto agrario y a la propiedad de terrenos ejidales. Esta apertura permitirá la industrialización de la agricultura.

### **Mercado.**

La aprobación del T.L.C. ha provocado la participación en los mercados nacionales para la oferta de sus productos, con calidad, precio y servicios, acordes a la demanda de los consumidores que exigirán mejores condiciones.

Esta apertura traerá consigo cambios en la cultura alimenticia, como el "alimento congelado" entre otras, con el propósito de satisfacer la demanda esperada y ofrecer al público productos con presentación, nutrientes y valores alimenticios originales, la refrigeración y la congelación han estado tomando un protagonismo preponderante en estos mercados, porque desde su producción hasta su exhibición para la venta, los productos de "Frozen Food" requieren de su participación. La industria alimenticia en el mundo, no puede prescindir de la tecnología de la refrigeración los equipos que se requieren para hacer frente a tal necesidad, deben ser diseñados con la más alta eficiencia para ofrecer ahorro, presentación, versatilidad y sobre todo seguridad para el manejo de los alimentos que se conservan.

### **Competidores**

Tradicionalmente los "cuartos fríos" han sido fabricados por medio de la instalación de materiales que proporcionan aislamiento del calor y la humedad en cuartos de "mampostería", además de los equipos que extraen calor de los productos que son almacenados en éstos.

En la aplicación de materiales aislantes de calor, la industria de la Refrigeración ha tenido avances considerables hasta llegar a la elaboración de paneles de fibra de vidrio, acero, aluminio, etc., con inyección de componentes térmicos que propician rigidez, estabilidad de temperatura y modulación, principalmente.

La competencia en el Mercado Nacional, en este tipo de productos, no ha sido mayor, ya que el producir "paneles aislantes", requiere de una inversión importante y aquellas empresas que la tienen, prefieren destinarlos a la industria de la construcción.

Ante la demanda de conservación de productos alimenticios y la apertura del mercado, empresas extranjeras, principalmente Estadounidenses, ven con gran interés la demanda potencial de "cuartos fríos" en México, sólo que el transporte de paneles encarece el producto, sin embargo, la calidad de los equipos y paneles importados, y la necesidad de conservación de alimentos, obliga a muchas empresas a afrontar los costos a cambio del servicio que les proporciona.

En resumen, existen condiciones económicas, políticas, de mercado y de competencia, que se manifiestan como áreas de oportunidad para llevar a cabo el proyecto de desarrollo y la reconversión de una fábrica de paneles de cámaras de refrigeración, que al estar operando actualmente, requiere de un impulso que la posicione en primera línea dentro del segmento que le corresponde.

En función de lo anterior, este proyecto propone la aceleración de la actividad productiva de la planta, a través del proceso de reconsiderar todos sus elementos de trabajo, mediante la técnica de "LA REINGENIERIA", con el propósito de incrementar su productividad, modernizarla y satisfacer la demanda existente y futura.

#### **Reingeniería.**

La Reingeniería (\*) se define como "El acto de Pensar lo fundamental y rediseñar radicalmente los procesos de los negocios para lograr grandes mejoras en medidas de rendimiento, costo, calidad, servicio y velocidad, es decir, efectividad. Es importante porque las crisis exigen resultados notables, no mejoras incrementales, que son importantes pero lentas.

#### **Pensar en grande.**

Se trata de lograr grandes mejoras, por tanto, hay que pensar en grande, por ejemplo., reducir tiempos de entrega, de 60 a 5 días, o reducir los gastos en un 75%, o de disminuir los errores en un 90%, etc.

#### **Organizarse en torno a resultados.**

Es decir, organizar los procesos alrededor de los productos. Esta es una gran ventaja del concepto, pues permite conocer los resultados, inclusive antes de que emplee el esfuerzo. Normalmente, en los programas de mejoras "incrementales", se van conociendo los resultados conforme se avanza, en la reingeniería, ocurre a la inversa, se diseña todo para llegar al efecto deseado.

(\*) Su creador es el sr. Michael Hammer, gurú del movimiento de Calidad Total, co-autor de Reengineering the Corporation. A Manifesto for Business Revolution (Michael Hammer y James Champy, Harper Business, 1993), que entre otros, define principios que es conveniente hacer resaltar, porque en ellos está fundamentado el estudio de este trabajo.

**Hacer que los que utilizan el producto sean los que realicen el proceso.**

Si los clientes van a necesitar reparaciones o requieren de instalaciones, hay que diseñar el sistema de manera que ellos mismos sean los que las hagan, de esa manera, ellos conocerán mejor su producto y tendrán la satisfacción y seguridad en su manejo.

**Situar el punto de decisión donde se realiza el trabajo e incorporar procedimientos de control en la línea de proceso.**

En un sistema tradicional, está establecido que quienes realizan el trabajo, no tienen ni el tiempo ni la inclinación para vigilarlo y controlarlo y además carecen de conocimientos para diseñarlo. La reingeniería propone que se debe capacitar al personal para hacerlo, con asombrosos resultados y un mayor compromiso, además, esto "achatará" la organización.

**Incluir el procesamiento de la información en el trabajo real que produce la información.**

Si el que genera la información no la procesa, luego habrá que comparar del que la procesó, con el que la recogió. Con la tecnología actual se puede diseñar que quien genera la información, también la procese y la reporte, con procedimientos de auto-control efectivos.

**Hacer participar (en lo posible) al cliente y al proveedor.**

Con ello, muchas de las objeciones que se podrían tener se resolverán antes de que surjan, además como se menciona, de esta manera, quienes van a utilizar el producto del proceso ayudan a diseñar el proceso que dará por resultado dicho producto.

**Estimular al personal con cambios e innovaciones.**

Quienes realizan un trabajo, son quienes mejor lo conocen. Si queremos que aquellos inicien los cambios y las innovaciones, deben sentirse estimulados y recompensados (no sólo en lo económico).

**Repensar, rediseñar, eliminar tabúes, reaccionar con relación al mercado y no hacia la producción interna, ajustar precios, condiciones y calidad, ser competitivos, efficientar y no detenerse hasta lograrlo.**

La reingeniería propone hacer más con menos (menos tiempo, menos recursos, menos gastos, menos gente, menos esfuerzo). Y para lograrlo, conviene organizar el trabajo tomando en cuenta los resultados que se esperan obtener y no las funciones. La tecnología actual proporciona las herramientas para esto. "Antes de empezar, deben conocerse los resultados".

## **CAPITULO I.- DESCRIPCION GENERAL DE LA PLANTA.**

### **I.1 ACTIVIDAD INDUSTRIAL.**

La planta opera dentro de la rama de la Industria metal-mecanica, en el área de la refrigeración comercial. En términos generales se dedica a la manufactura de paneles aislantes modulares. Así mismo, como complemento de productos, fabrica puertas aislantes, pisos especiales, protectores para paredes de las cámaras, ventanas, marcos de puertas y demás componentes que son requeridos por los clientes, para adaptar las cámaras a sus necesidades.

Esta rama de la Industria provee de sus productos del mercado que requiere la conservación de temperaturas en un ambiente controlado.

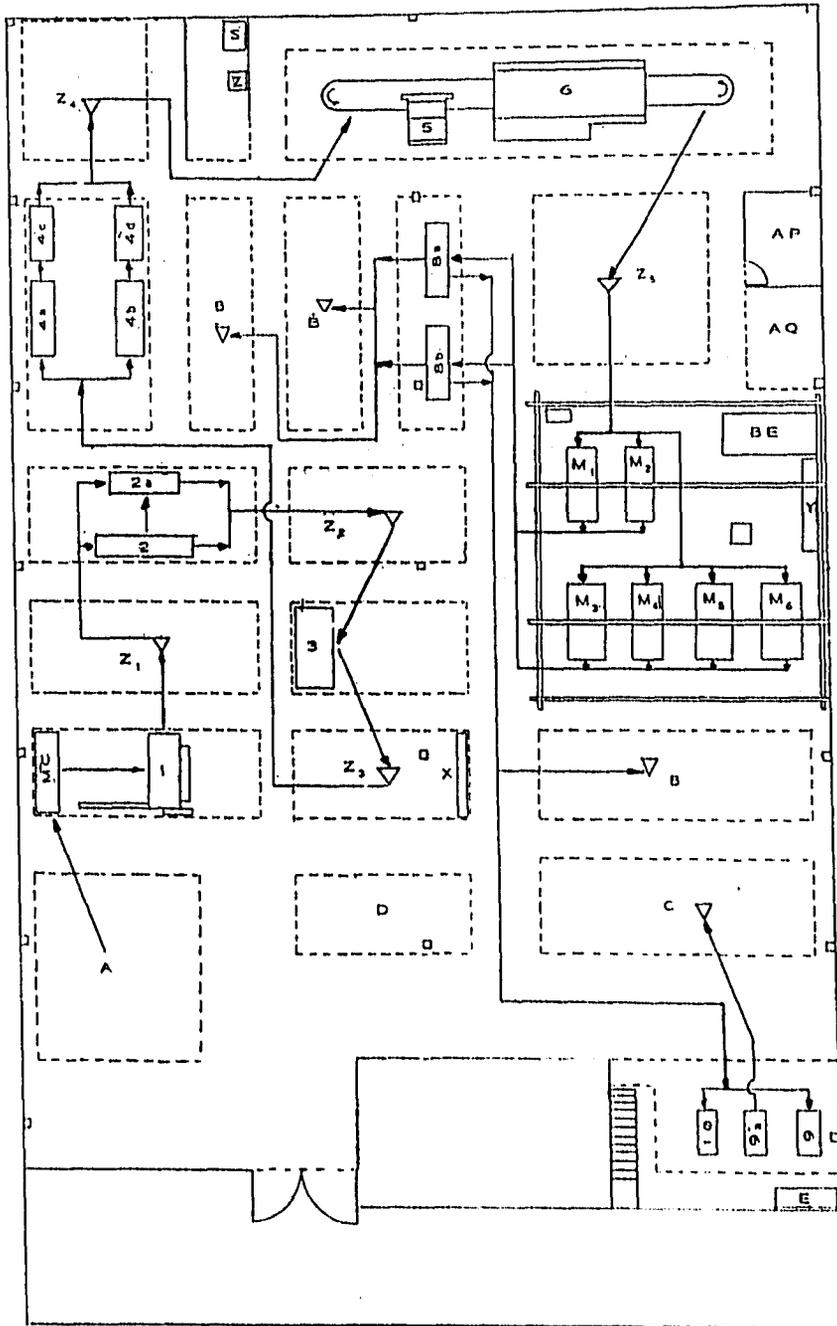
### **I.2 Instalaciones.**

La planta tiene una superficie de 3,220 m<sup>2</sup>, de los cuales 120 m<sup>2</sup> ( por dos niveles ) son oficinas, 314 m<sup>2</sup> son estacionamiento y patio de recibo y embarques. 2,786 m<sup>2</sup> están habilitados para "actividades productivas"

### **Maquinaria y Equipo.**

- 1 Cizalla
- 1 Escopeladora semiautomática
- 1 Prensa dobladora de cortina
- 1 Punteadora
- 1 Caseta de pintura
- 1 Homo de secado
- 6 Moldes para espumado
- 1 Inyectora de espuma

IJ DISTRIBUCION DE LA PLANTA ACTUAL



**Mercado.**

Desde un punto de vista genérico, el mercado de cámaras de refrigeración, corresponde a toda la industria de Alimentos, Sin embargo, estos equipos también son utilizados en Laboratorios, Procesadoras de Basura, Funerarias, Almacenes donde la temperatura debe ser controlada y otros usos industriales.

En forma específica, se tienen considerados los siguientes mercados:

**MERCADO DE DISTRIBUIDORES DE REFRIGERACION**

**TIENDAS DE AUTOSERVICIO**

**TIENDAS DE CONVENIENCIA**

**CAFETERIAS Y RESTAURANTES**

**EMPRESAS DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

-Congelados.- Heladeras

-Centrales de Abastos.- Pescaderías, carnicerías, pollerías

-Embotelladoras

-Empacadoras

-Lácteos

-Fábricas de hielo

**INDUSTRIAS DEL PAN**

**OTRAS**

-Hotelería y servicios

-Deshidratadoras

-Vehículos.- Camiones, barcos, etc.

-Agroindustria

Los diferentes tipos de clientes a quienes se les proporciona este servicio son:

**CARNICERIAS.-** Como apoyo para el almacenaje de carne, previa a la venta.

**POLLERIAS.-** Para este cliente, existen pequeñas cámaras "de línea", con ventana para exhibir el producto.

- RASTROS.-** Cámaras de congelación para el procesado de cortes que se comercializan en congelado al vacío.  
Cámaras de refrigeración para el preparado de canales y procesado de la carne (despellejado, desangrado, separado de vísceras, etc.)  
Almacenaje de medias canales, con el apoyo de monorraíles
- PESCADEROS.-** Para el manejo y almacenamiento de productos, ya sea en hielo o congelado.
- AUTOSERVICIOS.-** Es fundamental en el manejo de los alimentos, el considerar cuartos fríos de baja y media temperatura, de esa manera lograr el resguardo de productos que serán puestos a la venta al consumidor.  
Se ha proliferado el almacenaje de alimentos en cámaras de refrigeración y congelación, con puertas de cristal que exhiben productos de fácil acceso al público.
- CAFETERIAS Y RESTAURANTES.-** Es vital el trabajo de una cámara para el resguardo de alimentos y la planeación de menús.
- HELADERAS.-** Para la fabricación, almacenaje y distribución de helados y productos congelados.
- EMPACADORAS.-** Para el proceso y conservación de productos alimenticios  
Almacenaje de materias primas.
- AGRICULTORES.-** Para la guarda de cosechas, maduración de productos, deshidratado, etc.
- PANADERO.-** Para el proceso de maduración de masas y para la producción de pan en altos volúmenes.
- CONSTRUCCION.-** Bodegas para guardar materiales, pequeñas casetas de vigilancia, así como oficinas de trabajo y dormitorios en obra.

### 1.3 Análisis del mercado

#### Fuerzas

- 1.- En México, prácticamente no existe una competencia importante en la fabricación de "paneles para cámaras frías", con la calidad y versatilidad que proporciona la empresa en cuestión
- 2.- El transporte de paneles de refrigeración tiene un alto costo, es por eso que los -- productos extranjeros no han llegado al mercado mexicano a satisfacer la demanda.
- 3.- Se requieren cámaras de congelación para la comercialización de productos congelados.
- 4.- La proliferación de hornos de microondas y la facilidad de adquisición y preparación de productos congelados, hará que en un futuro próximo, éstos tengan una preferencia en el gusto del consumidor.

#### Riesgos

- 1.- Los fabricantes extranjeros han estado -- abatiendo costos en transporte de paneles para cámaras frías, con calidad en su fabricación y accesorios para control y eficiencia en su manejo, posteriormente, ellos mismos instalarán fábricas en México para hacer frente a la demanda de estos -- equipos.
- 2.- La planta en sí, ha tenido un crecimiento -- gradual y se ha estado haciendo cada vez más eficiente y productiva, sin embargo, -- esto no será suficiente para satisfacer la -- demanda de mercado que ya existe y perderá la oportunidad de abastecer las necesidades de sus clientes, que ya demandan -- sus productos. Estos nichos, serán cubiertos por la oferta extranjera.

#### Debilidades

- 1.- Por el momento no existe la capacidad de producción para satisfacer la demanda del mercado.
- 2.- La cultura de fabricación de "cuartos -- fríos" de mampostería, está muy arraigada en la costumbre de comerciantes e Industriales, porque consideran que -- es una instalación más sólida y tienen temor a utilizar cámaras desarmables, sin embargo, los beneficios de costo y gastos de energía, así como la rapidez en su instalación, están logrando un -- convencimiento hacia la utilización de -- estos equipos.
- 3.- El bajo poder adquisitivo de la población la costumbre de consumir productos -- frescos, no permite absorber los costos de productos procesados que requieren refrigeración y congelación.

#### Oportunidades

- 1.- Apertura de mercados, lo que provoca una mayor necesidad de cámaras de refrigeración.
- 2.- Desarrollo de la agricultura.- Se estima -- que para el año 2,000, existirá una necesidad de 10,000 cámaras de refrigeración y congelación para el proceso y -- conservación de productos agrícolas y -- pecuarios, tanto para el almacenaje de cosechas, principalmente frutícolas y -- hortalizas, como para el proceso de embutidos, cárnicos, lácteos, etc..
- 3.- Se estima en cinco años, que en México como en E.U.A., existirá una cultura desarrollada de "alimentos congelados", -- nacionales y de importación.
- 4.- El poder adquisitivo de la población, irá -- recuperándose al nivel de grandes consumidores de estos productos, atractivos en su vista, precio, y fáciles de cocinar.

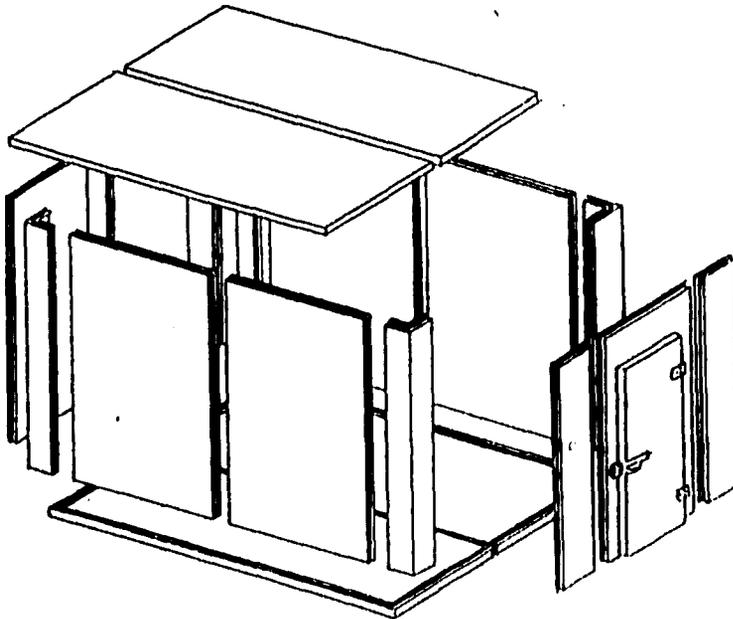
## CAPITULO II. ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE OPERACION DE LA PLANTA.

### II.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PRODUCTO

#### II.1.1 Descripción general.

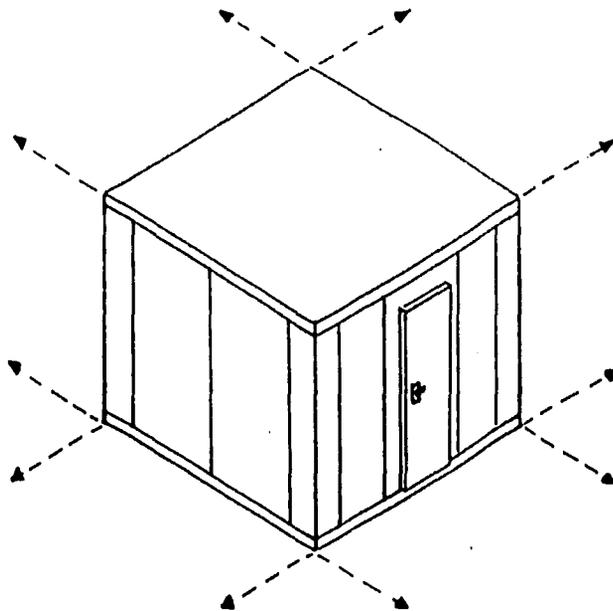
Los productos que se fabrican en esta planta, son paneles térmicos, para la construcción de cámaras frigoríficas. Una cámara frigorífica es un contenedor isotérmico de dimensiones variables, útil para la conservación de diversos productos.

Las cámaras a las que se refiere el proyecto de reingeniería de proceso que se presenta, están compuestas de paneles térmicos modulares prefabricados, con espesor de 0.101 mts. ( 4 pulgadas), aislados con poliuretano inyectado a alta presión con una densidad de 40 Kgs/m<sup>3</sup> y con un factor de transmisión de calor  $K=0.14$ . Las paredes de los paneles son metálicas (lámina bonderizada calibre 24). El diseño y estructura de estas cámaras permiten aislar al interior del exterior de las variaciones de temperatura que existen en el medio ambiente. (Fig. II.1).



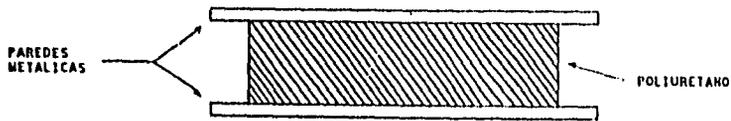
II.1 CÁMARA FRIGORÍFICA MODULAR, COMPUESTA DE PANELES DE POLIURETANO

Por la forma de construcción a base de paneles modulares, este tipo de cámaras, permiten ampliarse, reducirse, modificarse, reubicarse o trasladarse posteriormente de acuerdo a las necesidades del consumidor, sin que sus componentes se dañen al desarmarlas. (Fig. II.2).



II.2 CÁMARA FRIGORÍFICA MODULAR QUE PUEDE MODIFICARSE A FUTURO

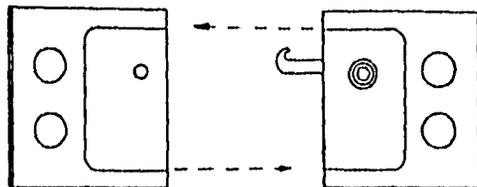
La eficiencia que se logra en el control de temperatura en las cámaras de poliuretano, tiene sus bases en la técnica de construcción de los paneles. (Fig. II.3). Esta técnica consiste en inyectar una formulación líquida de poliol e isocianato (poliuretano) dentro de un molde que contiene simultáneamente las paredes interior y exterior del panel; después de un tiempo predeterminado, el poliuretano se expande y solidifica, adheriéndose firmemente a las superficies metálicas, obteniéndose así un producto extraordinariamente fuerte y rígido, ligero y de fácil maniobrabilidad. Los muros, techos, pisos, puertas, marcos y esquineros que con este principio se fabrican, son resistentes al fuego y a la humedad, retienen bajas temperaturas por más tiempo que las antiguas cámaras de mampostería y que las de fibra de vidrio.



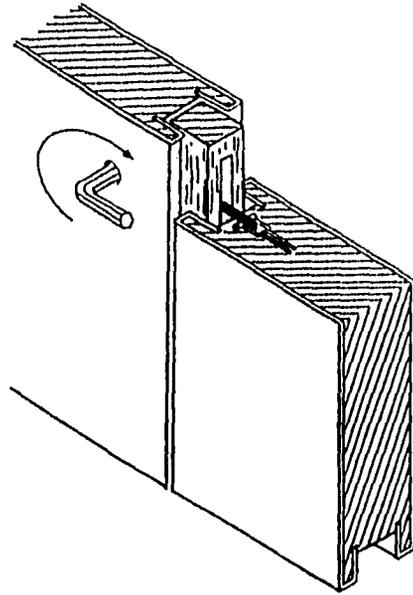
11.3 ESTRUCTURA BASICA DE UN PANEL TERMICO

Debido a la eficiencia térmica lograda en los paneles de poliuretano, se requiere de menor capacidad de los compresores de refrigeración, disminuyendo el consumo de energía eléctrica en la utilización de las cámaras, reduciendo así los costos de operación de los consumidores.

Las cámaras de paneles modulares cuentan con un sistema de unión sencillo a través de un seguro oscilante (Fig. 11.4a), que realiza un anclamiento fuerte y rígido con solo girar un perno aproximadamente 270° por medio de una llave hexagonal (ellem) (Fig. 11.4b). Este sistema permite realizar modificaciones futuras de forma y tamaño, proporcionándole al consumidor gran versatilidad para ampliarlas, reducir las o modificarlas.



11.4a SEGUROS OSCILANTES (MACHO Y HEMBRA)



**II.4b ENSAMBLE DE PANELES HACIENDO GIRAR  
UN PERNO CON UNA LLAVE HEXAGONAL**

Los paneles que actualmente se fabrican, cuentan con canales en forma de "U" cuadrada en toda su periferia (Fig. II.5a), en el caso de muros, esquineros y marcos; mientras que en el caso de pisos y techos la canal la presentan en uno de los lados del perímetro y en los tres lados interiores restantes (Fig. II.5b).



MURO

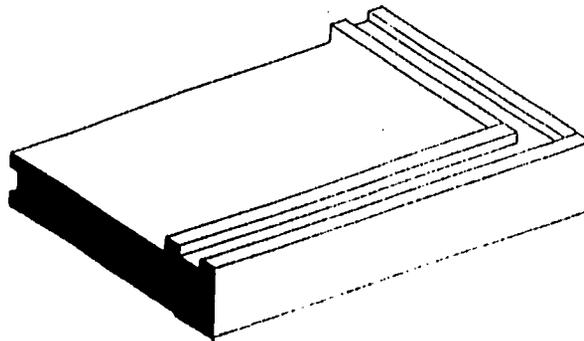


ESQUINERO



MARCO

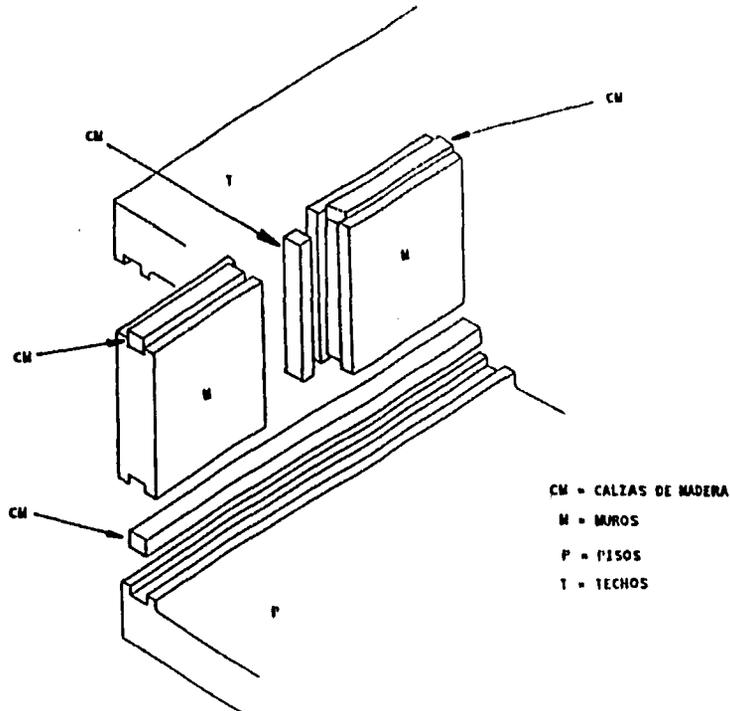
**II.5a CANAL EN MUROS, ESQUINEROS Y MARCOS**



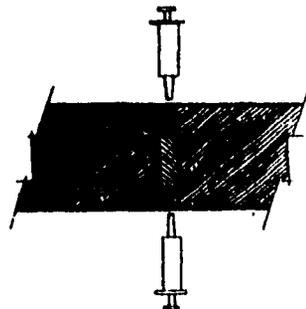
PISO Y/O TECHO

**II.5b CANAL EN PISOS Y TECHOS**

El sistema de hermeticidad que se utiliza en estas cámaras, consiste en insertar calzas o empaques de madera en las canales que presentan los paneles (Fig. II.6). Una vez realizado el ensamble en campo, se procede a sellar con un silicón las juntas de lámina formadas por dos paneles contiguos o bien dos paneles perpendiculares, (Fig. II.7), con el propósito de evitar la condensación de vapor en esas zonas.



II.6 ENSEMBLE DE PANELES TERMICOS CON CALZA DE MADERA



II.7 APLICACION DE SILICON EN JUNTAS DE ENSAMBLE

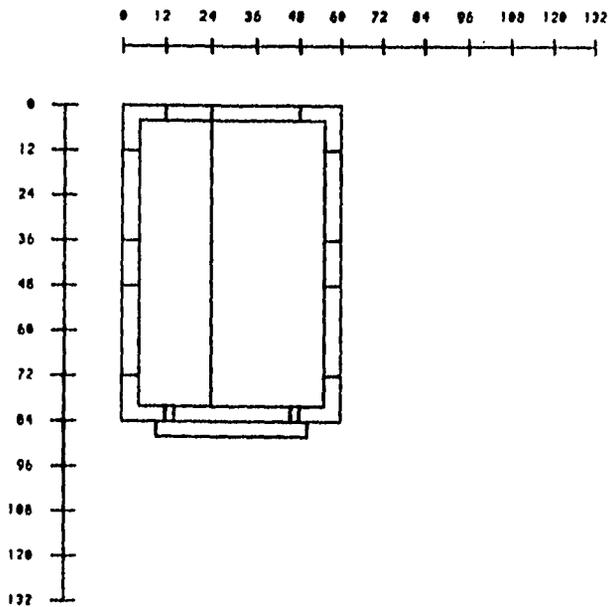
### II.1.2 Modulación de las cámaras frigoríficas.

Las cámaras frigoríficas se construyen con paneles modulares en múltiplos de 12" y se clasifican desde el punto de vista del diseño en:

- a) de línea
- b) especiales

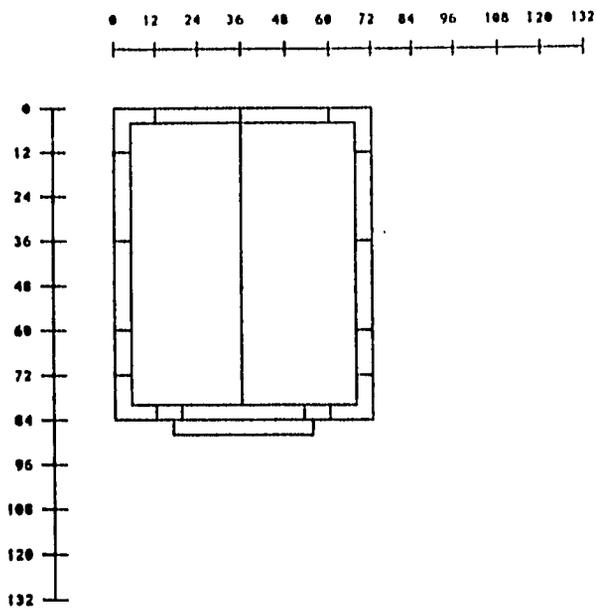
Existen tres modelos de cámaras de línea: EPT-576, EPT-678 y EPT-778 (Cuadros II. A, B y C).

CUADRO II.A MODULACION DE LA CAMARA DE LINEA MODELO EPT-578



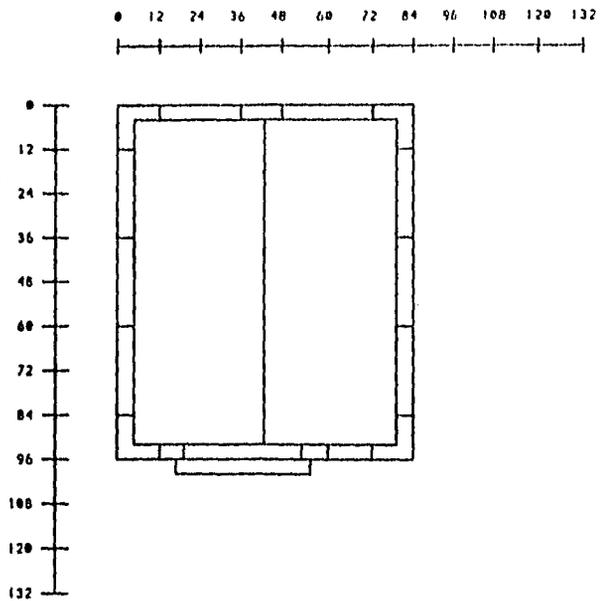
ESCALAS EN PULGADAS

CUADRO II.B MODULACION DE LACAMARA DE LINEA MODELO EPT-67B



ESCALAS EN PULGADAS

CUADRO II.C MODULACION DE LA CAMARA DE LINEA MODELO EPT-77B



ESCALAS EN PULGADAS

Las cámaras especiales se diseñan de acuerdo a las necesidades específicas de los consumidores, en cuanto a forma, tamaño y accesorios opcionales como son: ventanas exhibidoras, cortinas, entrapaños, perchas y monorriel para carnes, lo cual permite adaptarse a cualquier necesidad de espacio y uso.

Este tipo de cámaras se diseñan tomando como base los paneles estándar en múltiplos de 12"; sin embargo, no siempre es posible lograr las dimensiones requeridas por los consumidores, empleando solamente componentes con tal modulación, por lo tanto se hace necesario fabricar paneles con medidas especiales para lograr las dimensiones exactas de las cámaras.

El (Cuadro II.D), presenta los tipos de paneles que componen una cámara frigorífica y la materia prima básica empleada para su manufactura.

CUADRO II.D PANEELES QUE COMPONEN UNA CAMARA FRIGORIFICA.

TIPO DE PANEL	MATERIA PRIMA BASICA	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
MUROS	Lámina	Bonderizada cal. 24
	Seguros oscilantes	Lámina negra cal. 20
	Poliuretano	Densidad 40 Kg/m <sup>3</sup>
PISOS	Lámina	Bonderizada cal. 24
	Lámina	Galvanizada cal. 20
	Seguros oscilantes	Lámina negra cal. 20
TECHOS	Poliuretano	Densidad 40 Kg/m <sup>3</sup>
	Lámina	Bonderizada cal. 24
	Seguros oscilantes	Lámina negra cal. 20
ESQUINEROS	Poliuretano	Densidad 40 Kg/m <sup>3</sup>
	Lámina	Bonderizada cal. 24
	Seguros oscilantes	Lámina negra cal. 20
PUERTAS	Poliuretano	Densidad 40 Kg/m <sup>3</sup>
	Bisagras	
	Cerrojo	
	Disparador de seguridad	
	Refuerzos	Lamina negra cal. 10
MARCOS	Lámina	Bonderizada cal. 24
	Seguros oscilantes	Lámina negra cal. 20
	Poliuretano	Densidad 40 Kg/m <sup>3</sup>
	Refuerzos	Lámina negra cal. 10
	Protecciones	PVC

## II.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

### II.2.1 Descripción general por operaciones.

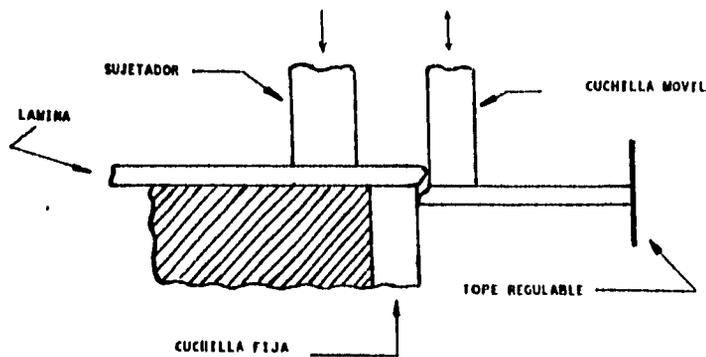
Para conocer las condiciones actuales de operación de la planta, se ha hecho un estudio del proceso de fabricación empleado para la obtención de paneles térmicos, el cual consiste en corte, escoplado, formado, preparación, pintado, horneado, espumado, limpieza y ensamble de puertas con marcos.

#### Corte de lámina

A partir de la lámina bonderizada calibre 24 de 1.219 m. x 3.835 m. se elaboran las paredes interior y exterior del panel. Desde el almacén de materia prima las hojas se transportan y se colocan en una mesa contenedor, de donde son recogidas por los operarios de la cizalla para proceder a cortarlas según las órdenes de trabajo.

El cizallado se define como la operación por medio de la cual, la lámina es cortada, utilizando una cuchilla fija y una cuchilla móvil (Fig. II.8). Después de un período de deformación de la lámina, en la zona de corte se provoca la ruptura por tracción.

La máquina con que se realiza la operación en este caso, es una cizalla de tipo guillotina.

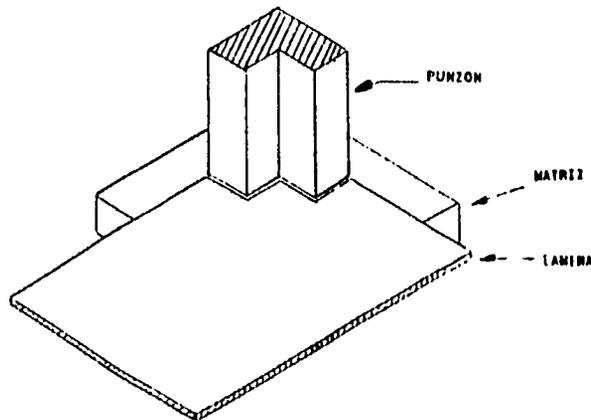


II.8 OPERACION DE CIZALLADO

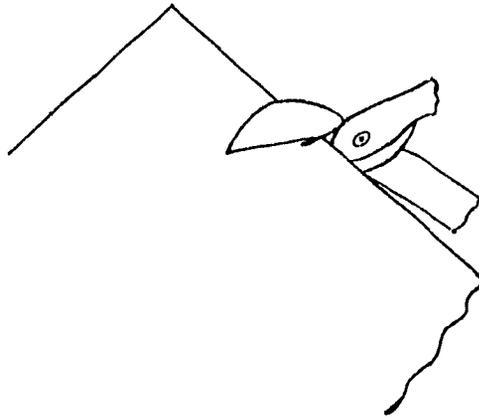
Antes de cortar una pieza, es necesario escuadrar la hoja de lámina en la misma máquina. Una vez que la hoja forma un ángulo de 90° en una de sus esquinas, se procede a cortar a la dimensión requerida. Cuando las piezas han sido habilitadas, éstas son colocadas en un área contigua a la máquina, donde permanecen hasta que les toque turno para ser escopladas. En el área antes mencionada son identificadas para determinar el tipo de escopladura que requieren, (Cuadro II.E) es decir; cuando se trata de un corte común se realiza en una máquina escopladora semiautomática, (Fig. II.9) y cuando se trata de un corte especial se realiza manualmente, utilizando una tijera (Fig. II.2.10).

CUADRO II.E ESCOPLADO POR TIPO DE PIEZA.

ESCOPLADO SEMIAUTOMATICO	ESCOPLADO MANUAL
MUROS <Interior, Exterior>	ESQUINEROS <Interior, Exterior>
PISOS <Interior, Exterior, Tepas { Lateral > Transversales	MARCOS <Postes { Interior > Exterior
TECHOS <Interior, Exterior, Tepas { Lateral > Transversales	PUERTAS <Interior, Exterior>
ESQUINEROS <Interior, Exterior>	
MARCOS <Travesaños { Interior > Exterior	



II.9 ESCOPLADO SEMIAUTOMATICO



#### II.10 ESCOPLADO MANUAL

##### **Escoplado de las piezas**

La operación de escoplado consiste en hacer un recorte pequeño en las partes estratégicas de la lámina con el propósito de facilitar el proceso de doblado.

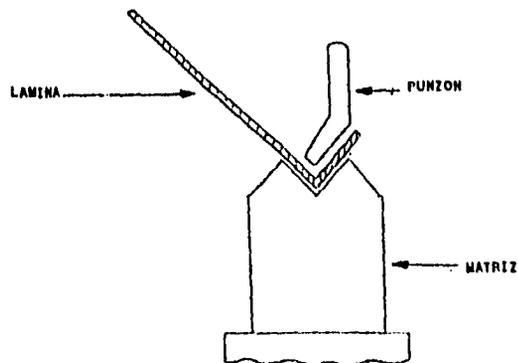
En este caso el escoplado semiautomático se hace con el principio de troquelado, el cual se define como la operación en la cual la lámina se somete a una acción de corte con objeto de variar su geometría inicial en otra predeterminada, mediante dispositivos llamados troqueles o estampas.

Una vez realizada la operación de escoplado, las piezas son colocadas en una zona de almacenamiento temporal, en donde permanecen hasta que los operarios de la prensa dobladora las recogen para proceder al formado.

### Formado de las piezas

Las piezas con escopladuras tanto comunes como especiales; son formadas en la prensa dobladora de cortina, en la cual se realizan cada uno de los dobleces necesarios, para lograr los desarrollos deseados.

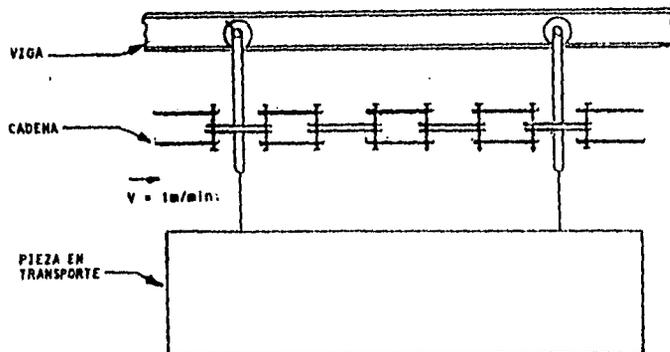
El doblado se define como la operación que permite la obtención de piezas desarrolladas cuyas formas son obligadamente rectilíneas. (Fig. II. 11).



II.11 OPERACION DE DOBLADO

### Preparación de las piezas.

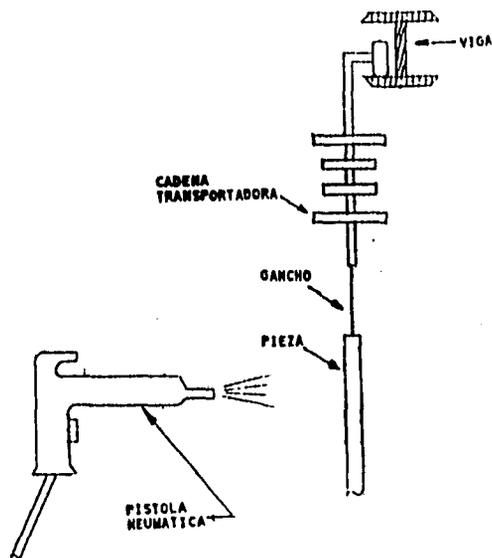
Cuando las piezas ya han sido formadas mediante el proceso de doblez, son colocadas en un área donde permanecen algún tiempo esperando a ser preparadas para pasar al proceso de pintura. La preparación consiste en limpiar, desengrasar y aplicar una película de cromato de zinc en el lado de la lámina que posteriormente tendrá contacto con el poliuretano, esto es con el propósito de mejorar la adherencia de la formulación química con el metal. Una vez preparadas las piezas son llevadas hasta un transportador aéreo que se encuentra a una altura de 2.20 m. sobre el nivel del piso y que avanza a una velocidad constante de 1 m./min. (Fig. II. 12).



II. 12 AVANCE DE PIEZAS COLGADAS EN LA CADENA TRANSPORTADORA

### Recubrimiento de las piezas.

Como la cadena se encuentra en constante movimiento, ésta transporta las láminas hasta una caseta de pintura, donde se les aplica un recubrimiento de epoxi-poliéster blanco, (Fig 11.13), con el propósito de proporcionar un acabado aceptable al producto.



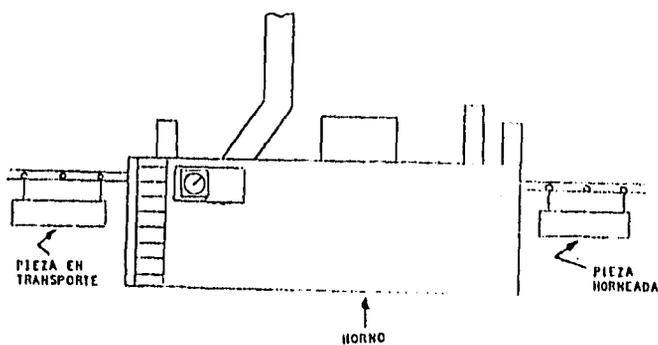
11.13 RECUBRIMIENTO DE LAS PIEZAS  
CON EPOXI-POLIÉSTER

Esta operación se realiza de la siguiente forma: mediante una pistola accionada por aire comprimido, el recubrimiento sale de la misma a presión, esparciéndose en el espacio y adheriéndose a la superficie que está enfrente; el operario aplica una capa uniforme sobre la cara de la lámina que no tendrá contacto posterior con la formulación de poliuretano, es decir; en el lado que estará a la vista del consumidor.

### Horneado de las piezas

Una vez aplicada la pintura, la cadena hace que la pieza salga de la caseta y se transporte hasta el horno de secado, el cual se encuentra a una temperatura media de 185° C, la cual debe controlarse durante la jornada de trabajo (Fig. II. 14).

El horno mide 8 mts. de longitud y el avance de la cadena es de 1m./min.; por lo tanto, las piezas permanecen dentro aproximadamente 8 min., tiempo durante el cual la pintura se seca y se adhiere firmemente a la superficie metálica.



II.14 HORNEADO DE PIEZAS

Cuando las piezas salen del horno son descolgadas de la cadena y se acomodan en una zona cercana, en donde esperan para ser identificadas y llevadas al departamento de espumado.

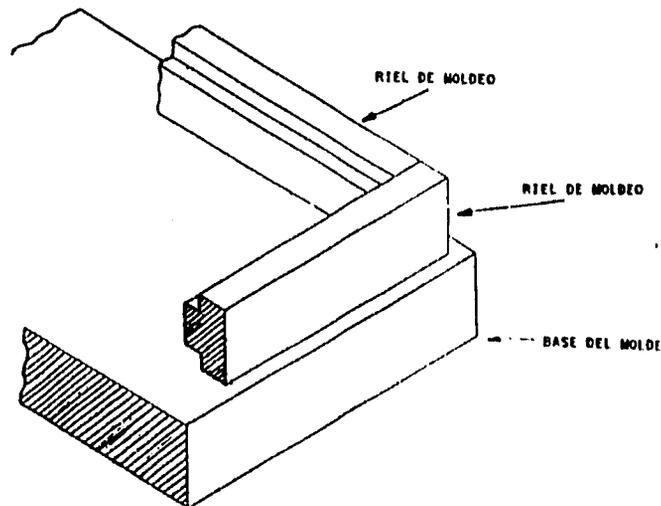
### Espumado de paneles

En el área de espumado se cuenta con 6 moldes para la inyección de poliuretano, de los cuales 2 son para muros, 1 para esquineros, 1 para puertas y marcos, 1 para pisos y 1 para techos, de acuerdo a esto las piezas son seleccionadas y transportadas al molde que les corresponda.

### Espumado de muros, esquineros y puertas.

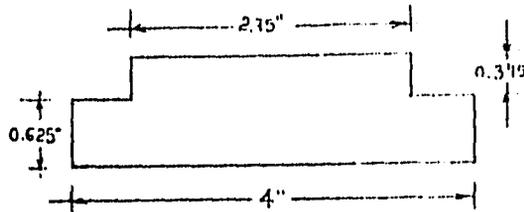
La preparación del molde para espumar muros y puertas es semejante y consiste en fijar sobre la base del molde dos rieles formando un ángulo de 90° (Fig. 11.15).

Posteriormente se coloca la pared interior del panel, y se ajustan otros dos rieles para sujetar la pieza formando un rectángulo a la medida deseada.



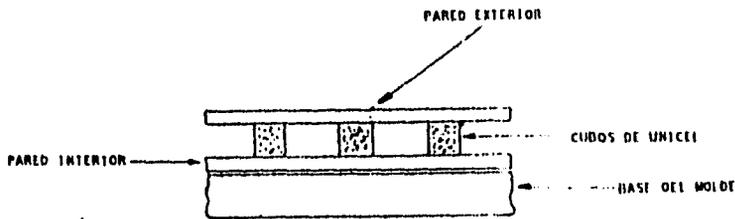
11.15 POSICION DE LOS RIELES DE MOLDEO SOBRE LA BASE DEL MOLDE DE INYECCION

El riel tiene la forma de la Fig. 11. 16 con el fin de formar la canal de poliuretano para la entrada del empaque de madera.



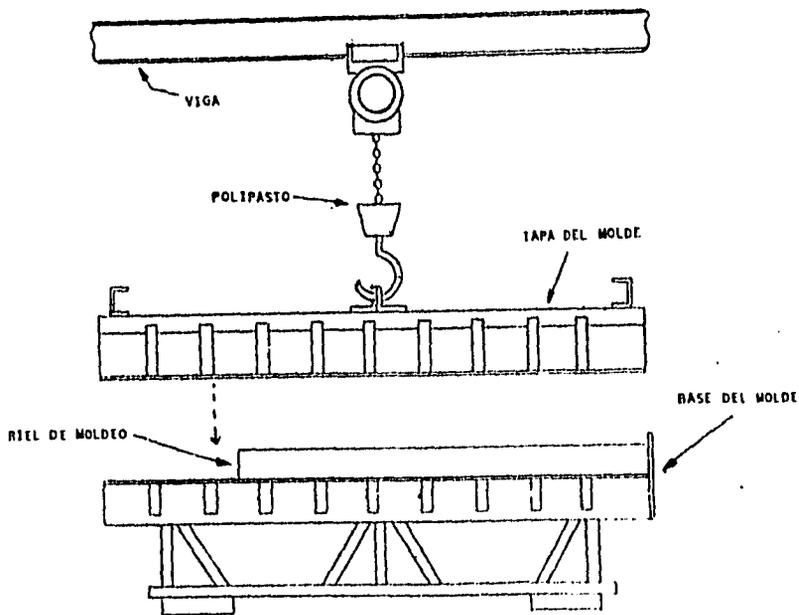
11.16 RIEL DE MOLDEO

Una vez ajustada la pared interior del panel, se colocan los seguros oscilantes, para lo cual los rieles tienen una entrada para su sujeción, posteriormente se colocan cubos de unicef sobre la lámina, esto con el propósito de separar las paredes interior y exterior del panel al inyectar el poliuretano (Fig. 11.17), además se sellan con cinta adhesiva las esquinas y orillas de la pieza para evitar al máximo la fuga de la espuma. En el caso de las puertas se les colocan 6 refuerzos, de lámina calibre 10, lo cual se explicará posteriormente\*.

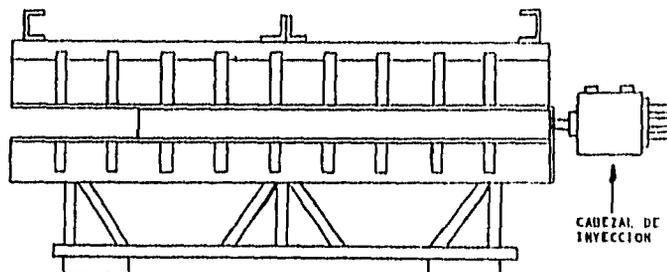


11.17 POSICION DE LAS PAREDES METALICAS SEPARADAS POR CUBOS DE UNICEF

Después de colocar la pieza de la pared exterior, se cierra el molde (Fig. 11.18) y se inyecta poliuretano e isocianato mezclados (Fig. 11.19) en forma líquida, la cantidad depende de las dimensiones del panel. La mezcla de los compuestos químicos provoca una reacción exotérmica que se expande y ejerce gran presión sobre las paredes del panel, es por ello que los moldes son de constitución robusta y de gran peso, no obstante lo anterior se aseguran entre sí, la base y la tapa del molde con pasadores que sujetan fuertemente ambas partes, evitando que la presión cause desajustes en los componentes del molde y se deforme el panel.



11.18 CIERRE DEL MOLDE DE INYECCION

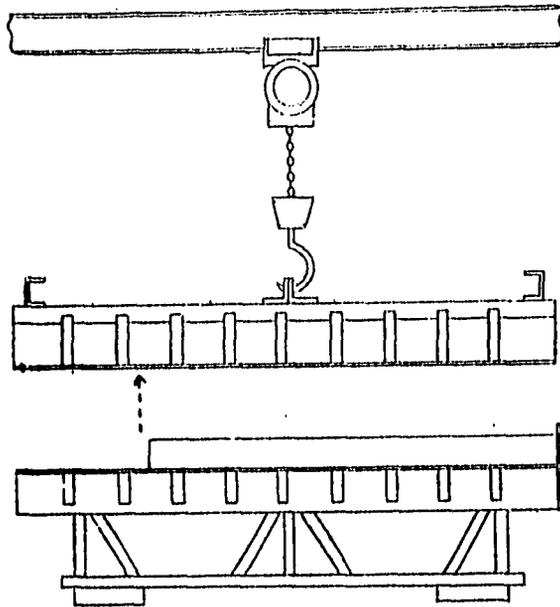


II.19 INYECCION DE POLIURETANO

El molde permanece cerrado durante 15 minutos, tiempo durante el cual el poliuretano adquiere consistencia y el panel no sufre ya deformación alguna por efecto de la presión provocada por la reacción química.

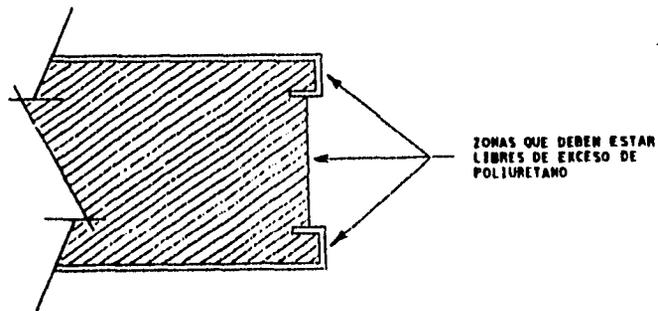
La bomba de espumado opera a una temperatura de 45° C, mientras que los moldes cuentan con una resistencia eléctrica que los mantiene entre 30° C y 40° C, esto con el propósito de acelerar la reacción química; ya que, de no ser así, el tiempo de permanencia en el molde tendría que ser mayor, para evitar deformaciones del panel.

Después del período de transición de la mezcla química, se destapa el molde y se saca el producto, (Fig. II.20) el cual ya tiene una rigidez y constitución que le permite ser usado en el armado de una cámara frigorífica.



11.20 APERTURA DEL MOLDE DE INYECCION

El panel se transporta a una zona de limpieza, en donde se retira el exceso de poliuretano que se encuentre sobre todo en la zona de empalme de un panel contra otro (Fig. 11.21) con el propósito de que se ensamblen perfectamente y no exista transferencia de temperatura en las cámaras frigoríficas, del interior al exterior y viceversa.

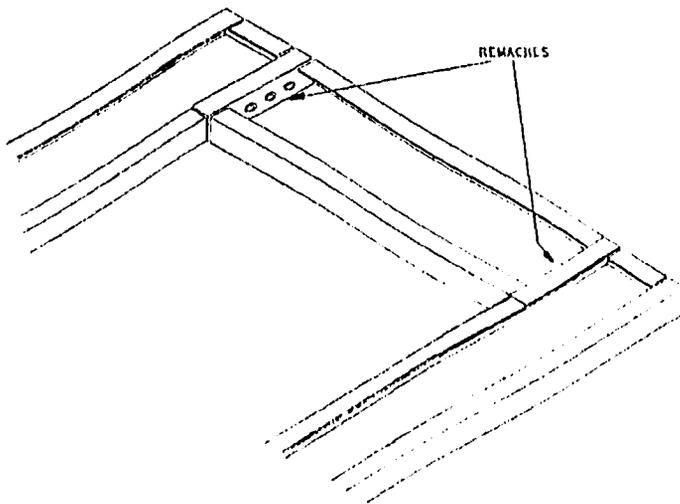


11.21 ZONAS DE LIMPIEZA DE PANELES

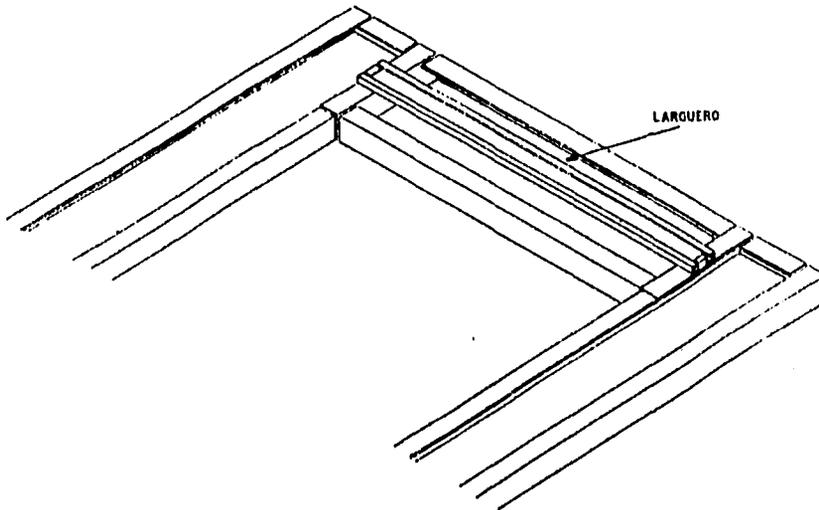
Cuando han sido perfectamente limpiados, son transportados y apilados en las zonas correspondientes a cada tipo de panel en el almacén de producto terminado, en donde permanecerán hasta que se realice la entrega al cliente. Lo anterior se refiere a muros y esquineros, ya que las puertas se llevan al departamento de ensamble.

#### Espumado de marcos

Antes de espumar un marco es necesario armarlo, esto se debe a que los postes y el travesaño fueron procesados por separado. El armado consiste en unir por medio de remaches las tres partes del marco (Fig. 11.22a) dos postes y un travesaño, además se coloca un larguero para proporcionar mayor rigidez, el cual también se remacha para la sujeción (Fig. 11.22b).



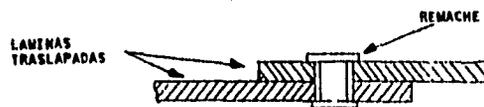
11 22a ENSAMBLE DE LOS POSTES CON EL TRAVESAÑO DE MARCOS, POR MEDIO DE REMACHES



11.22b COLOCACION DE LARGUERO EN MARCO

Para remachar es necesario barrenar previamente, lo cual se hace con un taladro neumático manual. Una vez hechos los barrenos se procede a insertar los remaches.

El remachado se define como un proceso de ensamble permanente donde las uniones son difíciles de lograr por medio de soldadura o cuando el efecto del calor, debido a la soldadura pueda causar modificaciones importantes a la estructura del material (Fig. 11.23).



11.23 OPERACION DE REMACHADO POR TRASLAPE DE LAMINAS

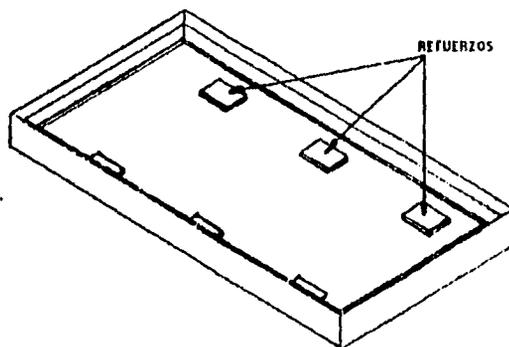
La junta que se realiza en esta operación se denomina ensamblaje por traslape.

En este caso la unión por remaches se hace para agilizar el proceso de armado del marco.

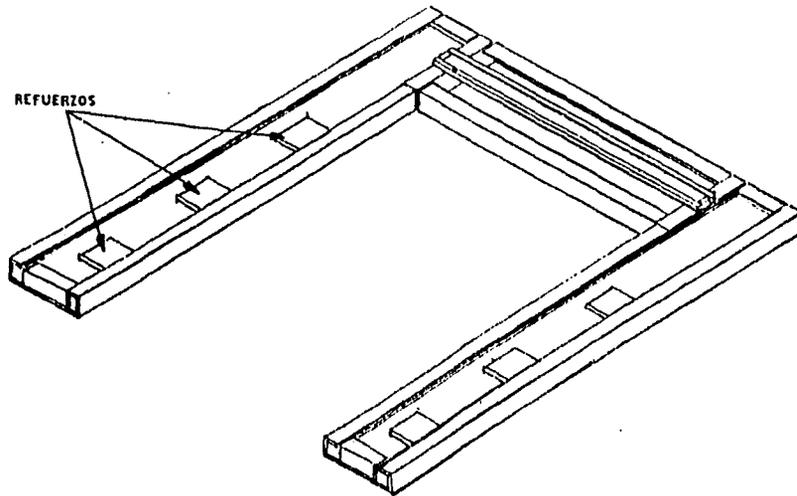
Cuando ya están armadas las paredes interior y exterior del marco, se procede a la preparación del molde, colocando sobre la base del mismo, la pared interior, luego se sujetan con cinta adhesiva 6 refuerzos de lámina calibre 10, con el fin de obtener una pieza en donde se puedan atornillar las bisagras y el cerrojo\*. Posteriormente se colocan los cubos de unicel, los seguros oscilantes y la pared exterior; de la misma forma que se mencionó en el caso de muros y puertas.

Una vez hecha la preparación se cierra el molde y se inyecta la formulación de poliuretano; permanece 15 minutos, se abre el molde y se saca el marco, se transporta a la zona de limpieza y se retira el exceso de poliuretano, posteriormente esta pieza se lleva al departamento de ensamble.

\*Como ya se mencionó antes tanto en la preparación previa al espumado de puertas como de marcos se colocan refuerzos de lámina cal. 10 (Figs. II.24a y b), con el propósito de que soporte la inserción de los tornillos, de las bisagras y del cerrojo; ya que el poliuretano por sí solo no es capaz de sujetar firmemente los tornillos; por lo tanto, el refuerzo realiza esta función.



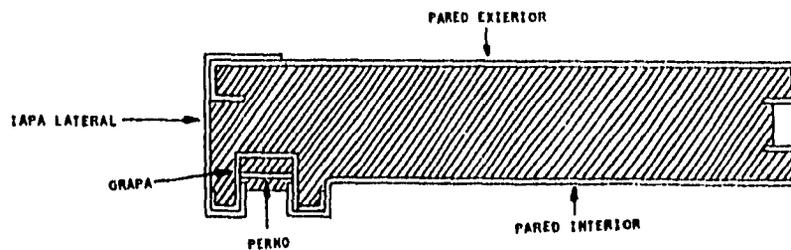
II. 24a COLOCACION DE REFUERZOS EN PUERTA.  
PARA LA INSERCIÓN DE TORNILLOS



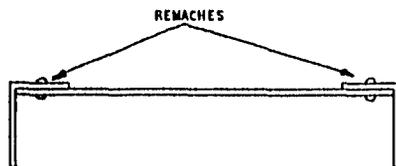
11.24b COLOCACION DE REFUERZOS EN MARCO,  
PARA LA INSERCIÓN DE TORNILLOS

#### Espumado de pisos y techos.

La preparación de pisos y techos es semejante. Se coloca la pared interior sobre la base del molde, se colocan las tapas lateral y transversales, uniéndolas a la pared interior mediante grapas con perno (Fig. 11.25). Posteriormente se sujetan a la pared interior los cubos de unisel y se insertan los seguros oscilantes correspondientes, a continuación se procede a colocar la pared exterior y a cerrar el molde, se inyecta poliuretano, permanece 15 minutos en reposo, se abre el molde y se perforan y remachan las tapas lateral y transversales a la pared exterior. (Fig. 11.26).



11.25 PREPARACION DE PISOS Y TECHOS PARA  
LA INYECCION DE POLIURETANO



**11.26 REMACHADO DE LAS TAPAS LATERAL Y TRANSVERSALES A LA PARED EXTERIOR DE PISOS Y TECHOS**

Una vez remachado, se desmolda y se saca el panel, el cual es llevado al área de limpieza, se retira el exceso de poliuretano y se transporta la pieza al almacén de producto terminado.

**Ensambla de puertas y marcos.**

En el departamento de ensamble, a las puertas se les coloca un empaque que contiene dentro una tira magnética. La función de esta tira es hacer que la puerta se adhiera a la superficie metálica del marco por efecto del campo magnético que se forma.

Si la puerta es de arrastre el empaque se coloca solo en el transversal superior y en los dos laterales, mientras que en el transversal inferior se coloca un hule de arrastre cuya función es hacer contacto con la superficie de la pared interior del piso, para evitar fugas de calor. Este tipo de puerta es generalmente utilizada en cámaras especiales en donde una parte de las mismas es de refrigeración y la otra parte es de congelación.

Cuando la puerta es de paso, el empaque con tira magnética se coloca en los cuatro lados de la puerta.

La sujeción del empaque con tira magnética se hace por medio de una tira de lámina que se perfora y remacha a la pared interior.

El paso siguiente consiste en medir y marcar en la pared exterior de la puerta la posición exacta en donde se debe perforar para insertar los tornillos que sujetarán las bisagras y el cerrojo.

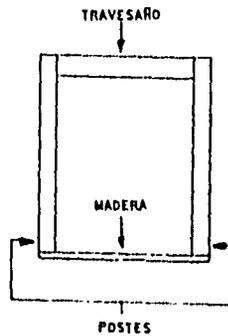
En la pared interior, también se hace necesario medir y marcar la posición de los barrenos para los remaches del disparador de seguridad.

Una vez hechos los barrenos, con un machuelo, se hace la cuerda para los tornillos, se atornillan las bisagras y el cerrojo, y se remacha el disparador de seguridad.

Cuando la puerta está lista, se transporta a la mesa de ensamble.

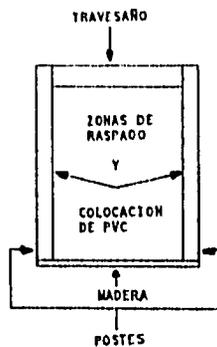
Mientras se hace la preparación de la puerta para el ensamble final, simultáneamente se realizan las operaciones necesarias en el marco. A continuación se describen los pasos necesarios para preparar un marco:

En la parte interior del marco, se atornilla una tira de madera (Fig. II.27), con el propósito de mantener paralelos y estáticos los postes.



II.27 FIJACION DE LOS POSTES DEL MARCO MEDIANTE UNA TIRA DE MADERA

Cuando se requiere procesar un marco para cámara de congelación en la parte interior de los postes (Fig. II.28), se raspa el poliuretano con el propósito de realizar una cavidad, en la cual se coloca una resistencia. Una vez insertada la resistencia se procede a colocar una protección de PVC.



II.28 ZONAS DE RASPADO PARA LA COLOCACION DE LA RESISTENCIA

En los marcos para cámaras de refrigeración, inmediatamente después de colocarle la tira de madera, se procede a colocar la protección de PVC.

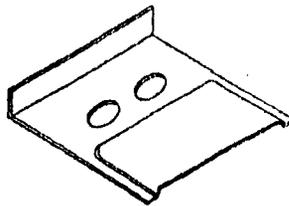
Para cubrir los cantos de la protección de PVC, posteriormente se colocan molduras sujetas con ramaches alrededor del marco.

Cuando el marco y la puerta se encuentran listos, son ensamblados por dos operarios, los cuales miden, perforan, hacen cuerdas y atornillan las bisagras y el cerrojo en los lugares correspondientes.

La puerta y el marco ya ensamblados son transportados al almacén de producto terminado.

### **Fabricación de seguros oscilantes.**

Los seguros oscilantes que se emplean para anclar los paneles, son procesados en la misma planta de la siguiente forma: a partir de lámina negra calibre 20 de 36" x 120", se elaboran las dos partes del sistema de unión, el primer paso es habilitar la lámina en la cizalla, obteniéndose tiras de 0.12 m. x 3.048 m.. Estas tiras son llevadas a la prensa dobladora, en donde se monta un troquel que fue diseñado especialmente para que de un solo golpe de máquina, corte, troquee, embuta y doble la lámina (Fig. II.29), obteniéndose así las dos partes del macho y las dos partes de la hembra.

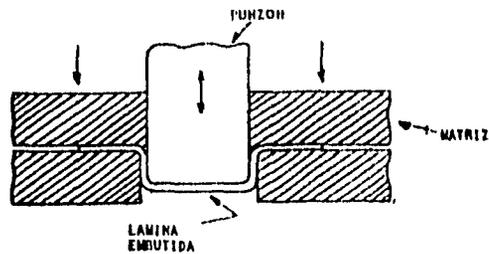


**II.29 FORMADO DE LAS PARTES DE LOS SEGUROS OSCILANTES**

Las piezas para los seguros oscilantes son transportadas al área de soldadura en donde un operario une las partes correspondientes, formando así los seguros macho y los hembra. La unión de las partes se realiza por medio de una máquina para soldar por puntos.

El embutido, es la técnica que permite la obtención de cuerpos huecos a partir de una lámina recortada.

En la operación de embutido el pedazo de lámina es deformado entre una matriz y un punzón. Una plancha de apriete evita la formación de pliegues debido al desplazamiento radial de la lámina (Fig. II.30). El espesor del producto embutido es igual al de la lámina inicial.

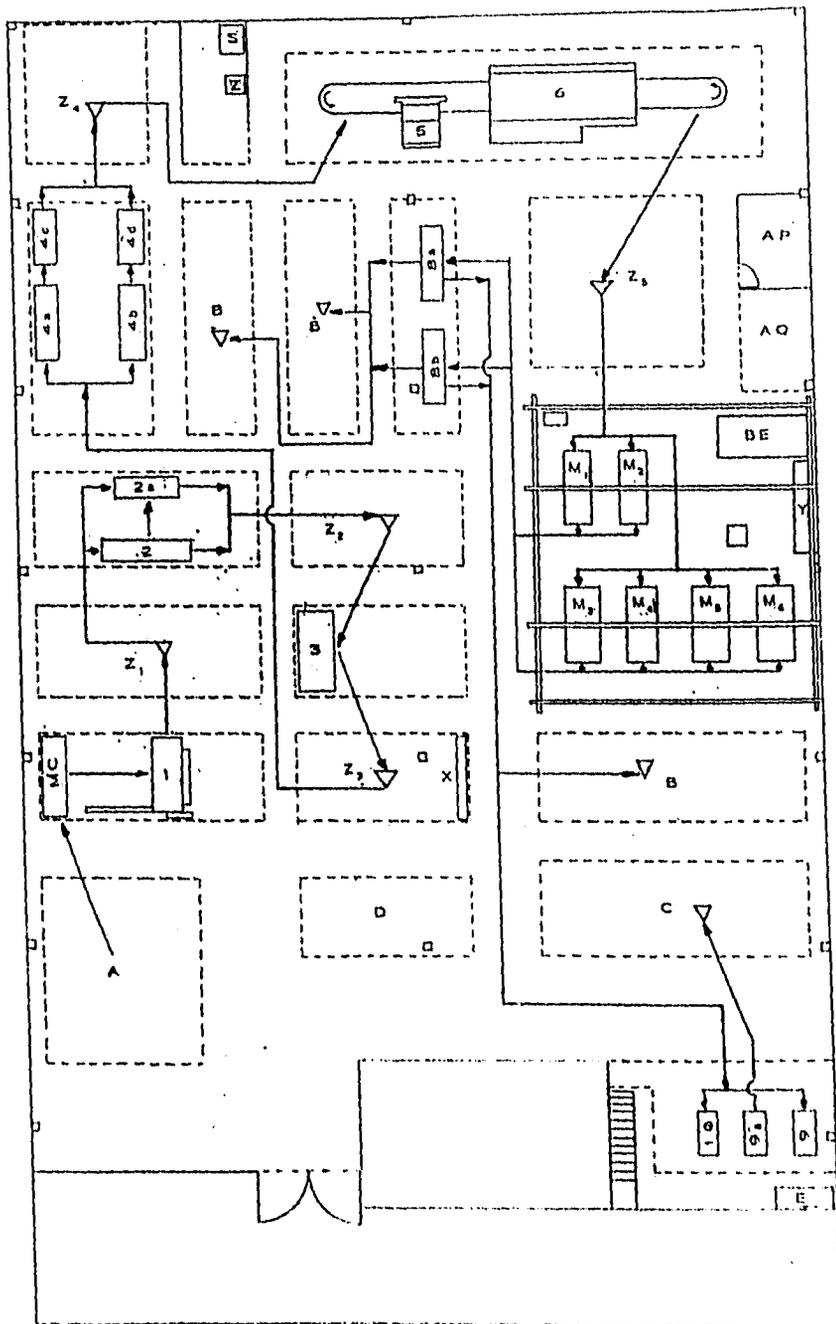


II.30 OPERACION DE EMBUTIDO

El recorrido de los productos a través del proceso, desde el almacén de materia prima hasta los almacenes de producto terminado, se muestra en el (Plano II.I) de la distribución de la maquinaria y equipo actuales.

El Cuadro II.F presenta la nomenclatura empleada en el plano de la distribución de planta actual.

II.1 DISTRIBUCION DE LA PLANTA ACTUAL



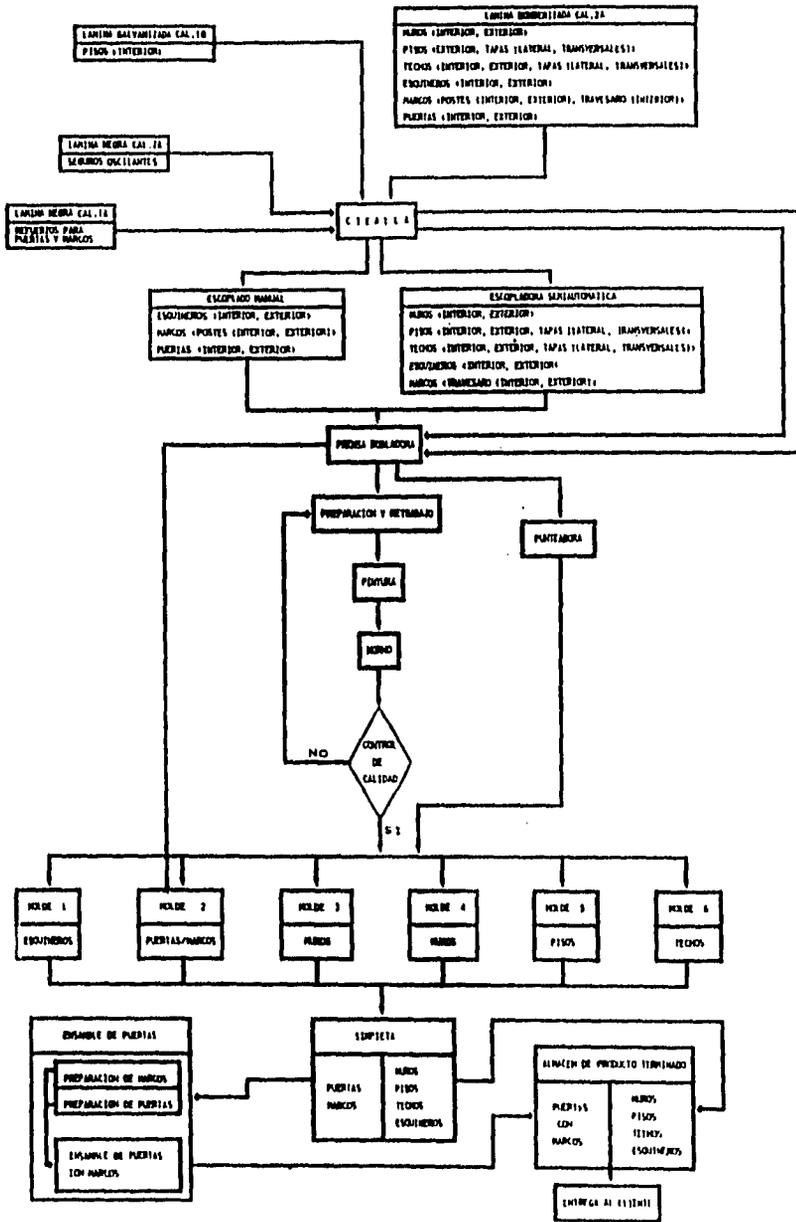
CUADRO II.F NOMENCLATURA UTILIZADA EN LA REPRESENTACION EN BLOQUES DE LA  
DISTRIBUCION DE LA PLANTA ACTUAL

- A = Almacén de materia prima (lámina bonderizada, lámina galvanizada, lámina negra)
- B = Almacén de producto terminado (muros, pisos, techos, esquineros)
- C = Almacén de producto terminado (puertas con marcos ensamblados)
- D = Almacén de desperdicios
- MC = Mesa contenedor de lámina
- 1 = Cizalla tipo guillotina
- 2 = Escopidora semiautomática
- 2a = Mesa para escopidos manuales
- 3 = Prensa dobladora de cortina
- 4a, 4b, 4c, 4d = Mesa para preparación de piezas
- 5 = Caseta de pintura
- 6 = Horno de secado
- 8a, 8b = Mesas para limpieza de paneles
- M<sub>1</sub> = Molde para esquineros
- M<sub>2</sub> = Molde para puertas y marcos
- M<sub>3</sub> = Molde para muros
- M<sub>4</sub> = Molde para muros
- M<sub>5</sub> = Molde para pisos
- M<sub>6</sub> = Molde para techos
- 9 = Mesa para preparación de puertas
- 9a = Mesa para preparación de marcos
- 10 = Mesas para ensamble de puertas con marcos
- Z<sub>1</sub> = Zona de almacenaje temporal de piezas habilitadas
- Z<sub>2</sub> = Zona de almacenaje temporal de piezas escopidas
- Z<sub>3</sub> = Zona de almacenaje temporal de piezas formadas
- Z<sub>4</sub> = Zona de almacenaje temporal de piezas preparadas
- Z<sub>5</sub> = Zona de almacenaje temporal de piezas pintadas
- S = Máquina punteadora
- AP = Almacén de pintura
- AQ = Almacén de químicos
- BE = Bomba de espumado
- X = Contenedor de dados para la prensa dobladora
- Y = Contenedor de rieles de moldeo
- Z = Contenedor de seguros esclavos
- E = Estante contenedor de accesorios para puertas y marcos

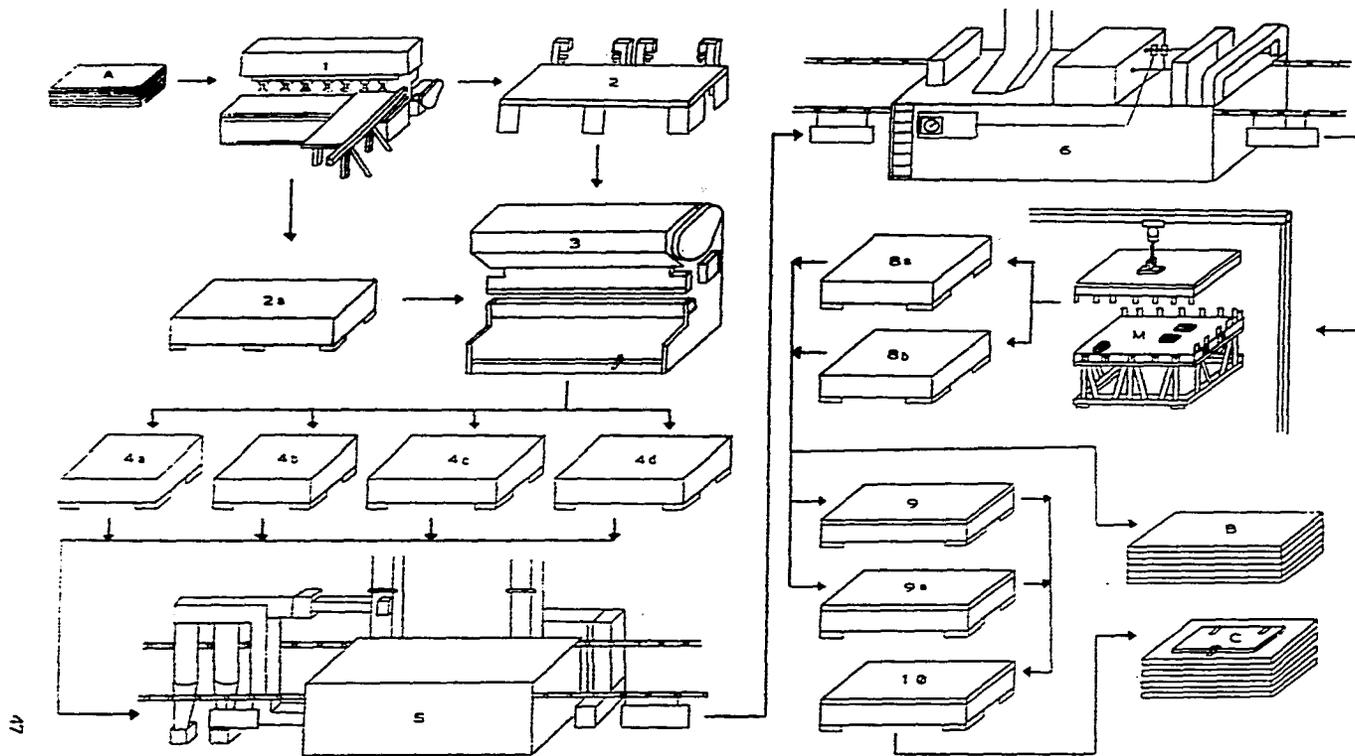
A continuación se muestra el diagrama de flujo de las piezas durante el proceso (Cuadro II.G).

El (Cuadro II.H) muestra la representación gráfica de la maquinaria utilizada durante el proceso de manufactura de los paneles.

CUADRO 11.2.G DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.



CUADRO II.2 REPRESENTACION GRAFICA DEL EQUIPO UTILIZADO DURANTE EL PROCESO



## II.3 DIAGNOSTICO DE LA PLANTA

### Analisis del producto y proceso de fabricación.

Como ya se describió en secciones anteriores, las cámaras frigoríficas de tipo modular permiten obtener de ellas gran versatilidad de forma y tamaño, además por la técnica empleada en la manufactura de los paneles térmicos y los materiales empleados, se logra gran eficiencia en la conservación y control de temperaturas; tomando como referencia lo anterior y la experiencia de la planta en cuanto a la demanda del producto y la apertura comercial del país, se puede afirmar que los paneles de poliuretano son un producto con gran proyección en los mercados nacional e internacional, es por ello que se hace necesario realizar cambios radicales, que le permitan a la empresa estar en condiciones de competir en estos niveles, proporcionándole a los consumidores, productos con excelente calidad, un buen servicio y mejores precios.

En secciones anteriores se describió en forma general el producto y el proceso de manufactura empleado para su realización, ahora para diagnosticar las condiciones en que se encuentra la planta actualmente, se analizarán las deficiencias, limitaciones y problemas que se originan a causa de tener un diseño del producto y un proceso obsoletos.

#### II.3.1 Evaluación del producto.

Los paneles térmicos de poliuretano que se fabrican en esta empresa en términos generales han cumplido con las necesidades de los consumidores; sin embargo, nos encontramos en una economía de mercado libre, en la cual la competencia entre productores de bienes es cada vez más fuerte, de tal manera que la gran oferta de productos le proporciona al consumidor una gama de posibilidades en donde busca precio, servicio y calidad; lo anterior obliga a realizar un análisis del producto que actualmente se ofrece al mercado.

A continuación se describen las principales características de las materias primas y componentes de los paneles, con el propósito de detectar los problemas que se presentan y tomar medidas radicales para lograr avances espectaculares.

**Lámina bonderizada.**- Este material se surte en hojas de 48" ( 1.219 m. ) x 151" ( 3.835 m. ), que ocupan áreas de almacenaje en planta de 4.67 m<sup>2</sup>..

Generalmente tanto el ancho como el largo de las paredes de los paneles es menor que las dimensiones de las hojas de lámina, salvo en casos muy extraordinarios de cámaras especiales, cuando se requiere que las dimensiones de los pisos y techos sean bastante aproximadas a las de las hojas, o también cuando en estas cámaras la altura de los muros y esquineros así lo requiere.

El efecto que produce manejar lámina bonderizada en hojas, es que los sobrantes de las habitaciones de los cortes realizados en la cizalla no es posible aprovecharlos en su totalidad.

Los sobrantes son utilizados para plazas de dimensiones menores, como son travesaños y postes para marcos, y para las tapas laterales y transversales de pisos y techos. Se considera como desperdicio a los sobrantes cuyas dimensiones son tales que ya no es posible utilizarlas para ningún tipo de plaza. En promedio tales desperdicios alcanzan cantidades que representan el 10% del total de lámina bonderizada empleada durante el proceso.

Durante una jornada normal de trabajo (9 hrs.), se utilizan alrededor de 62 hojas de lámina de este tipo.

El (Cuadro II.1) presenta el costo de lámina bonderizada al 1 de Julio de 1994.

CUADRO II.1 COSTO DE LAMINA BONDERIZADA EN HOJAS.

ESPECIFICACION	UNIDAD	NS/KG	KGS/HOJA	NS/HOJA	KGS/M. L.	NS/M. L.
CALIBRE 24 48" X 151"	KGS.	4.29	21.08	90.43	5.48	25.50

#### Cálculo de consumo y desperdicio de lámina bonderizada

I.- Cantidad de lámina	=	62 Hojas/Día	
II.- Peso por lámina	=	21.08 Kgs/Hoja	
III.- Precio de la lámina	=	4.29 N\$/Kg	
IV.- Cantidad consumida	= ( I ) ( II )	= ( 62 Hojas/Día ) ( 21.08 Kgs/Hoja )	=
			= 1,306.96 Kgs/Día
V.- Importe del consumo	= ( III ) ( IV )	= ( 4.29 N\$/Kg ) ( 1,306.9 Kgs/Día )	=
			= 5,606.60 N\$/Día
VI.- Cantidad desperdiciada	= ( IV ) ( 10% )	= ( 1,306.96 Kgs/Día ) ( 0.10 )	=
			= 130.6 Kgs/Día
VII.- Importe del desperdicio	= ( VI ) ( III )	= ( 130.6 Kgs/Día ) ( 4.29 N\$/Kg )	=
			= 560.27 N\$/Día

Las cifras anteriores reflejan claramente el alto costo y problemas que se tienen al utilizar este tipo de material.

Por su naturaleza y propiedades metálicas, este material en estado virgen, no puede ser utilizado directamente para fabricar paneles térmicos, debido a que dentro de las cámaras se emplean temperaturas bajas que generan vapores que provocan la oxidación de la lámina; por tal motivo, se hace necesario aplicarle un recubrimiento superficial de pintura en una de sus caras, tal como se describió anteriormente.

La lámina bonderizada es un material relativamente liso; por lo tanto, se hace necesario aplicarle en la cara posterior una película de cromato de zinc para facilitar la adherencia del poliuretano, incrementándose los tiempos en el proceso y los costos de operación.

**Lámina galvanizada.-** Este tipo de lámina solo es utilizada en la pared interior de los paneles para pisos, ya que, las propiedades intrínsecas de este material lo hacen resistente a la humedad y al uso rudo al que está expuesto; empero, al igual que la lámina bonderizada, también es lisa y al contacto con los vapores que se generan en las cámaras, se hace resbaladiza.

**Poliuretano.-** La formulación de este compuesto químico con densidad de  $40 \text{ Kg/m}^3$ , presenta excelentes propiedades como aislante térmico, además al encontrarse entre dos paredes de lámina metálica se caracteriza por ser fuerte y rígido. Bajo estas consideraciones y tomando en cuenta que no existen aún productos comerciales que lo sustituyan, se ha determinado que se debe seguir utilizando en la fabricación de los paneles.

**Seguros oscilantes.-** Estos componentes cumplen perfectamente como sistema de unión y anclamiento entre paneles. Hasta ahora no se han presentado problemas de falta de rigidez o desajustes en las cámaras; por lo tanto, se considera que los seguros oscilantes son funcionales y justifican plenamente su utilización como parte integral del producto.

La calidad de estos componentes no es óptima, y aunque no se refleja en la unión de los paneles, es importante que la empresa utilice sus productos, componentes con excelente calidad, que alienten la confianza de los consumidores.

El diseño del troquel que se monta en la prensa dobladora, para la fabricación de las partes derecha e izquierda de los seguros oscilantes hembra y macho; es inseguro y ha ocasionado accidentes de los operarios. Como se describió anteriormente, este troquel corta, punzona y forma la lámina de un solo golpe de máquina; por lo tanto, al troquelar la última parte de las tiras de lámina, los operarios de la prensa corren el riesgo de sufrir tales accidentes.

**Empaques de madera.**- Este componente al que también se le conoce como calzas de madera, se fabrica en un taller de carpintería independiente a la empresa.

Considerando que la madera es un producto que por su naturaleza no presenta tan buenas propiedades térmicas como las del poliuretano, y que además, al ensamblar los paneles para el armado de las cámaras se requiere de un tiempo mayor por la inserción de las calzas entre un panel y otro, se puede pensar en eliminar este componente, mediante un mejor diseño del producto, con lo que seguramente se reducirán los costos de operación de la planta.

Ahora que se conocen las principales características de la materia prima y los componentes utilizados para fabricar los paneles, sabemos exactamente cuales son los puntos claves que se deben considerar para obtener una mejor calidad en el diseño del producto, que satisfaga plenamente las necesidades de los consumidores y afronte los retos del mercado, para este propósito se utiliza el método de la Ingeniería de los valores, el cual se expondrá y aplicará en otra sección del presente trabajo de reingeniería.

### **II.3.2 Evaluación del proceso de manufactura.**

El proceso de manufactura empleado en la actualidad para obtener paneles térmicos, es obsoleto y poco confiable, puesto que hace depender la calidad del producto en gran medida de la habilidad y buena disposición de los operarios hacia el trabajo que desempeñan.

El proceso que actualmente se emplea tiene graves problemas de manejo de materiales, zonas de almacenaje temporal intermedias entre cada una de las etapas de transformación de la materia prima, grandes tiempos de preparación y operación, horas-hombre y horas-máquina improductivas y algunos otros que se describirán en esta sección.

El equipo que se utiliza forma parte de una tecnología que funcionó bien en el pasado; sin embargo, con los constantes desarrollos científicos y tecnológicos, ahora existen en el mercado equipos modernos que permiten implantar sistemas para la producción continua.

En la planta actualmente no se obtiene uniformidad en los productos, los paneles de ayer tienen cierta calidad, los de hoy otra y los de mañana tendrán otra diferente

A continuación se describen los diferentes factores que están ocasionando que la planta se encuentre en un atraso industrial de muchos años.

#### **II.3.2.1 Desequilibrio en los tiempos de proceso.**

##### **Cizallado.**

Para obtener 60 paneles al día, se consume lámina bonderizada en aproximadamente el 93% del total de piezas, y lámina galvanizada en el 7% restante. Todas las hojas de estos materiales son habilitadas en la cizalla. En esta máquina también se corta lámina negra para los seguros oscilantes y para los refuerzos para puertas y marcos. En esta etapa del proceso se emplea a dos personas.

El tiempo necesario para realizar el corte de todas las piezas requeridas en un día, según el cuadro de tiempos es de 6.00 hrs.. El tiempo total de una jornada de trabajo es de 9.00 hrs., por lo tanto:  $9.00 - 6.00 = 3.00$  hrs. que supuestamente emplean los operarios de la cizalla en manejo de materiales, mientras que ese mismo tiempo la máquina permanece inactiva.

##### **Escoplado.**

Como se describió antes, el escoplado de las piezas puede ser semiautomático o manual, de acuerdo a la pieza de que se trate. Para estas operaciones se cuenta con dos operarios.

Los tiempos necesarios para realizar las escopladuras semiautomática y manual es de 2.4 hrs. y de 3.23 hrs. respectivamente, lo que representa en total 5.63 hrs., además se emplea 1.4 hrs. totales en preparaciones y cambios de herramienta en la escopladora semiautomática.  $5.63 \text{ hrs.} + 1.4 \text{ hrs.} = 7.03 \text{ hrs.}$ , es decir el 78.11% de la jornada de trabajo, por lo tanto, el 21.88% restante es tiempo improductivo.

#### Formado.

En esta parte del proceso se emplea a tres personas. La operación de formado de todas las piezas requiere de 3.93 hrs. y se ocupan 4.91 hrs. en los diferentes cambios de herramienta para realizar los diferentes tipos de doblado y para el montaje y desmontaje del troquel que se utiliza para obtener las partes de los seguros oscilantes. En total en la prensa dobladora se trabajan:  $3.93 \text{ hrs.} + 4.91 \text{ hrs.} = 8.84 \text{ hrs.}$ , es decir, el 96.55% del tiempo de trabajo por turno, estas cifras indican que aparentemente no existe capacidad ociosa de mano de obra y de la máquina; sin embargo, observando detenidamente el trabajo en esta fase, se determina que los tres operarios de la prensa no se encuentran activos simultáneamente durante todo el tiempo, y que además las 4.91 hrs. que utilizan en cambios de herramienta, es una cifra que está muy por encima de lo que realmente debe ser. Se estima que este tiempo está excedido en un 30%.

#### Preparación.

Una vez formadas las piezas son limpiadas, desengrasadas y se les aplica una película de cromato de zinc en una de sus caras. Los tiempos necesarios presentados en el cuadro, para la preparación de las piezas, están en función de que la tarea es realizada con un operario, por lo cual, este trabajo se realiza con dos personas. El tiempo total necesario para esta fase es de 12.75 hrs. por lo tanto, el tiempo real de operación por persona es de 6.375 hrs.; lo anterior indica que se tienen 2.625 hrs. improductivas por cada operario.

En esta fase del proceso se consumen aproximadamente los siguientes materiales al día: 15 litros de thinner, 5 lijas de agua, 10 litros de cromato de zinc y 3 kilogramos de estopa.

El Cuadro II.J presenta el costo por consumo de estos materiales en la preparación de las piezas.

CUADRO II.J COSTO POR CONSUMO DE MATERIALES UTILIZADOS EN LA PREPARACION DE PIEZAS.

MATERIAL	UNIDAD	N\$/UNIDAD	CONSUMO DIARIO	IMPORTE DIARIO
THINNER	LTS.	1.92	15	N\$ 28.80
LIJAS	PZA.	1.35	5	N\$ 6.75
CROMATO	LTS.	32.76	10	N\$ 327.60
ESTOPA	KGS.	3.18	3	N\$ 9.54
<b>TOTAL</b>				<b>N\$ 372.69</b>

#### Pintura.

La operación de pintado presenta diversos problemas que se reflejan en la calidad del producto. Se tienen que controlar las tonalidades de color que el proveedor de pintura proporciona en sus diferentes partidas, con el propósito de mantener un acabado relativamente uniforme.

El equipo que se emplea en esta etapa del proceso, es una caseta que cuenta con un sistema que permite la recuperación de cierta cantidad de pintura diariamente; empero, el deterioro normal que ha sufrido el equipo no permite tener una recuperación adecuada, entonces la pintura recobrada no es aprovechable al 100%, debido a que se encuentra contaminada.

La operación de pintado demanda alrededor de 45 Kgs. de pintura diariamente, de los cuales se recupera el 25%, es decir, 11.25 Kgs.; sin embargo, no es posible reciclar totalmente esa cantidad. Aproximadamente se aprovechan solo 9 de los 11.25 Kgs. recuperados, es decir, la recuperación real es del 20%.

Los 9 Kgs. que realmente se aprovechan, se mezclan posteriormente al 50% con pintura nueva.

El Cuadro II.K, presenta el costo diario por concepto de pintura.

CUADRO II.K COSTO DIARIO DE PINTURA EN POLVO.

DEMANDA DIARIA	RECUPERACION DIARIA	CANTIDAD APROVECHADA	CONSUMO REAL/DIA	PRECIO \$/KG	IMPORTE DIARIO
45 KGS.	11.25 KGS	9.0 KGS.	36 KGS.	27.15	\$S 977.40

Las cifras anteriores muestran los altos costos por concepto de pintura.

Otro problema que se presenta en esta fase del proceso, es cuando en algunas ocasiones el pintor no proporciona acabados uniformes en las piezas y éstas tienen que someterse a un retrabajo, previa una inspección de un supervisor de control de calidad, aumentando los costos de operación.

#### **Horneado.**

El horneado es un proceso que representa altos costos de fabricación, debido a la gran cantidad de combustible que se consume, y al mantenimiento que se le presta al horno.

El horno de secado cuenta con un calentador con una capacidad de 1 800 000 BTU/Hr. esta capacidad fue instalada con el propósito de crecer a futuro; sin embargo, hasta estos momentos no se ha explotado al máximo, provocando que se consuma más combustible del necesario.

A continuación se presenta el Cuadro II.L que muestra el costo del combustible utilizado.

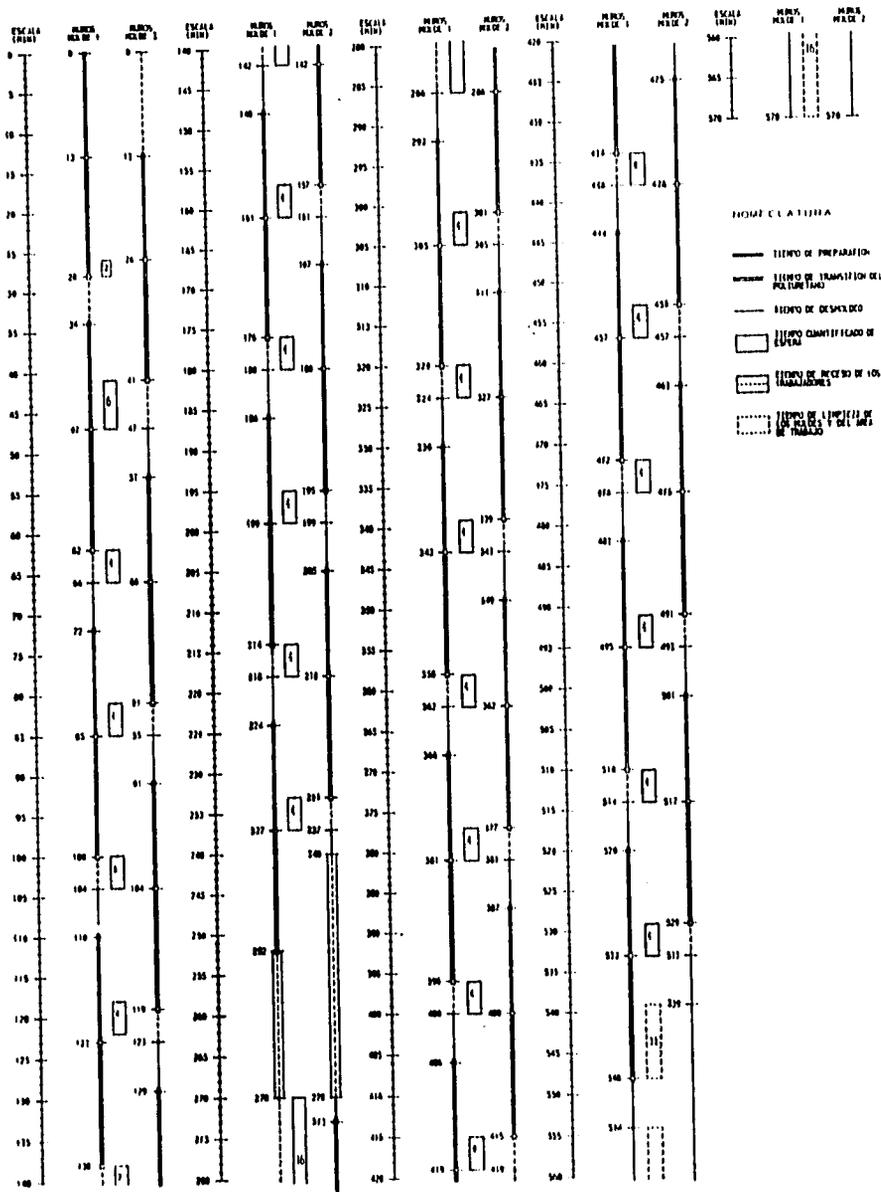
CUADRO II.L COSTO DE COMBUSTIBLE DEL HORNO DE SECADO.

GAS	CAPACIDAD DEL CALENTADOR	FACTOR DE CONVERSION	CONSUMO EN KGS.	PRECIO	CONSUMO DIARIO	IMPORTE DIARIO
BUTANO	1'800,000 BTU/HR.	$3.1719 \times 10^{-8}$	39.09 KG/HR	1.29 NS/KG	312.72 KGS	403.40 NS/DIA

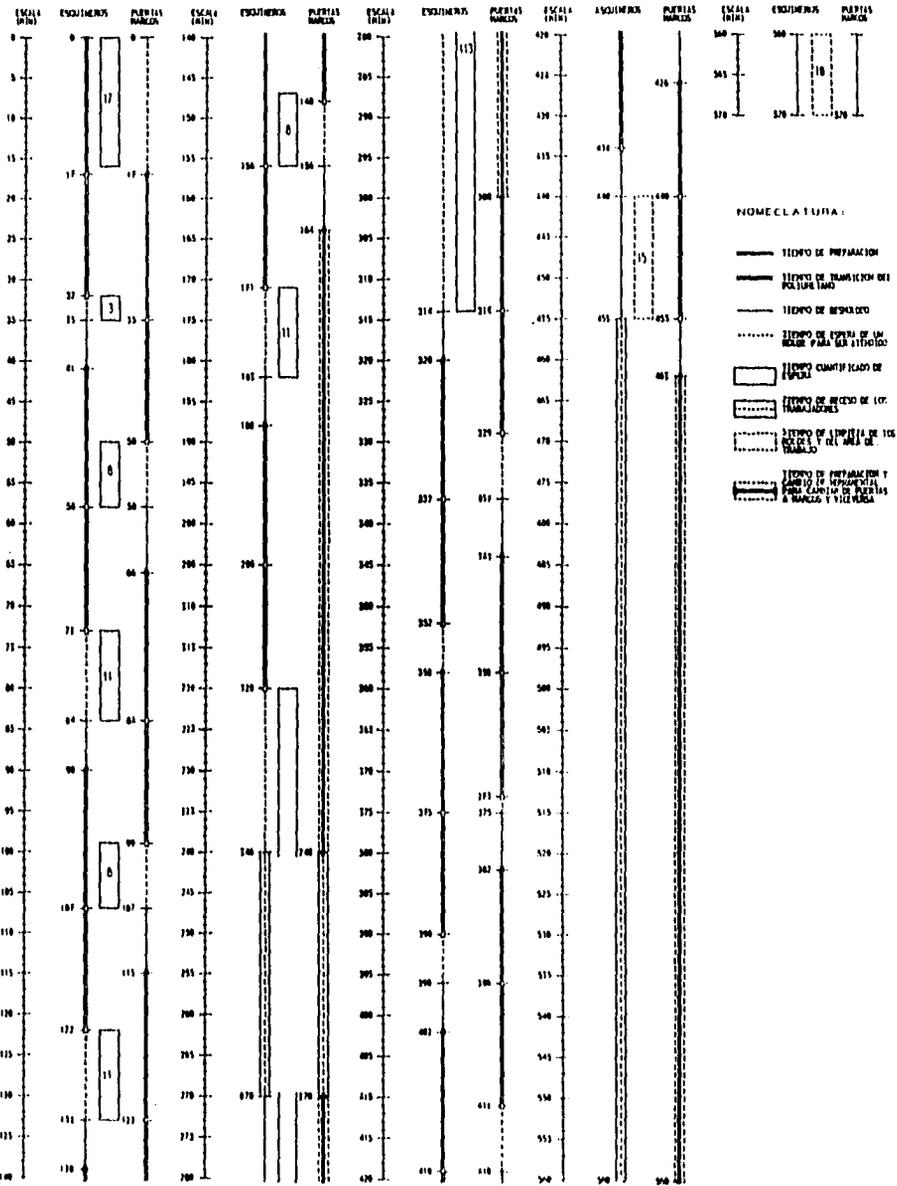
### Espumado.

Después de que las piezas han sido pintadas y homeadas, se procede a la inyección del poliuretano en el departamento de espumado, en donde se cuenta con seis moldes, atendidos por seis personas. Los moldes se utilizan casi durante toda la jornada de trabajo, tal como se observa en los diagramas hombre-máquina del departamento de espumado. (Cuadros II. M, N, Ñ) Tanto los moldes como los operarios se encuentran ocupados a lo largo del turno; sin embargo, al analizar dichos diagramas se observa que en cada ciclo de atención de cada pareja de moldes, uno de ellos se encuentra inactivo en algún momento, esperando ser atendido, aunque se encuentre ocupado. Las demoras de los moldes varían desde 4 minutos en la fabricación de muros, hasta 20 minutos en la fabricación de pisos y techos, entonces nos preguntamos ¿en donde está la explotación máxima que se supone existe en los moldes?. La respuesta a esta pregunta, es que no es posible explotar al 100% la capacidad de los moldes, debido al método que se emplea para atenderlos y al área tan limitada en que se encuentran, lo que provoca que estén muy cercanos entre sí.

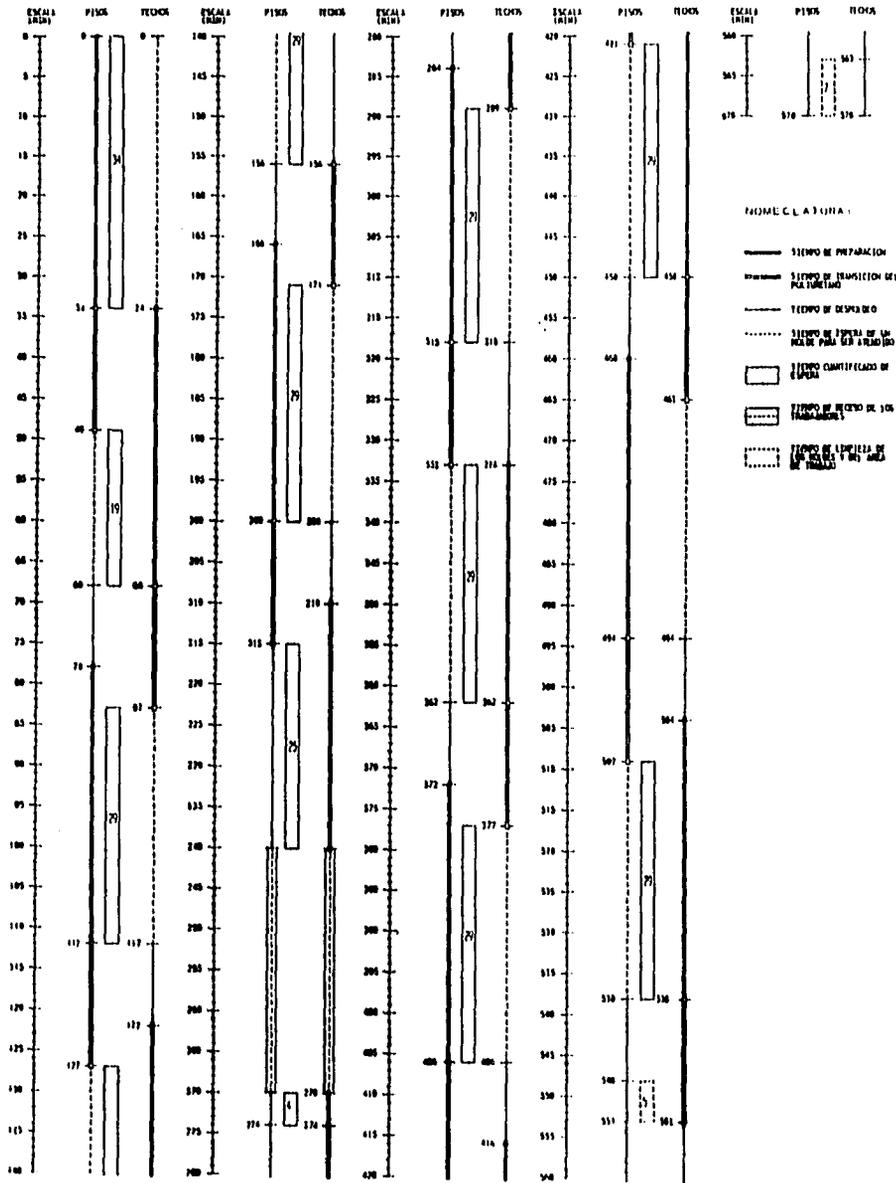
CUADRO 11.M DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA DE LA OPERACION DE ESPUMADO DE MUROS.



CUADRO 11. N DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA DE LA OPERACION DE ESPUMADO DE ESQUINEROS, PUERTAS Y MARCOS.



CUADRO 11-R DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA DE LA OPERACION DE ESPUMADO DE PISOS Y TECHOS.



El método de atención a una pareja de moldes consiste en atender al molde "A", la tapa de éste se coloca sobre el molde "B", entonces cuando se termina de atender el molde "A" se le coloca su tapa y sobre ésta la del molde "B". Se comienza a atender el molde "B" y se puede trabajar nuevamente en el molde "A", hasta que se retiran las tapas de "B" y de "A".

A continuación se muestra en la (Fig. II.31) la operación.

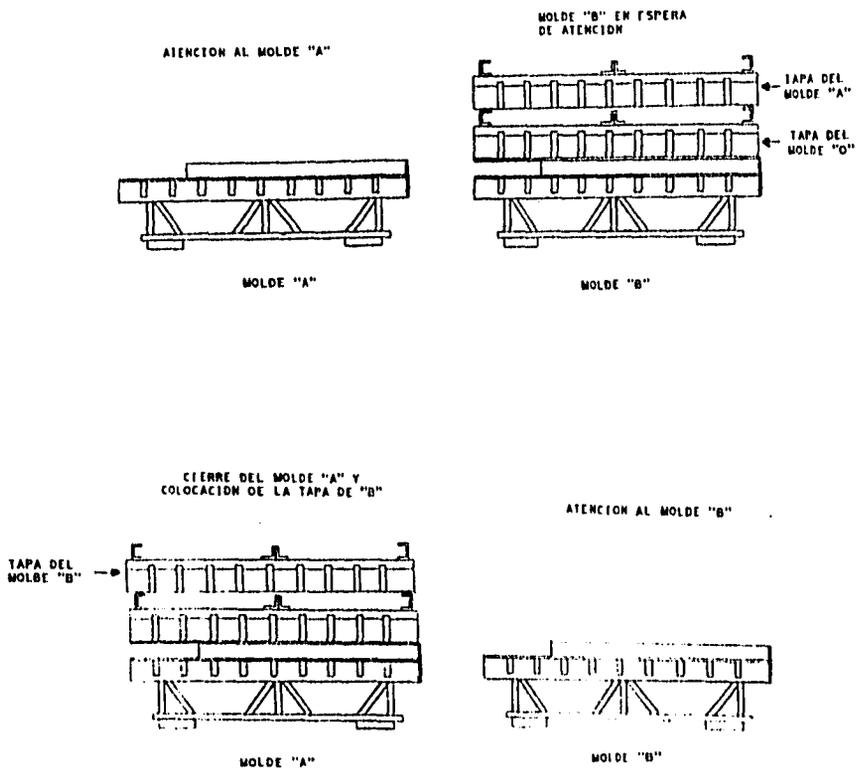


FIG. II.31 MÉTODO DE ATENCIÓN A UNA PAREJA DE MOLDES

Las limitaciones de esta etapa del proceso, son lo que determinan la máxima capacidad de producción diaria en la planta, la cual se encuentra en un máximo de 60 paneles/día, tratándose de componentes para cámaras de línea, ya que, cuando se hace necesario producir cámaras especiales, la producción desciende debido a cambios en la preparación de los moldes, a las verificaciones contra el plano y a los cambios de rieles de moldeo.

La variación de la calidad del producto, está en función de la habilidad de los operarios y del propio diseño de los moldes, los cuales son ya obsoletos. Generalmente los paneles desmoldados presentan escurrimientos de poliuretano, lo que hace necesario una limpieza posterior.

#### **Limpieza.**

La limpieza debe realizarse con precaución para no deteriorar el cuerpo del panel y tampoco estropear la pintura; sin embargo, es frecuente encontrar producto terminado que presenta grandes defectos ocasionados por falta de cuidado en esta operación y/o en el manejo y almacenamiento de los paneles.

El tiempo que se requiere para realizar esta operación en 60 paneles es de 10.93 hrs., con la fuerza laboral de 2 personas; por lo tanto, en esta etapa se emplea a 4 operarios, lo que indica que el tiempo de trabajo real de cada pareja es aproximadamente de 5.46 hrs., lo que muestra que se desperdician 14.1 horas-hombre en esta operación.

La tarea de limpieza se realiza manualmente con instrumentos muy rudimentarios.

Esta operación se ha convertido en una tarea más del proceso, que incrementa la mano de obra utilizada y por ende los costos del producto.

### Ensamble de puertas.

En esta fase del proceso se hace uso de la fuerza laboral de 4 personas, de las cuales, una realiza la preparación de los marcos, otra realiza la preparación de las puertas y las dos restantes ensambian ambos componentes.

Las tareas de este departamento son realizadas sobre mesas de trabajo comunes, con herramientas manuales; lo que ocasiona que las operaciones sean complicadas y lentas.

El tiempo determinado para realizar un ensamble completo de una puerta con su respectivo marco es de 2.7 hrs.; por lo tanto, se obtienen 3 piezas por día. Esta fase es la última del proceso de fabricación de paneles.

A continuación se presenta el Cuadro II.O que contiene los tiempos totales diarios de operación, preparación e improductivos por estaciones de trabajo.

CUADRO II.O TIEMPOS TOTALES DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO POR ESTACIONES DE TRABAJO.

OPERACION	TIEMPO DE OPERACION	TIEMPO DE PREPARACION	MANO DE OBRA DIRECTA	HORAS-HOMBRE IMPRODUCTIVAS POR TURNO DE 9 HORAS	HORAS-MAQUINA IMPRODUCTIVAS POR TURNO DE 9 HORAS
CIZALLADO	6.00 HRS.		2	6.00 HRS.	3.00 HRS.
ESCOPLADO	SEMIAUTOMATICO	2.40 HRS.	2	6.74 HRS.	6.60 HRS.
	MANUAL	3.23 HRS.			
	TOTAL	5.63 HRS.			
FORMADO	3.93 HRS.	4.91 HRS.	3	0.40 HRS.	0.16 HRS.
PREPARACION	12.75 HRS.		2	5.25 HRS.	
PINTADO	6.75 HRS.	0.66 HRS.	3	4.47 HRS.	1.59 HRS.
ESPUMADO	9.00 HRS.		6		
LIMPIEZA	10.93 HRS.		4	14.14 HRS.	
ENSAMBLE	0.10 HRS.		4	3.60 HRS.	
TOTAL			26	40.68 HRS.	11.35 HRS.

Se observa que los altos tiempos improductivos durante el día son ocasionados por el desbalanceo en las estaciones del proceso. La diferencia entre los tiempos de operación en cada etapa, no permiten tener un sistema de producción continua.

### **II.3.2.2 Manejo de materiales.**

En la recepción de materia prima a la entrada de la planta se utiliza un montacargas para apilar las tarimas contenedoras de lámina. Las estibas que se hacen con los diferentes tipos y calibres de lámina dificultan las maniobras para disponer de las hojas, puesto que no existe un orden, en una misma pila de láminas podemos encontrar los 4 diferentes tipos de hojas que se manejan durante el proceso (bonderizada, galvanizada, negra calibre 10 y negra calibre 20).

Los operarios de la cizalla, se encargan de autosuministrarse de los materiales que requieren para hacer las habilitaciones que correspondan durante el día. Transportan manualmente las hojas, desde las zonas de almacenaje de materia prima hasta la máquina de corte.

Posteriormente todos los manejos de material durante el proceso también se realizan en forma manual, excepto durante la fase de pintura donde las piezas se mueven en una cadena transportadora.

El manejo de los paneles que se hace necesario después de la operación de espumado, requiere de la intervención de dos personas.

La distancia del recorrido de materiales para fabricar paneles para muros, pisos, techos y esquineros es de 212 mts. desde el almacén de materia prima hasta las zonas de producto terminado. De los cuales, 192 mts. se recorren manualmente y 20 mts. en forma mecánica. Las piezas para elaborar puertas y marcos, recorren en promedio 236 mts., de los cuales también 20 mts. se recorren mecánicamente y 216 en forma manual.

### **II.3.2.3 Zonas de almacenaje temporal.**

Debido a las grandes diferencias que se presentan en los tiempos de operación de las diferentes fases del proceso, se ha hecho necesario disponer de áreas para almacenar las piezas después de realizarles cada operación de transformación.

Las áreas para alojar las piezas durante el proceso suman en conjunto 155.5 m<sup>2</sup>., que representan casi el 5% del total del área de la planta.

El problema de estas zonas se debe básicamente a que no se cuenta con equipo para la producción continua.

El sistema que se maneja en esta planta ha provocado mantener inventario de materiales en proceso con diferentes grados de avance. Las cantidades en proceso representan el equivalente a un turno completo de trabajo. Se ha realizado de esta manera con el propósito de no sobresaturar las áreas de almacenaje temporal; sin embargo, es común encontrar pasillos y áreas de trabajo invadidas con materiales en proceso, aumentando los riesgos de trabajo.

Después de haber evaluado las principales características del diseño del producto y del proceso de manufactura que se emplea para su elaboración; se ha determinado que no todos los componentes primos que se emplean resultan ser óptimos. Además que la maquinaria y equipo que se utiliza para la transformación de los materiales es poco confiable y obsoleto, lo que perjudica la calidad del producto, incrementa los tiempos de operación y preparación, y eleva los costos por concepto de desperdicios, consumo de materiales y combustible, tiempos improductivos, etc..

Lo anterior nos conduce a tomar medidas radicales que generen cambios que permitan la subsistencia y crecimiento de la empresa en el ámbito industrial. Los cambios que se pretenden, no buscan alcanzar incrementos de algunos puntos porcentuales en alguna o algunas fases del proceso; por el contrario, se quiere alcanzar incrementos de algunos puntos porcentuales en alguna o algunas fases del proceso; por el contrario se requiere alcanzar índices de producción que jamás se lograrían aún trabajando las 24 hrs. del día. Para lograrlo, se aplicarán los conceptos de reingeniería, los cuales buscan generar mejoras espectaculares en los procesos básicos de la planta.

A continuación se presenta el (Cuadro II.P), que muestra la producción de la planta durante un mes.

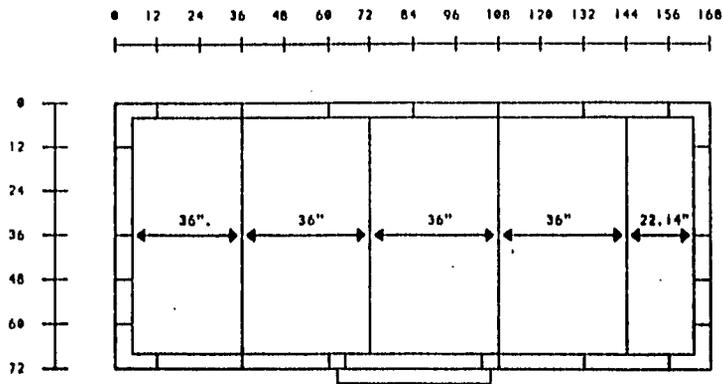
CUADRO II.P PRODUCCION DEL 1 AL 30 DE JUNIO DE 1995.

		MARCOS	ESQUINEROS	PISOS		TECHOS		MARCOS	PUERTAS	OBSERVACIONES				
DIAS HABILES		A	B	A	B	A	B	A	B	B				
0		27	27	14	14	06	06	06	06	04	04	03	03	
1		27	54	14	28	06	12	06	12	03	07	04	07	
2		27	81	13	41	06	18	06	18	04	11	03	10	
3		27	100	14	55	06	24	06	24	03	14	04	14	
4		21	129	09	64	04	28	04	28	02	16	03	17	Interrupción eléctrica 2.1 hrs.
5		27	158	14	78	06	34	06	34	04	20	03	20	
6		27	183	14	92	06	40	06	40	03	23	04	24	
7		27	210	14	106	06	46	06	46	04	27	03	27	
8		23	233	14	120	06	52	06	52	03	30	04	31	Se trabajo 1 hr. extra en los moldes de pisos y techos. (Se produjo una cámara especial moldada en el cuadro II.Q)
9		19	EST.			05	EST.	05	EST.					
		04	ESP.			01	ESP.	01	ESP.					
10		25	250	14	134	06	58	06	58	04	34	03	34	
11		27	285	14	148	06	64	06	64	03	37	04	38	
12		27	312	14	162	06	70	06	70	04	41	03	41	
13		27	339	12	174	06	76	06	76	03	44	04	45	Inasistencia de Un operario
14		19	358	12	186	05	81	06	82	04	48	03	48	Castigo al operario que faltó el día anterior (Se produjo una cámara especial moldada en el cuadro II.R)
		13	EST.			04	EST.	04	EST.					
		06	ESP.			01	ESP.	01	ESP.					
15		25	383	14	200	06	87	06	87	03	51	04	52	
16		26	409	14	214	06	93	06	93	04	55	03	55	
17		27	436	14	228	06	99	06	99	03	58	04	59	
18		27	463	13	241	06	105	06	105	04	62	03	62	
19		26	489	14	255	06	111	06	111	03	65	04	66	
20		27	516	14	269	06	117	06	117	04	69	03	69	
21		27	543	14	283	06	123	06	123	03	72	04	73	
22		24	567	14	297	06	129	06	129	04	76	03	76	

A = Producción de un día.

B = Producción acumulada.

**CUADRO II.Q CAMARA ESPECIAL DE 1.08 m. x 4.22 m. x 2.39 m.**  
 Producida el día 17 de Junio del 1995.

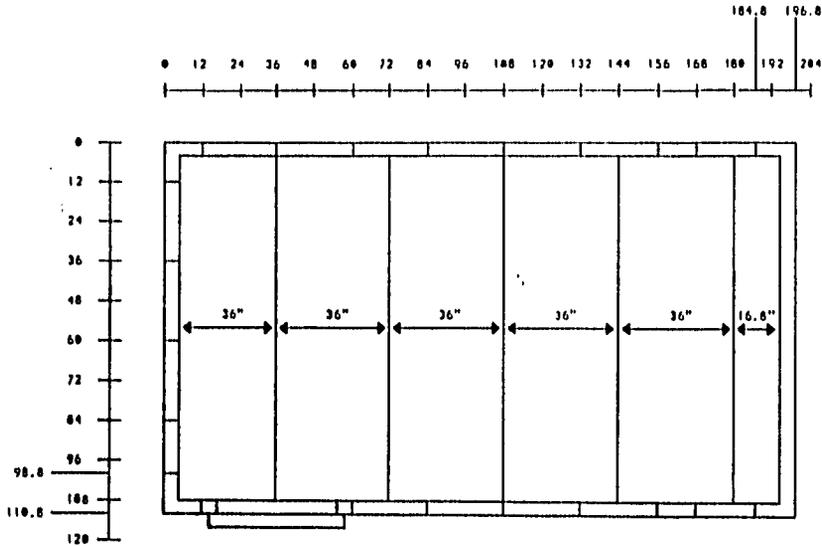


ESCALAS EN PULGADAS.

**PANELES REQUERIDOS.**

TIPO DE PANEL	DIMENCION	CANTIDAD
MUROS	24.0" X 85.0"	08
	12.0" X 85.0"	02
	23.0" X 85.0"	04
	14.0" X 85.0"	02
ESQUINEROS	12.0" X 85.0"	04
PISOS	36.0" X 74.0"	04
	16.0" X 74.0"	01
TECHOS	36.0" X 74.0"	04
	16.0" X 74.0"	01
MARCOS	48.0" X 85.0"	01
PUERTAS	38.4" X 81.0"	01

CUADRO 11.A CAMARA ESPECIAL DE 2.814 m. x 5.00 m. x 2.39 m.  
 Producida el día 10 de Junio de 1993.



ESCALAS EN PULGADAS.

PANELES REQUERIDOS.

TIPO DE PANEL	DIMENSION	CANTIDAD
MUROS	24.0" X 85.0"	16
	12.0" X 85.0"	02
	16.8" X 85.0"	02
	14.0" X 85.0"	02
ESQUINEROS	12.0" X 85.0"	04
PISOS	36.0" X 110.8"	05
	16.8" X 110.8"	01
TECHOS	36.0" X 110.8"	05
	16.8" X 110.8"	01
MARCOS	40.0" X 85.0"	01
PUERTAS	38.4" X 81.0"	01

El Cuadro II.S, presenta los tiempos de operación de las diferentes etapas del proceso.

CUADRO II.S TIEMPOS DE OPERACION DE LAS ETAPAS DEL PROCESO PARA PRODUCIR 60 PANELES/DIA.

COMPONENTE	CANTIDAD POR PANEL	NUMERO DE PANELES/DIA	CIZALLADO		ESCOPLADO BERLANTOMICO		ESCOPLADO MANUAL		FORMADO		PREPARACION		PINTURA	
			TIEMPO DE OPERACION	TIEMPO TOTAL	TIEMPO DE OPERACION	TIEMPO TOTAL	TIEMPO DE OPERACION	TIEMPO TOTAL	TIEMPO DE OPERACION	TIEMPO TOTAL	TIEMPO DE OPERACION	TIEMPO TOTAL	TIEMPO DE OPERACION	TIEMPO TOTAL
MURCS		27												
PARED INTERIOR	1		1.1	29.7	1.0	27			0.65	17.55	0.9	175.0	2.0	75.0
PARED EXTERIOR	1		1.1	29.7	1.0	27			0.65	17.55	0.9	175.0	2.0	75.0
TOTAL				59.4		54				35.10		350.0		150.0
ESQUELERA		14												
PARED INTERIOR	1		1.1	15.4	1.0	14	1.64	22.96	1.00	22.4	0.9	63.0	2.0	28.0
PARED EXTERIOR	1		1.1	15.4	1.0	14	1.64	22.96	1.00	22.4	0.9	63.0	2.0	28.0
TOTAL				30.8		28		45.92		44.8		126.0		56.0
BARRIOS		04												
-PUNTES-														
PARED INTERIOR	2		1.1	0.8			0.8	40.0	0.65	0.3	0.3	17.0	2.0	32.4
PARED EXTERIOR	2		1.1	0.8			0.8	40.0	0.65	0.3	0.3	17.0	2.0	32.4
-MUEBLAS-														
PARED INTERIOR	1		1.1	4.4	1.0	4			0.65	2.0	1.0	0.0	1.0	0.0
PARED EXTERIOR	1		1.1	4.4	1.0	4			0.65	2.0	1.0	0.0	1.0	0.0
TOTAL				8.8		8		80.0		4.0		0.0		0.0
PUERTAS		06												
PARED INTERIOR	1		1.1	2.3			0.7	20.1	1.00	4.2	0.0	24.0	2.0	7.0
PARED EXTERIOR	1		1.1	2.3			0.7	20.1	2.00	7.0	0.0	24.0	2.0	7.0
TOTAL				4.6				40.2		11.2		48.0		14.0
PIZOS		08												
PARED INTERIOR	1		1.1	0.6	1.0	8			0.60	0.4				
PARED EXTERIOR	1		1.1	0.6	1.0	8			0.65	0.6				
TAPA LATERAL	1		1.1	0.8	1.0	8			0.60	3.0	2.0	11.0	2.0	11.0
TAPA TRANSVERSAL	2		1.1	13.2	1.0	12			0.60	7.2	1.1	11.7	1.0	10.0
TOTAL				23.0		36			20.1		20.7			34.0
TEJOS		08												
PARED INTERIOR	1		1.1	0.0	1.0	8			0.60	0.4	0.0	17.0	2.0	10.0
PARED EXTERIOR	1		1.1	0.0	1.0	8			0.65	3.0	0.0	17.0	2.0	10.0
TAPA LATERAL	1		1.1	0.0	1.0	8			0.60	3.0	2.0	11.0	2.0	10.0
TAPA TRANSVERSAL	2		1.1	13.3	1.0	12			0.60	7.3	1.1	11.7	1.0	10.0
TOTAL				23.0		36			20.1		10.0			34.0
REPARACION														
PARA PUERTAS	0	02	1.1	10.0					0.30	0.4				
PARA BARRIOS	0	04	1.1	20.4					0.30	7.1				
TOTAL				30.4						7.5				12.0
MURCS OBTENDIDOS														
MURCS	0 (3)	27	0.10	81.00					0.10	32.4				
ESQUELERA*	0 (3)	14	0.10	26.00					0.10	18.0				
BARRIOS	0 (3)	04	0.10	7.00					0.10	4.0				
PUERTAS														
PIZOS	10 (3)	06	0.10	18.0					0.10	18.0				
TEJOS	10 (3)	06	0.10	18.0					0.10	18.0				
TOTAL				124.0										
T O T A L				300.0		150			192.11		230.00		765.0	495.2

CUADRO 11.5 Continuation.

COMPONENTE	CANTIDAD POR PARED	NUMERO DE PAREDES/PD	HEBRADO		LIMPIEZA		SOLDADURA		ENSAMBLE	
			TIEMPO TOTAL	TIEMPO TOTAL	TIEMPO DE OPERACION	TIEMPO TOTAL	TIEMPO DE OPERACION	TIEMPO TOTAL	TIEMPO DE OPERACION	TIEMPO TOTAL
MARCOS		27		554	18	278				
PARED INTERIOR	1		75.0							
PARED EXTERIOR	1		75.0							
TOTAL			151.2							
ESQUINEROS		14		400	18	100				
PARED INTERIOR	1		39.2							
PARED EXTERIOR	1		39.2							
TOTAL			78.4							
MARCOS		64		182	18	72			182	400
-POSTES-										
PARED EXTERIOR	2		18.64							
PARED EXTERIOR	2		18.64							
-TRAVESAÑO-										
PARED INTERIOR	1		0.0							
PARED EXTERIOR	1		0.0							
TOTAL			37.28							
PUERTAS		03		184	18	36			182	400
PARED INTERIOR	1		7.0							
PARED EXTERIOR	1		7.0							
TOTAL			14.0							
PISOS		06		640	12	72				
PARED INTERIOR	1									
PARED EXTERIOR	1									
TAPA LATERAL	1		16.70							
TAPA TRANSVERSAL	2		0.0							
TOTAL			34.00							
TECHOS		06		643	12	72				
PARED INTERIOR	1		16.70							
PARED EXTERIOR	1		16.70							
TAPA LATERAL	1		16.70							
TAPA TRANSVERSAL	2		0.0							
TOTAL			50.10							
REFUERZOS										
PARA PUERTAS	0	03								
PARA MARCOS	0	04								
TOTAL										
REBARRO EN CLAVES										
MARCOS	0 121	27					1.0		270.0	
ESQUINEROS	0 121	14					4.4		117.6	
MARCOS	0 121	04					1.4		33.6	
PUERTAS										
PISOS	10 121	06					1.0		84.0	
TECHOS	10 121	06					1.4		84.0	
TOTAL									540.0	
TOTAL			475.70			636			540.0	400

## **CAPITULO III. APLICACION DE REINGENIERIA EN LA PLANTA.**

### **III.1 CAMBIOS EN EL PRODUCTO.**

Quando se requiere generar un cambio en el producto para mejorar su calidad y funcionalidad, la mejor opción es rediseñarlo, para ello se hace uso de la Ingeniería de los valores.

La Ingeniería de los valores se define como el procedimiento que se sigue cuando se diseñan nuevos productos y cuando se mejoran los diseños de los productos ya existentes. En cualquiera de los dos casos, se utiliza el siguiente procedimiento de cuatro fases.

- I.- Fase de orientación e información.
- II.- Fase creativa.
- III.- Fase analítica.
- IV.- Fase de la propuesta.

Una vez rediseñados y tecnificados los productos, generalmente son más simples y necesitan menos partes manufacturadas. El efecto de esto reduce los costos de manufactura y mejora la confiabilidad del producto.

Se entiende por confiabilidad, el grado de seguridad y comodidad durante el uso del producto, a través de un diseño adecuado, asegurando que el mantenimiento rutinario sea simple y relativamente económico.

La mejor manera de proyectar confiabilidad es obtener la simplicidad de los productos y procesos. Los conceptos de estructura del producto deben dirigirse a obtener todas las funciones necesarias que debe cumplir ante el consumidor, con el número mínimo de partes y con la variedad mínima de procesos. Esto facilita el logro de la confiabilidad, así como también las metas de rendimiento y costos.

En el capítulo anterior se describió el producto actual y sus inconvenientes, a continuación se presenta el procedimiento de la Ingeniería de los valores que se seguirá para rediseñar los paneles térmicos.

### **III.1.1 Rediseño del producto**

**1.- Fase de orientación e información.-** definir los límites reales de la tarea de diseño y obtener los requerimientos del cliente y las características principales del diseño.

El nuevo diseño de paneles térmicos no permitirá cambios en el principio de conservación de temperatura, puesto que aún no existen en el mercado productos comerciales que sugieran la sustitución del poliuretano. Además, se respetará también el uso de dos paredes metálicas, ya que, éstas en conjunto con el poliuretano proporcionan la rigidez necesaria para el armado de cámaras frigoríficas.

En esta etapa se consideró la necesidad de crear un producto con mejores características que las actuales, que cumpla mejor con las cada vez mayores exigencias del consumidor, y del constante crecimiento de la fuerza de competencia.

Los consumidores requieren de un producto fuerte, rígido, duradero, con gran eficiencia en la conservación y control de temperatura, también están demandando materiales que no se corroan con la humedad a bajas temperaturas.

En la actualidad es bien sabido que no todos los consumidores son iguales; por lo tanto, cada uno tiene sus propios gustos y necesidades. Algunos requieren cámaras con paneles de aluminio y algunos otros demandan mayor seguridad para el personal que hace uso de las cámaras, ya que, es común tener accidentes de trabajo dentro de ellas, debido a que los pisos son lisos y con la humedad disminuye en gran medida el coeficiente de fricción entre el calzado y la lámina.

Se pretende también fabricar paneles para pisos y techos de hasta 23' de longitud, con el propósito de disminuir el número de componentes en cámaras especiales.

Basicamente el nuevo diseño del producto pretende conservar o aumentar si es posible la eficiencia térmica de los paneles, eliminar algunas de sus partes y proporcionarle al consumidor una gama más amplia de posibilidades, de tal manera que no se limite el producto a las tradicionales materias primas utilizadas en su proceso de manufactura.

Para realizar el diseño del producto se especifica los siguientes factores:

- 1.- Compra de materia prima.
- 2.- Compra y mantenimiento de los equipos.
- 3.- Métodos de producción y operación.

Nota: Estos factores se analizarán en otra sección del proyecto.

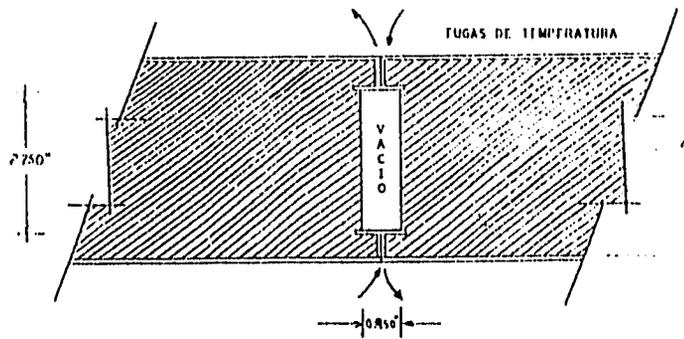
Estos factores bien aplicados constituyen las bases para obtener un producto que mantenga una calidad uniforme y satisfaga las expectativas del cliente.

Las limitaciones de la capacidad del proceso pueden impedir el logro de los objetivos del diseño del producto; sin embargo, la reingeniería obliga a pensar en la adquisición de avanzadas tecnologías para alcanzar las metas planeadas.

II.- Fase creativa.- producir ideas de la forma cómo se pueden satisfacer cada una de las características principales del diseño.

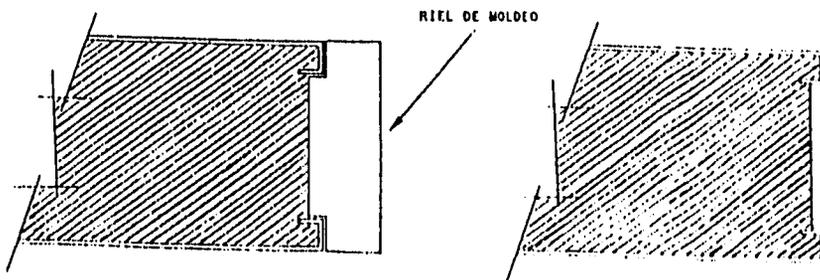
Durante esta fase se presentarán las posibles alternativas para la obtención de un mejor producto. Bajo los principios señalados en la fase I de simplificación del producto y considerando las limitaciones del diseño actual, el cual requiere de empaques de madera para ensamblar un panel con otro (Fig. II.6 cap. II), el nuevo diseño pretende eliminar este empaque, de tal manera, que se logre un ensamble perfecto entre paneles sin el complemento de madera.

Debido a las características actuales del diseño, se hace necesario la inserción de calzas de madera para evitar fugas de temperatura a través del espacio vacío generado al ensamblar los paneles, dicho espacio es del 68.72% del espesor total del producto. La Fig. III.1 muestra el ensamble sin las calzas de madera.



III.1 ENSAMBLE DE PANELES SIN LA CALZA DE MADERA

La canal en forma de "U" generada en los laterales y transversales de los paneles se obtiene con los rieles de moldeo que se describieron en el capítulo II. La Fig.III.2 ilustra el efecto de la operación.



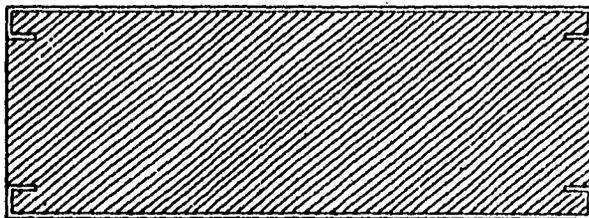
III.2 CANAL EN FORMA DE "U" CUADRADA EN LOS PANELES

A continuación se presentan tres alternativas de diseño para eliminar las calzas de madera.

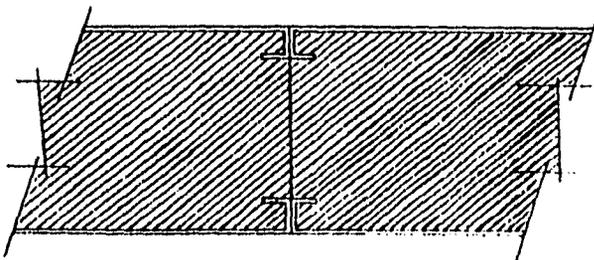
**1ª Alternativa.**

Puesto que el riel genera la canal en forma de "U" en el poliuretano, se propone un rediseño de los rieles de tal manera que ahora sean totalmente planos.

Lo que se lograría con este cambio es obtener paneles que no presenten la canal en forma de "U" y así eliminar la utilización de las calzas de madera. En la Fig. III.3 se presentan paneles con cantos planos, con el propósito de lograr un ensamble más sencillo en el armado de las cámaras (Fig. III.4).



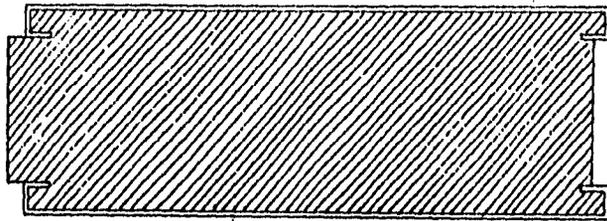
III.3 PANEL CON CANTOS PLANOS



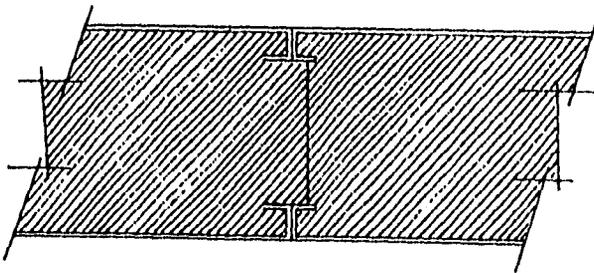
III.4 ENSAMBLE DE PANELES CON CANTOS PLANOS

2ª Alternativa.

Considerando que los paneles cuentan actualmente con canales en forma de "U" cuadrada en donde se introducen las calzas de madera la idea del nuevo diseño es mantener en uno de los lados de panel, la canal que presenta y eliminar la del lado opuesto, sustituyéndola por una saliente del poliuretano (Fig. III.5) de tal forma que ensamble perfectamente en la canal que se conserve. (Fig. III.6).

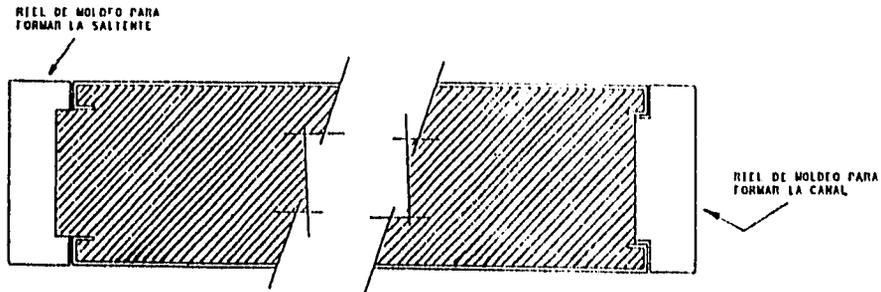


III.5 PANEL CON UNA CANAL Y UNA SALIENTE DE POLIURETANO



III.6 ENSAMBLE DE PANELES MEDIANTE UNA CANAL Y UNA SALIENTE DE POLIURETANO

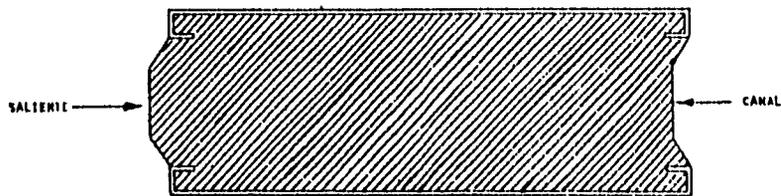
Los rieles de moldeo necesarios para obtener este tipo de paneles es como se muestra en la Figura III.7.



III.7 FORMADO DE LA CANAL Y LA SALTENTE DE POLIURETANO

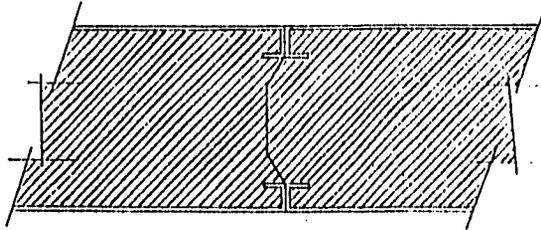
3ª Alternativa.

Para esta alternativa se considera un ensamble de paneles con un principio similar al de la alternativa anterior, en cuanto a tener en un lado del panel una canal y en el otro lado una saliente; empero, en este caso tendrían una geometría diferente, tal como se muestra en la Fig. III.8.



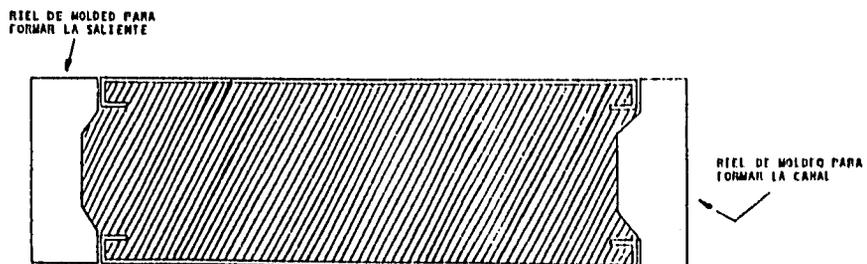
III.8 PANEL CON UNA CANAL Y UNA SALTENTE ACHATLADAS

El ensamble de un panel con otro sería como se muestra en la Fig. III.9.



III.9 ENSAMBLE DE PANELES MEDIANTE UNA CANAL Y UNA SALIENTE ACHAFLANADAS

El tipo de riel necesario para obtener paneles con esta forma es como se muestra en la Fig. III.10.



III.10 FORMADO DE LA CANAL Y LA SALIENTE DE POLIURETANO ACHAFLANADAS

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**III.- Fase analítica.-** evaluar las ideas propuestas, a fin de seleccionar la mejor; que satisfaga plenamente las funciones del producto.

En esta fase de la Ingeniería de los valores, corresponde determinar las posibilidades reales de las tres alternativas de mejora del producto que fueron presentadas en la fase II.

#### **Evaluación de la primera alternativa.**

La propuesta que se sugiere aquí es obtener paneles con cantos totalmente planos, que faciliten el ensamble en campo y a la vez eliminen la utilización de los empaques de madera.

Este diseño requiere de rieles de moldeo planos, con lo que se dificultaría la preparación de los moldes de inyección, ya que, las paredes exteriores de los paneles solo estarían sostenidas por los cubos de unicel que se utilizan.

Al analizar esta propuesta de diseño de paneles con cantos planos, se encuentra que existiría disminución de la eficiencia térmica que actualmente se logra en las cámaras, debido a que dentro de ellas se generan vapores que tienden a escapar por las juntas de los ensambles de los paneles; ya que, el metal es un buen conductor de la temperatura. Con este diseño la superficie de poliuretano en los cantos de los paneles ensamblados quedaría paralela entre sí, evitando que se forme la barrera de vapor que se requiere para conservar las bajas temperaturas; por lo tanto, esta alternativa no es funcional.

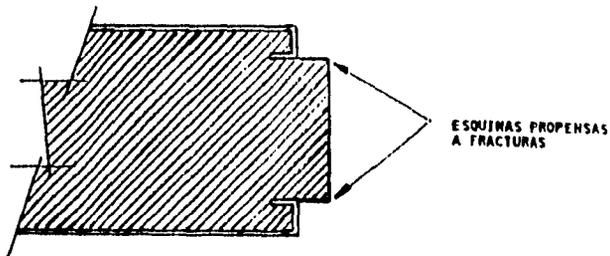
### Evaluación de la segunda alternativa.

La idea de esta alternativa, es conservar en uno de los lados del panel una canal y sustituir la del lado opuesto por una saliente de poliuretano que reemplazaría al actual empaque de madera. Este diseño permitirá conservar plenamente las bajas temperaturas que se generan en el interior de las cámaras frigoríficas.

La saliente que se pretende en este diseño es de forma tal, que ensamble de manera justa en la canal de 0.375", por lo tanto, dicha saliente tendría una dimensión bastante aproximada a esta, para lograr un buen ensamble.

La conservación de temperaturas bajas sería mejor que la actual, puesto que los paneles ya no requerirían del complemento de madera.

La geometría de la saliente en este caso, presenta dos esquinas (Fig. III.11) con ángulos de 90°, lo que seguramente facilitaría fracturas del poliuretano en el manejo de los paneles e incluso desde el propio desmoldeo. Lo anterior pone en riesgo la calidad del producto; por lo tanto, esta alternativa tampoco resulta confiable.



III.11 SALIENTE CON ESQUINAS A 90°

#### **Evaluación de la tercera alternativa.**

En este caso el nuevo diseño presenta en los paneles una canal y una saliente de poliuretano con cierto chafán, de tal forma, que al realizar la unión entre paneles se obtengan ensambles perfectos.

Al lograr el ensamble deseado entre los paneles con este diseño, se logrará conservar de manera eficiente las bajas temperaturas en el interior de las cámaras; por lo tanto, se cumple con los requerimientos del consumidor y se logrará el objetivo de eliminar las calzas de madera que se han utilizado hasta ahora en el armado en campo.

La forma de la canal y la saliente con chafán permiten manejos más confiables de los paneles, puesto que resulta más difícil de que sufra fracturas el poliuretano.

Como ya se ha mencionado, al utilizar empaques de madera, también se hace necesario sellar los uniones de los paneles con un silicón. Con el diseño propuesto en esta alternativa se eliminará también el uso de dicho silicón, obteniéndose cámaras con aspectos más limpios y que sean de fácil desarmado cuando así se requiera.

El sistema que aquí se propone, mejorará también la resistencia estructural de las cámaras.

El diseño del producto que se propone en esta alternativa se presenta con mejores posibilidades de eficiencia y mejoramiento de la calidad, obteniéndose un producto con menos componentes, a un costo más bajo.

Al lograr un producto con estas características se aumenta sustancialmente su confiabilidad y se reduce el tiempo de ensamble de los paneles en campo. Por otra parte al eliminar los complementos de madera, se reducen los costos y se evita el consumo de un recurso natural.

Al analizar y evaluar las alternativas del nuevo diseño se ha determinado que ésta es la mejor; por lo tanto, se procederá con la siguiente fase de la Ingeniería de los valores, ya que, se justifica la idea de mejorar la calidad del producto para satisfacer las necesidades del consumidor.

IV.- Fase de la propuesta.- formular la propuesta final, con el propósito de ejecutarla posteriormente.

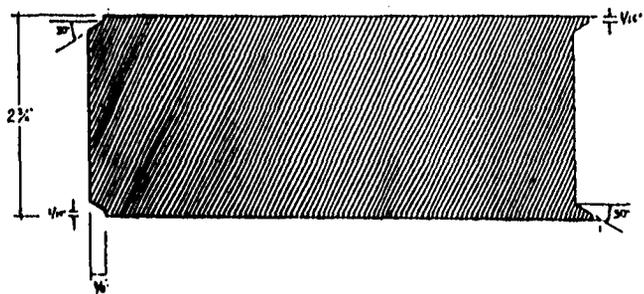
Una vez seleccionada la mejor alternativa para el nuevo diseño del producto, se procederá a la formulación de un plan de acción para la ejecución de la propuesta.

La implantación del nuevo diseño requiere del establecimiento de los pasos que se han de seguir para lograr los objetivos que se pretenden. A continuación se mencionan los puntos que se tratarán en esta fase:

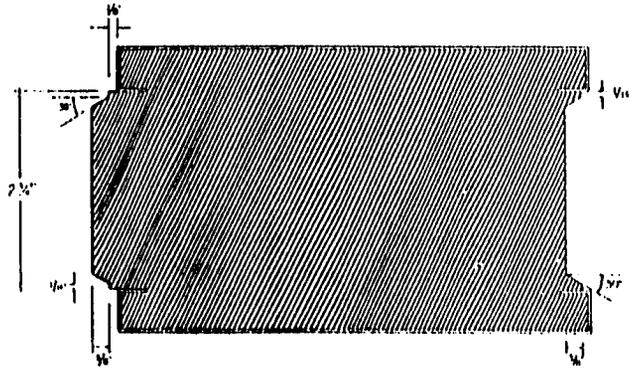
- Diseño detallado del producto.
- Diseño de los rieles de molde.

#### Diseño detallado del producto.

En este punto se especificarán la forma y dimensiones de la canal y la saliente de los paneles para lograr un ensamble perfecto (Figs. III.12a y b)

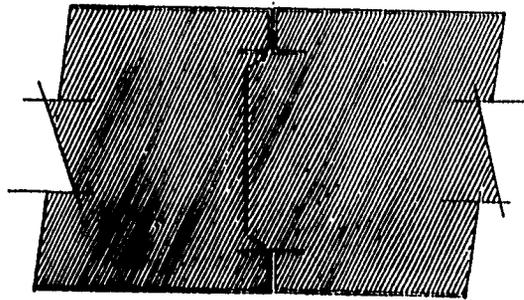


III.12a DIMENSIONES DE LA CANAL Y LA SALIENTE  
ACHAPLANADAS



III.12b PANEL TERMICO CON EL NUEVO DISEÑO

Se ha determinado un ensamble según la Fig. III.13, de tal manera, que al unir un panel contra otro, los vapores que se generan dentro de las cámaras no puedan escapar a través de las juntas, conservando de manera eficiente diferencias de temperaturas.

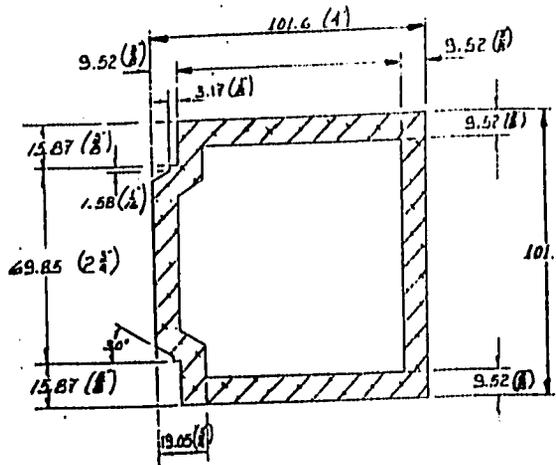


III.13 ENSAMBLE ENTRE PANELES MEDIANTE LA CANAL Y LA SALIENTE ACHATFLANADAS

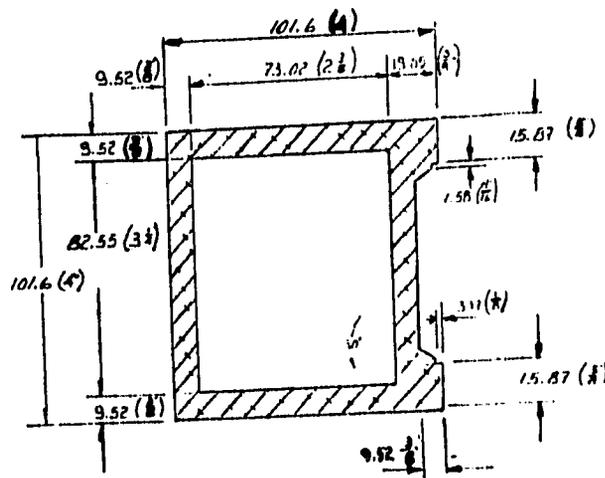
Diseño de los rieles de moldeo.

Para lograr la canal y el saliente que se ha propuesto para el nuevo diseño del producto, se hace necesario contar con rieles de moldeo acordes a la geometría deseada en el poliuretano.

A continuación se presenta la forma y dimensiones de los rieles. (Figs. III.14 y 15).

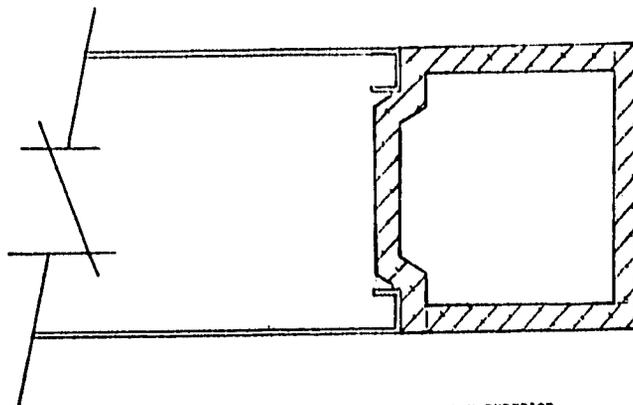


III.14 DISEÑO DEL RIEL DE MOLDEO "MACHO", PARA LA FORMACION DE LA CANAL EN LOS PANELES



III.15 DISEÑO DEL RIEL DE MOLDEO "HEMIRA" PARA LA FORMACION DE LA SALIENTE EN LOS PANELES

El escalón que se presenta en el riel de moldeo que generará la canal, tendrá una doble función; la primera es evitar que el poliuretano tenga el vértice del ángulo de  $30^\circ$ , y la segunda, para lograr una mejor adaptación de las paredes metálicas en los rieles (Fig. III.16).



III.16 AJUSTE DE LAS PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR EN EL RIEL DE MOLDEO "MACHO"

El riel que formará la saliente es de geometría semejante a la anterior, pero por supuesto en posición Inversa, para lograr que el poliuretano sea moldeado en forma correcta para ensamblar perfectamente en la canal de otro panel.

La manufactura de los rieles para cada tipo de panel, estará a cargo de cada uno de los fabricantes de los moldes que se adquirirán. (estos moldes se describirán posteriormente).

El material será de aluminio extruido, de tal manera que serán ligeros y de fácil maniobrabilidad para los operarios de los moldes.

### III.1.2 Cambio de materiales.

Con el propósito de dar solución a los problemas de los altos costos generados en la planta por concepto de la gran cantidad de desperdicio de lámina bonderizada en hojas y del consumo de combustible que se utiliza para la calefacción del horno de secado, se ha establecido la necesidad de repensar el diseño del producto y establecer cambios en el proceso que permitan alcanzar altos niveles de productividad, a la vez que se mejora la calidad y se reducen los tiempos de respuesta al mercado.

#### Primera alternativa de solución.

Ya se ha establecido que existen grandes cantidades de desperdicio de lámina diariamente, por tal motivo, se ha considerado cambiar la forma de surtir dicho material, de tal manera, que ahora se compraría lámina bonderizada en rollos.

La lámina bonderizada en hojas de 48" x 151" que actualmente se utilizan, son de dimensiones mayores que cualquier desarrollo de los paneles, por esta razón, es que se genera cierta cantidad de lámina en cada hoja que ya no es posible aprovechar.

A continuación se presenta la habilitación de dos hojas que muestran la cantidad y tipo de desarrollos que se obtienen de ellas (Figs III.17 y 18).

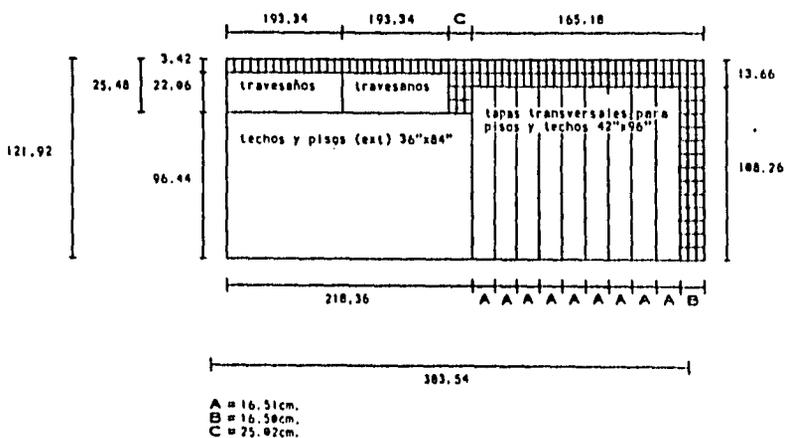


FIG. III.17 HABILITACION DE UNA HOJA DE LAMINA BONDERIZADA DE 48" X 151".

El área total de la hoja es:  $1.2192 \text{ m} \times 3.8354 \text{ m} = 4.6760 \text{ m}^2$

El área desperdiciada es:  $0.0342 \text{ m} \times 2.1836 \text{ m} = 0.0746 \text{ m}^2$

+  $0.2502 \text{ m} \times 0.2208 \text{ m} = 0.0551 \text{ m}^2$

+  $0.1366 \text{ m} \times 1.6518 \text{ m} = 0.2256 \text{ m}^2$

+  $0.1650 \text{ m} \times 1.0826 \text{ m} = 0.0826 \text{ m}^2$

0.5339 m<sup>2</sup>

0.5339 m<sup>2</sup> es el 11.41 % del total de la hoja.

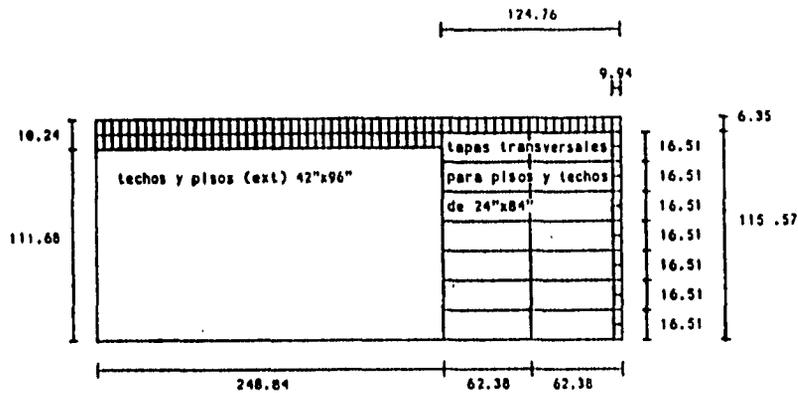


FIG. III.18 HABILITACION DE UNA HOJA DE LAMINA BONDERIZADA DE 48" X 151".

El área total de la hoja es:  $1.2192 \text{ m} \times 3.8354 \text{ m} = 4.676 \text{ m}^2$

El área desperdiciada es:  $0.1024 \text{ m} \times 2.4884 \text{ m} = 0.2548 \text{ m}^2$

+  $0.0635 \text{ m} \times 1.2476 \text{ m} = 0.0792 \text{ m}^2$

+  $0.0994 \text{ m} \times 1.1557 \text{ m} = 0.1148 \text{ m}^2$

0.4486 m<sup>2</sup>

0.4488 m2 representan 9.56% del total de la hoja. De manera similar se habilitan cada uno de los desarrollos necesarios para los diferentes tipos de paneles. Entonces, se observa en las figuras anteriores, que si las hojas se surtieran al largo deseado para cada tipo de pieza, se obtendrían cantidades menores de desperdicio; sin embargo, lo anterior significaría manejar 13 diferentes largos de hojas, además de otra medida más grande para paneles especiales, con lo anterior solo se eliminaría el sobrante generado en el largo de la hojas, mientras que en el ancho estándar que se maneja de 48" también se generan cantidades importantes de desperdicio; por tal motivo se ha pensado en el manejo de lámina en rollos.

Los rollos se comercializan comúnmente en medidas transversales estándar de 3' y 4'; sin embargo, el objetivo es optimizar el consumo de lámina, por lo tanto, es necesario calcular una medida acorde a las necesidades, de tal manera, que el desperdicio sea mínimo. En la habilitación transversal se tienen diferentes medidas, y lo mismo sucede en la habilitación longitudinal, de tal manera que se calculará el ancho más conveniente para la utilización de rollos.

A continuación se presentan los desarrollos de las diferentes piezas para las paredes de paneles estándar, así como la propuesta de las habilitaciones longitudinales (Cuadro III.A).

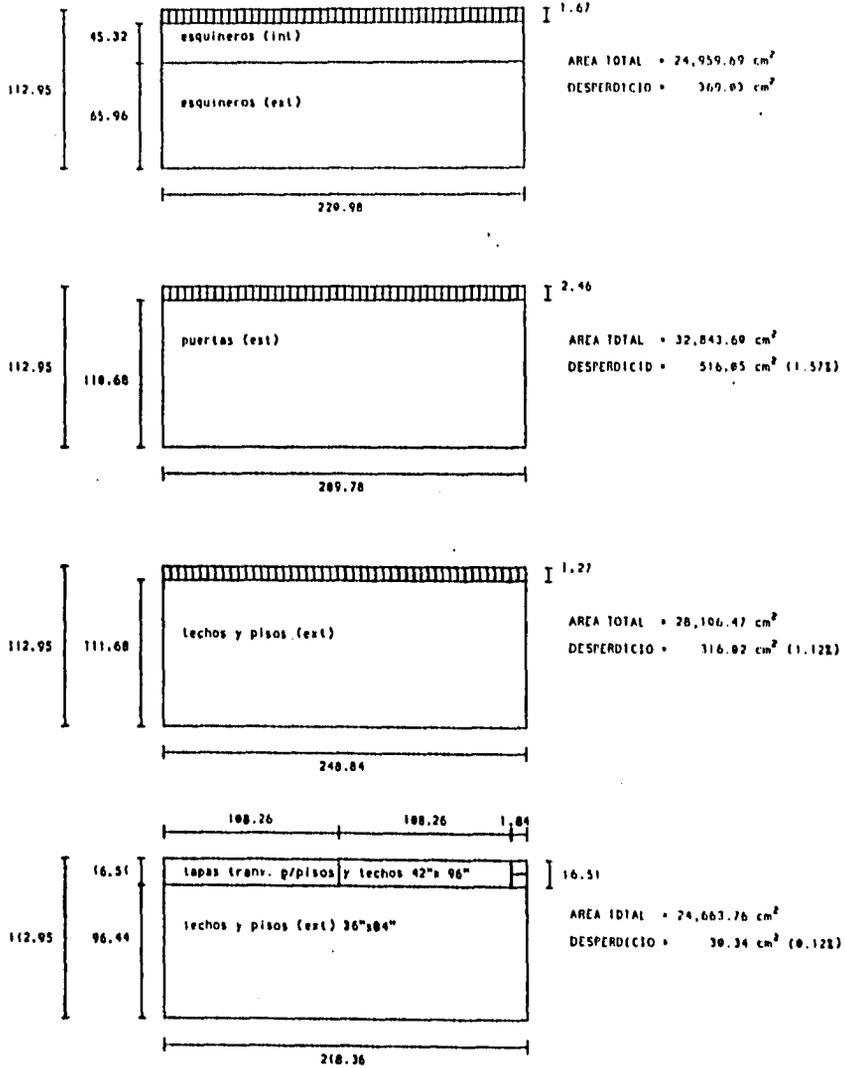
CUADRO III.A DESARROLLO DE LAS PIEZAS PARA PANELES DE CAMARAS DE LINEA (en cm.)

DESCRIPCION	No. DE PANELES	PAREO INTERIOR			PARED EXTERIOR			TAPAS LATENALES			TAPAS TRANSVERSALES		
		CANTIDAD	LARGO	ANCHO	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	CANTIDAD	LARGO	ANCHO
Muros 24"x85"	20	20	220.9	65.72	20	220.9	65.72						
Muros 12"x85"	07	07	220.9	35.24	07	220.9	35.24						
Esquineros 12"x85"	14	14	220.9	45.32	14	220.9	65.96						
Puertas 38 7/16"x81"	03	03	209.7	101.6	03	209.7	110.4						
M a r c o	Postes 48"x85"	08	08	220.9	20.00	08	220.9	20.00					
	Travesaños 6 5/8"x36 3/8"	04	04	97.79	22.06	04	97.79	22.06					
Techos 38"x84"	03	03	199.8	87.31	03	210.3	96.44	03	213.2	16.51	06	92.86	16.51
Techos 34"x84"	01	01	199.8	56.03	01	210.3	65.96	01	213.2	16.51	07	65.38	16.51
Techos 42"x96"	02	02	230.3	102.5	02	248.8	111.6	02	243.7	16.51	04	108.6	16.51
Pisos 36"x84"	03				03	218.3	96.44	03	213.2	16.51	06	92.86	16.51
Pisos 24"x84"	01				01	210.3	65.96	01	213.2	16.51	07	65.38	16.51
Pisos 42"x96"	02				02	248.8	111.6	02	243.7	16.51	04	108.6	16.51

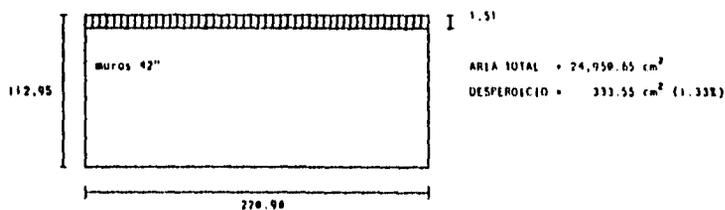
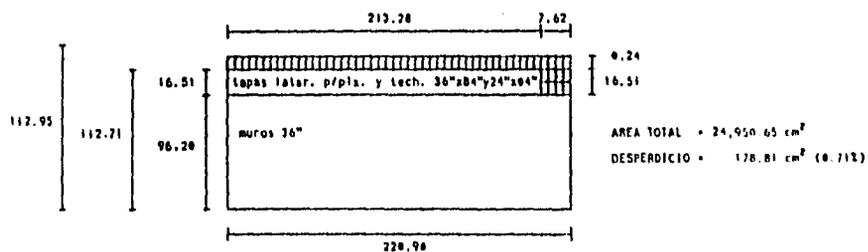
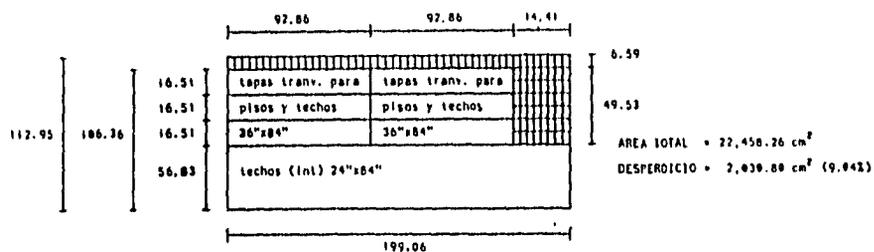
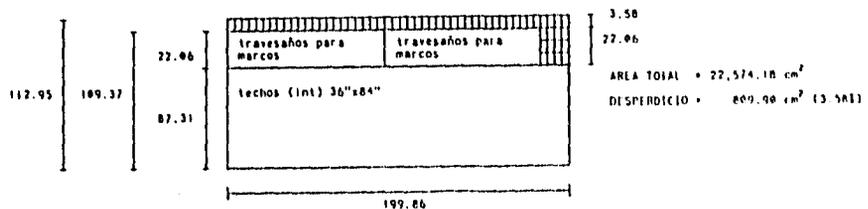
NOTA: Las unidades no indicadas en el cuadro están en cm.

Los Cuadros III.B y C muestran la propuesta de habilitaciones longitudinales al emplear lámina en rollos.

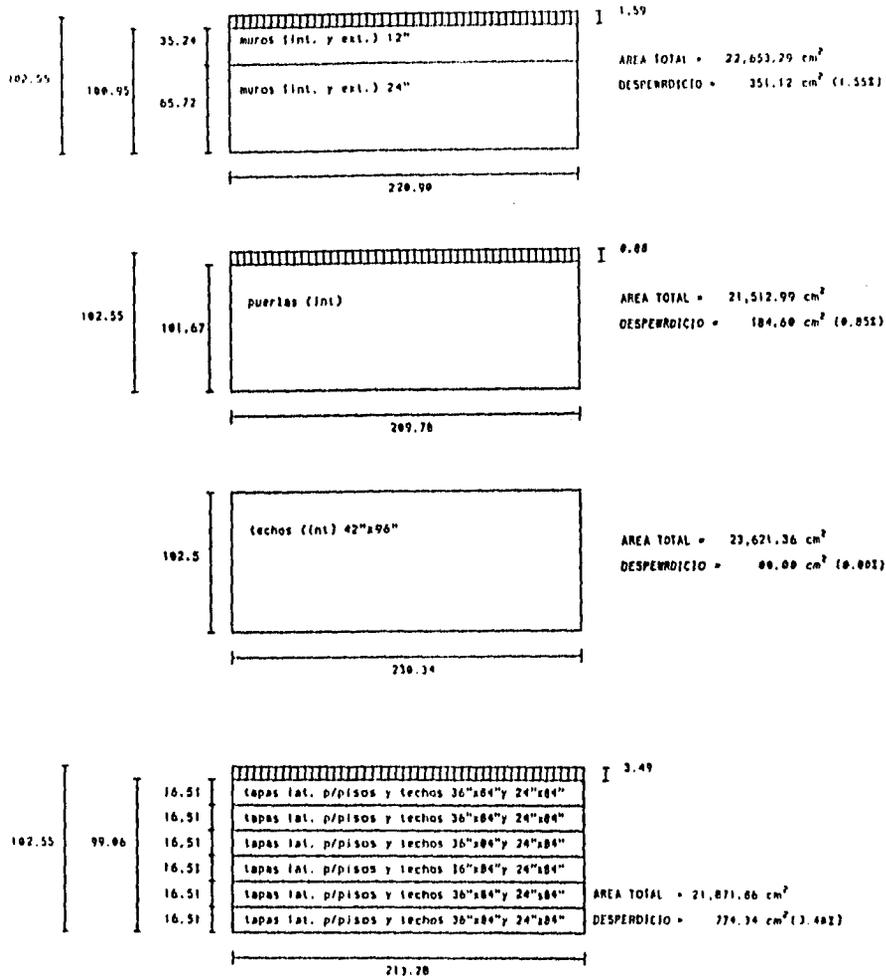
CUADRO III.B PROPUESTA DE HABILITACIONES LONGITUDINALES EN ROLLOS DE 112.55 cm. (44 15/32") DE ANCHO.



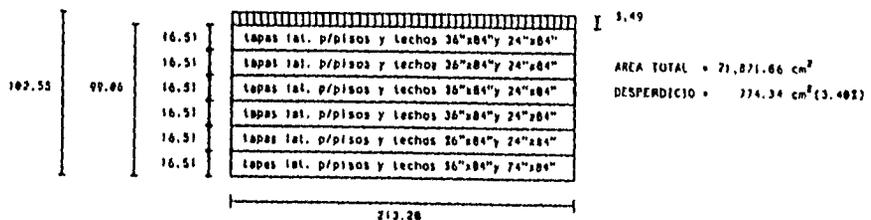
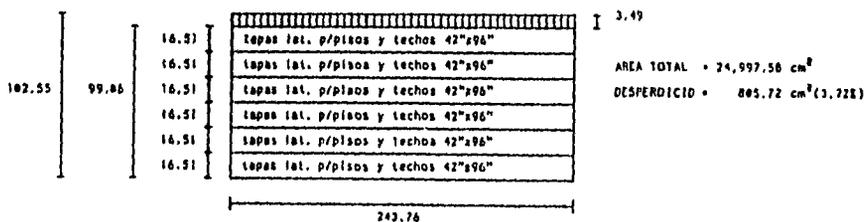
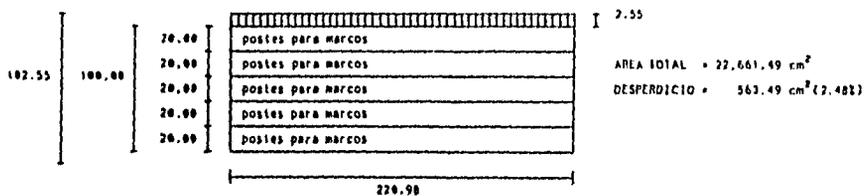
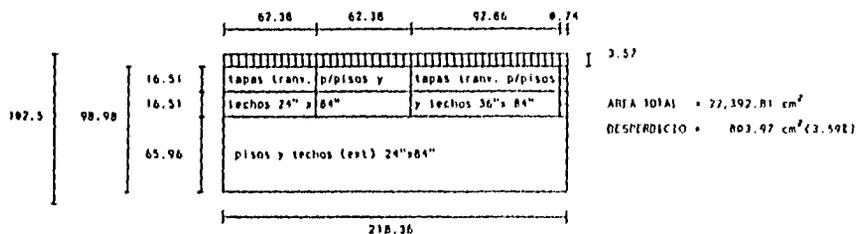
CUADRO III.B Continuada.



CUADRO III.C PROPUESTA DE HABILITACIONES LONGITUDINALES EN ROLLOS DE 102.55 cm. (40 3/8") DE ANCHO.



CUADRO III.C Continúación.

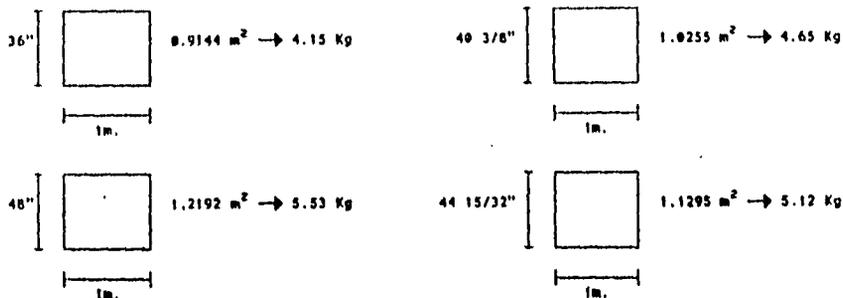


Notación: lámina aprovechada lámina desperdiciada

Notaciones: cm Escala: sin escala

A continuación se determina el peso por metro lineal de rollos de medidas especiales de 40 3/8" y de 44 15/32". Los Cuadros III.D y E presentan el cálculo de consumo y desperdicio promedio que se tendrá.

PESO POR METRO LINEAL DE LAMINA EN ROLLO



CUADRO III.D CONSUMO DE MATERIAL EN ROLLO DE 40 3/8".

LARGO	No. DE PIEZAS	TOTAL	Kg/M. L.	CONSUMO TOTAL	DESPERDICIO EN (%)	DESPERDICIO EN (Kg)
2.2090	40	00.3600	4.65	373.67	1.00	4.03
2.0970	03	06.2934	4.65	29.26	0.85	0.24
2.3034	02	04.6068	4.65	21.42	0.00	0.00
2.1836	02	04.3672	4.65	20.30	3.59	0.72
2.2000	04	08.0392	4.65	41.10	2.48	1.01
2.4376	04	09.7504	4.65	45.33	3.22	1.45
2.1320	01	02.1320	4.65	09.91	3.40	0.33

CUADRO III.E CONSUMO DE MATERIAL EN ROLLO DE 44 15/32".

LARGO	No. DE PIEZAS	TOTAL	Kg/M. L.	CONSUMO TOTAL	DESPERDICIO EN (%)	DESPERDICIO EN (Kg)
2.2090	14	30.9372	5.12	150.39	1.47	2.32
2.0970	03	06.2934	5.12	32.22	1.57	0.50
2.4004	04	09.9536	5.12	50.96	1.12	0.57
2.1636	06	13.1016	5.12	67.00	0.12	0.0012
1.9980	03	05.9950	5.12	30.69	3.50	1.09
1.9980	01	01.9980	5.12	10.23	9.04	0.92

Los cálculos anteriores demuestran que lo más conveniente es manejar lámina en rollos de 40 3/8" (40.375") y 40 15/32" (40.468") de ancho, de tal manera que el desperdicio generado sería de sólo el 1.5 % en promedio, lo cual refleja claramente la disminución de costos en este renglón, cumpliéndose con el objetivo trazado.

En cuanto al alto consumo de combustible empleado en la calefacción del horno de secado, se ha considerado la instalación de un sistema de sellos de aire a la entrada y la salida del horno, con el propósito de evitar fugas de aire caliente que se propaga por la planta.

Para la instalación de los sellos de aire se aprovecharán las paredes del mismo horno, conservando las dimensiones actuales.

Los sellos se componen de un sistema de ductería localizada en las paredes laterales de la ampliación del horno, para inyectar aire a través de boquillas de alta velocidad hacia el centro del horno y formar de esta manera una cortina de aire.

Se hace necesaria una nueva unidad de calefacción controlada con un indicador de temperatura que funciona a fuego alto y a fuego bajo.

En cada sello de aire es necesario instalar un ventilador centrífugo y una chimenea de aluminio de alta temperatura.

El precio de los sellos de aire es N\$ 113,545.00 más 10% I.V.A. = N\$ 124,899.00

Ahorro de energía por cambio de cámara de combustión:

Capacidad instalada	1'800,000 BTU/Hr.
Capacidad requerida	1'000,000 BTU/Hr.
AHORRO	<u>800,000 BTU/Hr.</u>

Ahorro de combustible:  
(800,000 BTU/Hr) (2.1719 x 10<sup>-5</sup>) = 17.37 Kgs/Hr.  
(17.37 Kgs/Hr) (9 Hrs/día) x (5 días/semana) (50 semanas/año) =  
= 39,082 Kgs/año  
(39,082 Kgs/año) x (N\$/Kg 1.29) = 50,415.78 N\$/año.

Los ahorros por concepto de desperdicio de lámina y consumo de combustible que se generan con esta alternativa representan beneficios económicos para la Empresa; sin embargo, no garantizan que el acabado de los paneles posea una calidad óptima, puesto que el proceso de pintado es muy variable, por tal motivo, se analizará otra alternativa para el mejoramiento del proceso.

#### Segunda alternativa de solución.

La nueva alternativa de solución tiene alcances que van más allá del mejoramiento de la calidad del producto, pues afecta también en gran medida al proceso.

La propuesta ahora es manejar lámina prepintada en rollos.

La lámina prepintada posee un acabado uniforme a lo largo de los rollos, proporcionando a los productos que de ella se obtienen, una calidad de acabado estándar. La lámina prepintada trae consigo una capa de polietileno transparente desprendible que la protege contra rayaduras, mugre y manchas.

El cálculo realizado en la primera alternativa para la habilitación de lámina bonderizada en rollos es válido para la lámina prepintada en rollos; por lo tanto, el desperdicio generado de este material sería del 1.5% puesto que el largo de cada pieza se cortaría al tamaño exacto requerido.

Con la utilización de lámina prepintada se eliminarían totalmente las operaciones de preparación, pintado y homeado, las cuales representan altos costos de operación e incremento en el tiempo del proceso. El costo de este material al mes de Julio de 1994 es de 3.77 N\$/Kg., es decir 30.44% más que el precio actual de la lámina bonderizada en hojas; sin embargo, los beneficios que se lograrán al emplear este material justifican plenamente su utilización.

### **III.2 CAMBIOS EN EL PROCESO**

La aplicación de reingeniería en una planta manufacturera, implica generar cambios importantes en el diseño del producto y en el proceso de fabricación. En este caso el avance logrado al establecer la sustitución de lámina bonderizada en hojas por lámina prepintada en rollos, simplifica el proceso, disminuyendo tiempos y costos de operación, ya que, elimina las etapas de preparación, pintura y horneado, estandariza la calidad del acabado de los paneles, optimiza el consumo de material, generándose cantidades menores de desperdicio y requiriéndose de menores áreas de almacenaje de materia prima.

El uso de lámina prepintada en rollos abastecida en dos anchos especiales ( 40 3/8" y 44 16/32" ) que maximizan el aprovechamiento de este material, permite pensar en una parte del proceso en línea.

Actualmente la capacidad de producción de la planta está en función del departamento de espumado, tal como se muestra en los diagramas hombre-máquina, por tal motivo, se ha planeado la adquisición de tres moldes de inyección con tecnología de punta que incrementen sustancialmente la cantidad de paneles que se fabrican durante un turno de trabajo, mejorando así los tiempos de entrega al cliente.

#### **III.2.1 Equipo propuesto.**

##### **Máquina porta rollos y enderezadora de rodillos.**

Para manejar lámina prepintada, lámina de aluminio y lámina de acero inoxidable en rollos se hace necesario el uso de una máquina porta rollos que permita montar en ella el material en forma de bobina. Debido a que la lámina desenrollada conserva una curvatura que necesita ser eliminada para continuar con el proceso de corte; es necesario contar con una enderezadora de rodillos, que proporcione a la lámina la planitud suficiente para facilitar los cortes posteriores y lograr la exactitud requerida.

### **Tren de corte.**

Para realizar el corte de la lámina se procederá de acuerdo a los Cuadros III.B y C en donde se presentan las dimensiones de cada habilitación de los componentes de las cámaras de línea, mientras que para las cámaras especiales dependerá de las especificaciones y necesidades del cliente.

La habilitación del material se realizará con un equipo que cuenta con un cortador que realiza su función longitudinalmente hasta alcanzar la dimensión requerida, posteriormente actúa una cizalla que corta la lámina en forma transversal, de tal manera, que al concluir estas operaciones se obtengan piezas listas para ser escopladas; sin embargo, en el cuadro de habilitaciones, se observa que esta consideración es válida sólo para algunas piezas, mientras que para otras será necesario realizar los cortes que se requieren, en la cizalla que actualmente se utiliza.

### **Cizalla.**

Esta máquina será necesaria para realizar los cortes de las piezas habilitadas en el tren y que no continuarán con el proceso en línea de la escopladora automática, la roladora y la dobladora tangencial.

Una vez realizados los cortes necesarios tanto en el tren como en la cizalla se procederá a la operación de escoplado, la cual se realizará de la siguiente manera: las paredes interior y exterior de muros y techos, así como la pared exterior de pisos, serán procesadas en una escopladora automática, y el resto de las piezas en una escopladora semiautomática.

### **Escopladora automática.**

Se pretende adquirir una escopladora automática con cuatro troqueles ajustables, de tal manera, que pueda acoplarse al ancho de cada tipo de pared y al largo de piezas hasta de 3.5 mts., realizando el escopio en forma simultánea en las cuatro esquinas. Cuando se requiera procesar paredes de longitud mayor a 3.5 mts., será necesario escoplar primero un lado (dos esquinas) (Fig. III.19) actuando solo dos troqueles y después el otro lado accionando los otros dos troqueles ( Fig. III.20).



FIG. III.19 1<sup>ER</sup> ESCOPLADO (UN LADO 2 ESQUINAS)

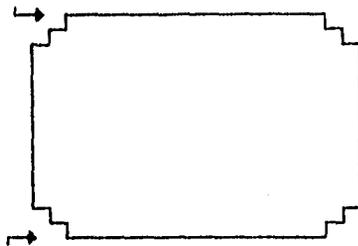


FIG. III.20 2<sup>O</sup> ESCOPLADO (UN LADO DOS ESQUINAS)

Esta operación se realizará en las paredes interior y exterior de muros y techos, y en las exteriores de pisos, gracias al cambio de diseño de estas piezas.

La escopladora automática se dispondrá en línea con el tren de corte, de tal manera, que estas operaciones se realizarán en forma continua. La razón principal de adquirir una máquina con estas características, es la de procesar en serie los paneles para muros, los cuales representan entre el 40 y 50 % de la producción total, además es aprovechable para pisos y techos, ya que, el recorte será de las mismas dimensiones que el de los muros.

### **Escopidora semiautomática.**

Actualmente se cuenta con una máquina de este tipo, con seis troqueles neumáticos en donde se procesan la mayor parte de las piezas; sin embargo, se pretende eliminar la operación de recorte manual que se hace con tijera en algunas piezas (esquineros, marcos y puertas), por lo tanto, se requiere realizar ciertas modificaciones a la escopidora, de tal forma, que se cuente con la cantidad y variedad suficiente de estampas para escoplar cualquier tipo de pieza.

Las modificaciones consistirán en aumentar el tamaño de la mesa deslizante de la máquina y adquirir los troqueles necesarios para recortar todos los tipos de piezas que no serán procesadas en la máquina automática. Los cambios en esta máquina agilizarán la operación de recorte de piezas previo al formado, de tal manera, que se aumentará la capacidad de producción de esta etapa del proceso.

### **Roladora de nueva estaciones.**

Esta máquina realizará el formado longitudinal de las paredes para muros, pisos y techos que sean escopados automáticamente, ya que, el desarrollo de estas piezas es semejante. La máquina es de nueve estaciones y de avance continuo, de tal manera, que conforme la pieza se desplaza, cada rodillo actúa sobre ella doblando la lámina gradualmente hasta alcanzar la forma deseada. La capacidad de esta máquina permite procesar piezas de 12" a 59" de ancho y de longitud infinita. Los rodillos cuentan con un acabado espejo que no maltrata la lámina conforme se realiza la operación.

### **Dobladora tangencial**

Esta máquina dobla las piezas en sus lados transversales después del formado longitudinal realizado en la roladora, la operación se realizará doblando primero un extremo de la pieza y posteriormente el otro. La máquina cuenta con un juego de dados intercambiables que permiten ajustes a diferentes anchos, de tal manera, que se pueden procesar aquí piezas de 12" a 59" de ancho y sin límite de longitud. La utilización de esta máquina ofrece grandes rendimientos de producción en poco espacio.

### **Prensa dobladora de cortina.**

En esta máquina actualmente se realiza el formado de todas las paredes de los paneles y los seguros oscilantes, con la adquisición de la roladora y la dobladora tangencial, y la importación de los seguros oscilantes, la prensa se utilizará para procesar las paredes que no sean formadas en el nuevo equipo, por tal motivo, la variedad de piezas que pasen por esta máquina será menor; por lo tanto, se requerirá de un menor número de cambios de herramental, disminuyendo así los tiempos de preparación, y por ende se aumentará el potencial productivo de esta máquina.

La compra de la escopladora automática, la roladora y la dobladora tangencial está justificada por dos razones fundamentales; el aumento en la capacidad de producción y el diseño de muros, pisos y techos de hasta 23' de longitud ( 7.01 m. ), ya que, el manejo de láminas de este tamaño es bastante complicado, además, no es posible procesarlas en el equipo convencional con el que actualmente se cuenta.

Debido a la producción de paneles que se pretende alcanzar y a las dimensiones de algunos de ellos, la mejor disposición del tren de corte, la escopladora automática, la roladora y la dobladora tangencial es: en línea, con contenedores de 7 m. de longitud entre cada una de las máquinas, de tal manera, que las operaciones sean continuas y se evite el manejo manual de materiales del alto volumen de producción y/o de grandes dimensiones.

La adquisición del equipo antes mencionado aumentará el potencial productivo de la planta; sin embargo, con los moldes manuales con que se cuenta actualmente no se lograrán los objetivos trazados, por el contrario, se aumentaría el problema de cuello de botella que se ha generado en esta etapa del proceso, es por ello, que se ha proyectado la compra de moldes con tecnología de punta y capacidades mayores de producción.

Se pretende contar con tres moldes nuevos con las siguientes características.

### 1.- Molde rotatorio para muros.

Debido a que los muros son el tipo de panel de mayor volumen de producción, este molde presenta un diseño que permite alcanzar niveles de producción (120 piezas/turno) que están muy por encima de la capacidad de los moldes manuales (27 piezas/turno). El molde es de tipo revólver de cuatro caras y tres mesas de transferencia (Fig. III.21).

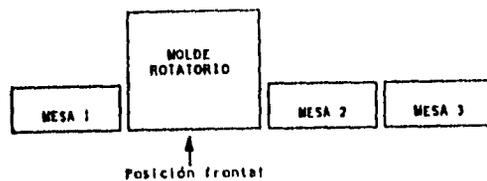


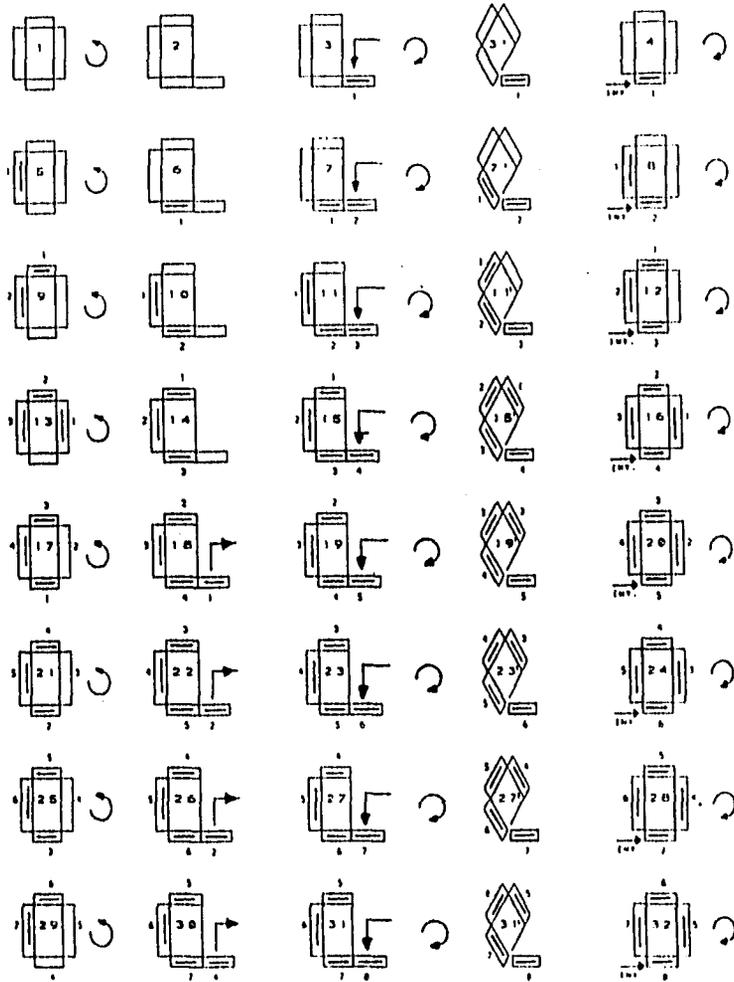
FIG. III.21 MOLDE ROTATORIO PARA MUROS.

En la mesa número 1 se realiza la preparación del panel, luego la plataforma avanza hasta la posición frontal del molde, éste gira e introduce la plataforma en una de sus caras. Estas operaciones se repiten hasta que el molde se encuentre ocupado en sus cuatro caras, una vez lleno, al movimiento sincronizado de las mesas de transferencia con el molde, realizan la función de sacar una pieza e introducir otra, sucesivamente hasta completar la producción requerida durante un turno. El desmoldeo se realizará en la mesa número 2.

Las planchas de moldeo permiten preparar en cada una de ellas muros de diferentes dimensiones, de tal manera, que es posible procesar hasta seis diferentes tipos de muros a la vez, con solo disponer de manera adecuada los rieles de moldeo durante el primer ciclo.

A continuación se representa de manera esquemática el movimiento de volteo del molde introduciendo y expulsando piezas en cada una de sus caras, durante dos ciclos completos de operación, el primero cuando se inicia el turno de trabajo y el segundo con el molde totalmente ocupado en sus cuatro caras (Cuadro III.F).

CUADRO III.F OPERACION DE CARGA Y DESCARGA DEL MOLDE ROTATORIO PARA MUROS.



**NOMECLATURA:**

 PLANCHA VACIA

 PLANCHA PREPARADA

 GIRO DEL MOLDE EN SENTIDO ANTIHORARIO

 GIRO DEL MOLDE EN SENTIDO HORARIO

 CARGA DE UNA PLANCHA

 DESCARGA DE UNA PLANCHA

## 2.- Molde para puertas y marcos.

Este molde cuenta con dos mesas de preparación, dispuestas una a cada extremo del molde. (Fig. III.22) en una de ellas se fabricarán las puertas y en la otra el marco correspondiente, de tal manera, que se logrará la producción apareada de estos componentes, ya que, en la actualidad se tiene un desequilibrio en las cantidades obtenidas de estos tipos de paneles.

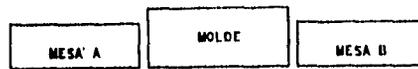


FIG. III.22 MOLDE PARA PUERTAS Y MARCOS.

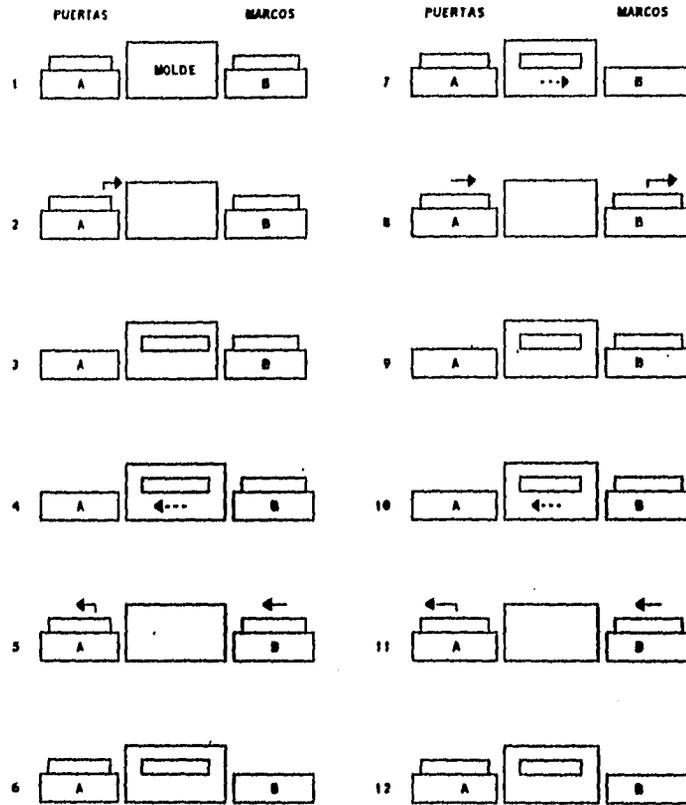
La capacidad del molde permite fabricar puertas de hasta 72" de ancho y 120" de largo.

Con este molde se logrará tener un máximo aprovechamiento del equipo, pues el sistema de preparación-carga-descarga-desmoldeo, permite realizar operaciones simultáneas hombre - máquina, alternando las manobras de operación en las dos mesas. Este equipo permite también fabricar en él, marcos para ventanas exhibidoras y puertas con ventana.

El funcionamiento de este equipo consiste en preparar en la mesa "A" las puertas, una vez concluida esta operación se introduce la plancha al molde y se procede a la inyección del poliuretano, la cual se realizará por el extremo izquierdo del molde. Posteriormente los operarios se trasladarán a la mesa "B" para preparar el marco correspondiente, mientras tanto la formulación de poliuretano adquiere consistencia, una vez terminada esta tarea, se descarga la puerta, se carga el marco y se inyecta poliuretano.

A continuación se presenta de manera esquemática estas operaciones (Cuadro III.G).

CUADRO 311.G OPERACION DE CARGA Y DESCARGA DEL MOLDE PARA PUERTAS Y MARCOS "CONTEK".



**NOMECLATURA:**

-  PLANCHA VACIA
-  PLANCHA PREPARADA
-  CARGA DE UNA PUERTA
-  CARGA DE UN MARCO
-  DESMOLDEO DE UN MARCO
-  DESMOLDEO DE UNA PUERTA
-  DESCARGA DE UN MARCO
-  DESCARGA DE UNA PUERTA

### Moldes manuales para esquineros.

El molde manual para esquineros que actualmente opera en la planta, es atendido simultáneamente con el molde para puertas y marcos, por tal motivo, su producción se encuentra por debajo de su potencial, debido a que los tiempos ciclo de atención a dichos moldes no son iguales, y a que se requiere de dos cambios de rieles de moldeo para realizar la adaptación para puertas y luego para marcos, el tiempo total consumido en tales cambios es de 3.63 horas/día.

Considerando que en cada ciclo del molde para esquineros se producen dos paneles, se propone realizar la operación con dos moldes iguales para producir esquineros, que serán atendidos por dos operarios.

El otro molde propuesto para la producción de esquineros, será uno de los moldes que actualmente se emplea para la producción de muros, al cual se le realizarán las modificaciones necesarias para habilitarlo como molde productor de esquineros.

La cantidad de esquineros que se requiere, se logrará con una inversión mínima, ya que, con sólo una tapa se atenderán ambos moldes. El Cuadro III.1, muestra el diagrama hombre-máquina de la operación de espumado de esquineros con dos moldes iguales.

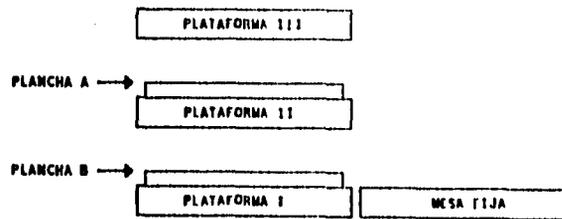


FIG. III.23 MOLDE PARA PISOS, Y TECHOS.

La función de cada plataforma y la mesa de transferencia se describe a continuación:

Plataforma I.- Tiene la función de recepcionar la plancha "B" que haya sido preparada para la inyección del poliuretano.

Plataforma II.- Ésta, tiene una doble función: sirve como prensa para la plancha "B" que se encuentra en la plataforma I y a la vez funje como base para la plancha "A".

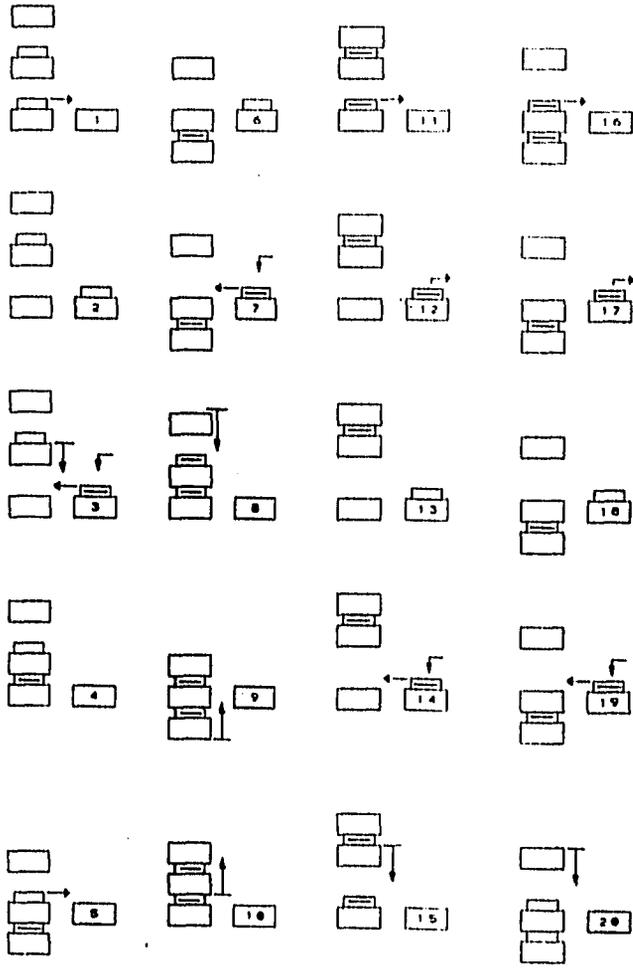
Plataforma III.- Una vez preparada la plancha "A" y colocada en la plataforma II, funciona como prensa para la inyección del poliuretano.

Mesa fija.- En esta mesa se realiza la preparación de las planchas "A" y "B" y las transfiere a las plataformas I y II.

El sistema de elevación de las plataformas permite situar I y II al nivel de la mesa fija para transferir las planchas "A" y "B" en sentido horizontal hacia dentro y hacia fuera del molde, manteniendo así, una altura invariable de los puntos de inyección.

A continuación se muestra de manera esquemática el funcionamiento del molde durante dos ciclos completos, el primero al iniciar la jornada de trabajo, con las planchas totalmente vacías, y el segundo con las planchas ocupadas (Cuadro III.H).

CUADRO III.H OPERACION DE CARGA Y DESCARGA DEL MOLDE PARA PISOS Y TECHOS.



**NOMECLATURA:**

 PLANCHA VACIA

 PLANCHA PREPARADA

 PREPARACION DE UNA PLANCHA

 DESCENSO DE PLATAFORMAS

 ASCENSO DE PLATAFORMAS

 DESMOLDO DE UN PANEL

 SALIDA DE UNA PLANCHA PARA SER PREPARADA

 ENTRADA DE UNA PLANCHA AL MOLDE

#### **Moldes manuales para esquineros.**

El molde manual para esquineros que actualmente opera en la planta, es atendido simultaneamente con el molde para puertas y marcos, por tal motivo, su producción se encuentra por debajo de su potencial, debido a que los tiempos ciclo de atención a dichos moldes no son iguales, y a que se requiere de dos cambios de rieles de moldeo para realizar la adaptación para puertas y luego para marcos, el tiempo total consumido en tales cambios es de 3.63 horas/día.

Considerando que en cada ciclo del molde para esquineros se producen dos paneles, se propone realizar la operación con dos moldes iguales para producir esquineros, que serán atendidos por dos operarios.

El otro molde propuesto para la producción de esquineros, será uno de los moldes que actualmente se emplea para la producción de muros, al cual se le realizarán las modificaciones necesarias para habilitarlo como molde productor de esquineros.

La cantidad de esquineros que se requiere, se logrará con una inversión mínima, ya que, con sólo una tapa se atenderán ambos moldes. El (Cuadro III.1), muestra el diagrama hombre-máquina de la operación de espumado de esquineros con dos moldes iguales.



#### **Bomba de espumado con tres cabezales.**

El diseño de los moldes que se pretende adquirir y su ubicación estratégica en la planta, requieren de una bomba de inyección de poliuretano con mayor capacidad que la empleada actualmente, por tal motivo, se propone la compra de un equipo con tres cabezales de distribución del producto químico, para facilitar el manejo de las mangueras de conexión, evitando así, grandes desplazamientos de los operarios transportando los pesados cabezales de una zona de inyección a otra, y para evitar también posibles demoras por tener que esperar a que se desocupe un cabezal para realizar un disparo en otro molde.

El equipo propuesto cuenta con dos cilindros de alojamiento para el poliol y el isocianato, los cuales son succionados de los linacos en los que se encuentran envasados de origen. El objetivo de estos cilindros es mantener una presión estable a base de gas nitrógeno.

Los cabezales estarán controlados por seis contadores de tiempo independientes (dos para cada cabezal), de tal manera, que la cantidad de poliuretano que se inyecte a cada tipo de panel se calculará y se programará en un tablero de control; por lo tanto, cada cabezal podrá inyectar dos volúmenes diferentes con sólo mover una palanca, esto proporciona grandes ventajas para el proceso, ya que, en los moldes donde se fabriquen simultáneamente paneles de diferente volumen, será sencillo realizar la operación.

### III.2.2 DISTRIBUCION DE LA PLANTA.

En esta etapa del proyecto se aplicarán cuatro fases del planteamiento de la disposición de la maquinaria y equipo.

- I.- Elección del emplazamiento.
- II.- Planteamiento general.
- III.- Planteamiento detallado.
- IV.- Instalación.

#### Fase I.

**Elección del emplazamiento.- no es necesario que sea un emplazamiento nuevo; por lo tanto, en este caso será aplicable a la planta existente, lo que significa, que el área total disponible permanecerá constante.**

Lo más conveniente en toda instalación industrial, comercial, o de servicios, es disponer las áreas de trabajo y los equipos a emplear, de la mejor forma posible desde antes de comenzar a operar, ya que, las modificaciones necesarias debidas a malas distribuciones representan una inversión adicional de tiempo y recursos financieros; sin embargo, ahora al aplicar reingeniería en la planta y considerando los cambios en el proceso de manufactura de las paredes de los paneles térmicos, al sustituir el uso de lámina bonderizada en hojas por lámina prepintada, de aluminio y de acero inoxidable en rollos, y por lo tanto, eliminar las mesas de preparación, la caseta de pintura, el horno de secado, algunos moldes de inyección manuales, la máquina para soldar y el almacén de pintura; será posible disponer de las áreas que ocupan estos equipos, para instalar los nuevos y reubicar los demás.

Al reubicar las máquinas e instalar los nuevos equipos, se pretende eliminar los problemas que se tienen actualmente en cuanto a cruces de materiales, distancias grandes de recorrido, reducidos pasillos para la evacuación del personal en caso de emergencia, almacenes de producto terminado alejados de la zona de embarques y algunos otros inconvenientes que ocasionan demoras e inadecuados manejos de materiales. La inversión que representan los cambios en la planta estarán plenamente justificados por los beneficios de oportunidad en el mercado.

Fase II.

Planteamiento general.- Es preciso disponer globalmente de toda la superficie a plantear, para ello se analizarán los sectores y recorridos, de tal forma, que la disposición general, los enlaces y el aspecto de cada sector queden determinados.

Clasificación de las operaciones por producto.

Todas las partes manufacturadas que componen las paredes de los paneles, invariablemente siguen el proceso de corte, escoplado, formado y espumado, además de la limpieza de los paneles propiamente dichos y del ensamble final de puertas con marcos.

En la distribución de los equipos y la maquinaria en un local industrial influyen cinco factores básicos que se deben considerar.

- P = Producto
- Q = Cantidad
- R = Recorrido
- S = Servicios anexos
- T = Tiempo

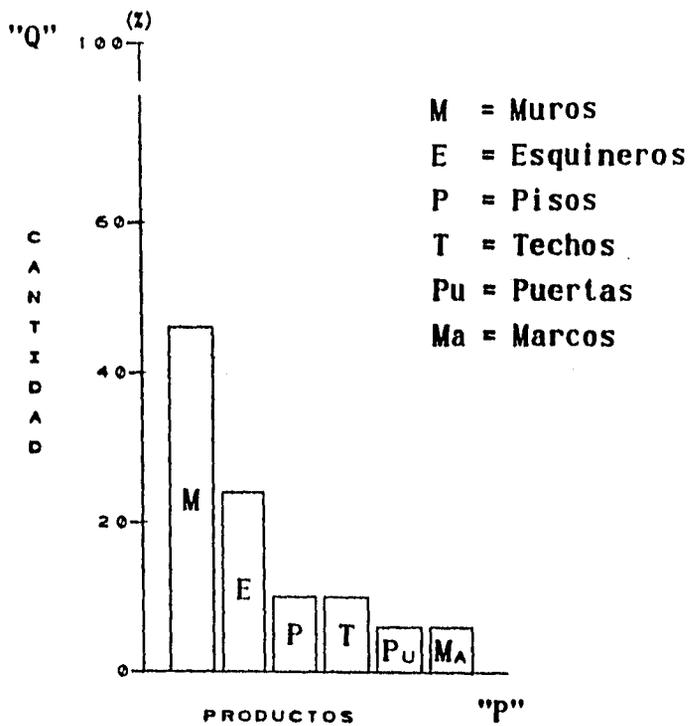
A continuación se presenta un análisis del volumen de producción actual y del proyectado al aplicar roingeniería en la planta (Cuadro III.J).

CUADRO III.J PROMEDIOS DE PRODUCCION DE PANELES.

PANEL	COMPONENTES	CANTIDAD POR PANEL	Q ACTUAL			INCREMENTO PRETENDIDO	Q A FUTURO	
			NO. DE PANELES POR DIA	TOTAL	I		NO. DE PANELES POR DIA	TOTAL
MUROS	Pared int.	1	27	27	16.26	400 I	108	108
	Pared ext.	1		27	16.26			
PISOS	Pared int.	1	06	06	03.61	400 I	24	24
	Pared ext.	1		06	03.61			24
	Tapas lat.	1		06	03.61			24
	Tapas trans.	2		12	07.22			48
TECHOS	Pared int.	1	06	06	03.61	400 I	24	24
	Pared ext.	1		06	03.61			24
	Tapas lat.	1		06	03.61			24
	Tapas trans.	2		12	07.22			48
ESQUIN.	Pared int.	1	14	14	08.23	400 I	56	56
	Pared ext.	1		14	08.23			56
PUERTAS	Pared int.	1	03	03	01.00	400 I	12	12
	Pared ext.	1		03	01.00			12
MARCOS	Post. P.int.	2	04	08	03.61	400 I	12	24
	P.ext.	2		08	03.61			24
	Trav. P.int.	1		04	01.00			12
	P.ext.	1		04	01.00			12
TOTAL			60	177	100.0		216	664

El cuadro III.J, muestra a P y Q; sin embargo, esas cifras por sí solas no dicen mucho; por lo tanto, se analizará la gráfica que las define.

GRAFICA "PRODUCTO-CANTIDAD"



Este gráfico está íntimamente relacionado con el planteamiento a preparar. En un extremo de la curva figuran cantidades importantes de unos cuantos productos o variedades. Las fabricaciones correspondientes requieren condiciones y métodos de producción en masas: producción en cadena o planteamiento por producto.

En el otro extremo de la curva aparecen un gran número de productos fabricados en cantidades pequeñas. Exigen unas condiciones de trabajo acordes: en este caso, el planteamiento deberá preverse no basándose en el producto, sino en las fases del proceso de fabricación. Dicho de otra forma, algunos productos se prestan a instalaciones mecanizadas y a un tipo de planteamiento automatizado, mientras que otros exigen métodos de fabricación flexibles y equipos estandarizados dispuestos para poder efectuar operaciones universales.

En este caso nos encontramos con un gráfico P - Q con poca curvatura; por lo tanto, se aplicará un plan único de planteamiento para todos los productos.

Cuando la mayor parte de la producción se encuentra concentrada en la parte central de la curva, se tiende a una eficacia global aunque los productos que se encuentran en los dos extremos no sean fabricados con un buen rendimiento. En cambio cuando nos encontramos ante una curvatura muy pronunciada, hay que tender a proveer, para los productos y las zonas de producción dos planteamientos distintos.

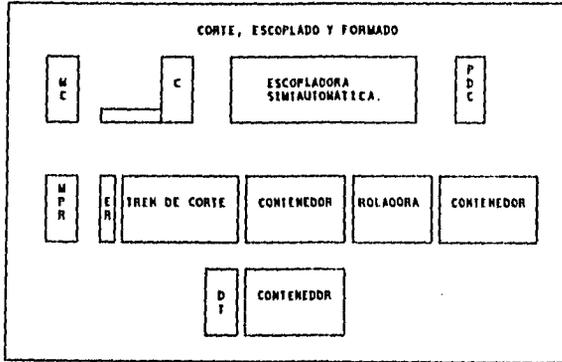
El análisis P - Q provoca, frecuentemente, una división de la planta en dos sectores lógicos:

- 1.- Gran volumen, poca variedad ( desplazamiento rápido ).
- 2.- Poco volumen, gran variedad ( desplazamiento lento ).

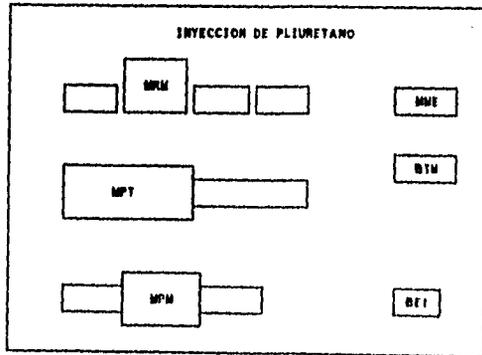
En el primer caso existe, por lo general, un alto grado de mecanización de máquinas especiales, de inversiones importantes de elementos de manipulación. En el segundo caso, los cambios son frecuentes y las economías de tiempo por pieza no van demasiado lejos. Entonces lógicamente existe mucho trabajo manual, maquinaria de tipo universal y escasas inversiones en equipos de manipulación.

El planteamiento del área disponible al eliminar los equipos de pintura y horneado de piezas, así como la zona de soldadura de seguros oscilantes, tendrá un concepto que va más allá del solo hecho de ubicar en los espacios libres la nueva maquinaria, pues al aplicar reingeniería se pretende romper con los procesos existentes para implantar otros nuevos, que sean más eficientes; por lo tanto, se hace necesario la aplicación de una metodología que permita la mejor disposición posible. A continuación se presenta una clasificación por tipo de operación de las áreas de trabajo (Cuadro III.K).

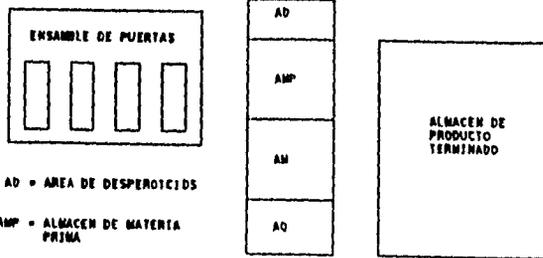
CUADRO III.K AREAS DE TRABAJO POR TIPO DE OPERACION.



- MC = MESA CONTENEDOR      PDC = PRESA DOBLADORA DE CORTINA      MPR = MAQUINA PORTA ROLLOS  
 C = CIZALLA      DT = DOBLADORA TANGENCIAL      ER = ENDEREZADORA DE RODILLOS



- MRM = MOLDE ROTATORIO PARA ARCOS  
 MPE = MOLDE PARA PISOS Y TECHOS  
 MPM = MOLDE PARA PUERTAS Y MARCOS  
 BEI = BOMBA DE ESPUMADO



- AD = AREA DE DESPERDICIOS  
 AMP = ALMACEN DE MATERIA PRIMA  
 AM = ALMACEN DE MATERIALES  
 AQ = ALMACEN DE QUIMICOS

Aunque ésta es una clasificación global del equipo y las áreas de almacenaje, proporciona una base para el planteamiento general por sectores del local industrial. Existen diversos tipos de disposición de una planta, sin embargo, sólo se aplicarán dos de ellos.

a) Disposición por proceso o función, en que todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas. Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto.

b) Disposición por producto o en línea, en este caso, toda la maquinaria y equipo necesarios para fabricar determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación. Se emplea principalmente en los casos que existe una elevada demanda de uno o varios productos más o menos normalizados.

De acuerdo con los conceptos de estos tipos de disposición, se ha determinado ubicar la máquina porte rollos, la enderezadora de rodillos, el tren de corte, la escopladora automática, la roladora y la dobladora tangencial: en línea (Fig. III.24), ya que esta maquinaria será empleada para la fabricación de las paredes para muros, pisos y techos. Estas piezas representan el 43.35% del total de la producción.



FIG. III.24 DISPOSICION EN LINEA DE LA MAQUINARIA PARA PROCESAR LAS PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR PARA Muros, PISOS Y TECHOS.

La disposición del resto del equipo, se hará por proceso, con las variantes que demanden las características propias de cada elemento.

**Recorrido de los productos.**

El recorrido nos indica cómo se fabrica un producto, es decir, el proceso técnico establecido esencialmente eligiendo una gama de operaciones que nos permiten producir en las mejores condiciones posibles. El análisis del recorrido de los productos implica la determinación de la secuencia de los movimientos de los materiales a lo largo de diversas etapas del proceso, a la par que la intensidad o la amplitud de estos desplazamientos. Se considera como eficiente un recorrido de los productos cuando los desplazamientos tienen lugar de un modo continuo a lo largo del proceso sin retornos excesivos o contracorrientes. El Cuadro III.L, muestra el recorrido de los productos e través de los diferentes equipos de transformación

CUADRO III.L. DIAGRAMA DE RECORRIDO DE MULTIPRODUCTOS.

OPERACION Y EQUIPO	Muros		PISOS				TECHOS				ESQUINER.		PUERTAS		MARCOS				TOTAL EN L	
	Int.	Ext.	Int.	Ext.	T.L.	T.T.	Int.	Ext.	f.L.	T.L.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	POSTES		TRAVESAÑO		POR PIEZAS	POR PANEL
															Int.	Ext.	Int.	Ext.		
C O R T E	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96.36	-----
P R E C I Z A L L A				0	0	0			0	0					0	0	0	0	44.52	-----
E S C O P L A S A U T O M A T.	0	0		0	0	0			0	0									43.35	-----
C O E S C O P L A S E M I A U T.				0	0	0			0	0					0	0	0	0	56.55	-----
F O R M A D O R A	0	0		0	0	0			0	0									43.35	-----
M A D O B L A D. T A N G E N C.	0	0		0	0	0			0	0									43.35	-----
O P R E S I A D O B L A D.				0	0	0			0	0					0	0	0	0	56.55	-----
M O L D E C R I O S	0	0																	35.52	-----
E S M O L D E M A N Y				0	0	0			0	0									36.18	-----
U M O L D E A C O N I E K														0	0	0	0	0	14.14	-----
D O M O L D E M A N U A L													0	0					16.86	-----
L M A N U A L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							89.84	-----
E H E R I A S. Y P A L A D R O														0	0	0	0	0	10.16	-----
P B A N D A I T R A N S P.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		100.0	-----

NOTACION:

- L • LIMPIEZA
- EP • ENSAMBLE DE PUEBLOS
- PT • PRODUCTO TERMINADO



La tabla relacional muestra las actividades y sus relaciones mutuas, además evalúa la importancia de la proximidad entre las actividades, apoyándose en una codificación apropiada. Esta tabla es un instrumento práctico y eficaz para preparar un planteamiento.

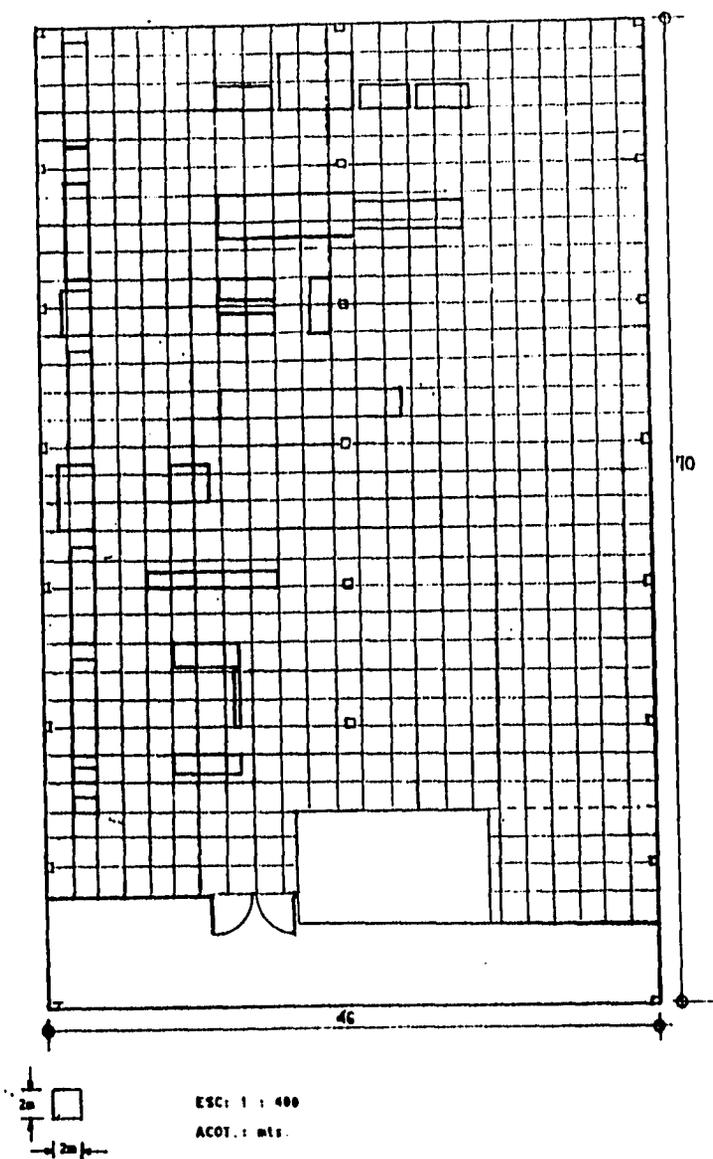
La interpretación de la tabla consiste en identificar la intersección de una columna descendente con una columna ascendente e identificar la importancia de la relación y los motivos de tal importancia. El Cuadro III.N, muestra las dimensiones aproximadas de cada elemento físico y el área ocupada por cada uno de ellos.

CUADRO III.N ESPACIO NECESARIO EN PLANTA PARA EL EQUIPO Y LA MAQUINARIA.

EQUIPO/MAQUINA	LARGO	ANCHO	ÁREA
MAQUINA POETA ROLLOS	1.0 m.	2.0 m.	2.0 m <sup>2</sup>
EMBRETADORA DE RODILLOS	1.0 m.	2.0 m.	2.0 m <sup>2</sup>
TREN DE CORTE	7.0 m.	2.0 m.	14.0 m <sup>2</sup>
CIZALLA	6.0 m.	5.0 m.	30.0 m <sup>2</sup>
ESCOPLADORA AUTOMÁTICA	4.5 m.	3.0 m.	13.5 m <sup>2</sup>
ESCOPLADORA SEMIAUTOMÁTICA	9.0 m.	1.0 m.	10.0 m <sup>2</sup>
ROLADORA	3.0 m.	2.5 m.	7.5 m <sup>2</sup>
DOBLADORA TANGENCIAL	1.5 m.	2.0 m.	3.0 m <sup>2</sup>
PRENSA DOBLADORA	4.5 m.	2.0 m.	9.0 m <sup>2</sup>
MOLDE CRIOS	18.0 m.	4.0 m.	72.0 m <sup>2</sup>
MOLDE MANNY	18.0 m.	3.0 m.	54.0 m <sup>2</sup>
MOLDE CONTEK	13.0 m.	3.0 m.	39.0 m <sup>2</sup>
MOLDE MANUAL	4.0 m.	1.5 m.	6.0 m <sup>2</sup>
BASE PARA TAPA DE MOLDE	4.0 m.	1.5 m.	6.0 m <sup>2</sup>
BOMBA DE ESPUMADO	3.0 m.	1.5 m.	4.5 m <sup>2</sup>

De acuerdo al espacio necesario de la maquinaria y equipo, al recorrido de los productos, a la tabla relacional y a la gráfica P - Q, se puede hacer un planteamiento general preliminar por áreas, sin que ello signifique que sea definitivo, pues, solo se logra con esto, tener un panorama general sobre el área total de la planta (Plano III.I).

### III.1 PLANTEAMIENTO GENERAL PRELIMINAR POR AREAS



Este plano demuestra plenamente la factibilidad real que existe para instalar el equipo planeado, puesto que, el espacio total disponible en planta es suficiente para alojar a todos los elementos que formarán parte del proceso.

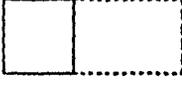
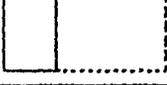
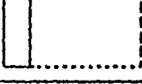
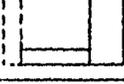
Fase III.

Planteamiento detallado.- esta fase implica la elección del emplazamiento de cada máquina y cada equipo.

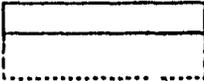
A lo largo de esta fase se determina el emplazamiento efectivo de cada elemento físico de las zonas del planteamiento.

A continuación se presentan los requerimientos de espacio adicional al ocupado por cada elemento, necesarios para los movimientos de los operarios y los materiales en el área de trabajo (Cuadro III.N).

CUADRO III.N REQUERIMIENTO DE ESPACIO ADICIONAL AL OCUPADO POR CADA ELEMENTO.

EQUIPO-MAQUINA	BLOQUE REPRESENTATIVO	ESPACIO ADICIONAL	MOTIVO
MAQUINA PORTA ROLLOS		1.0 m	Recomendado por el fabricante para proceder al enderezado.
ENDEREZADORA DE ROLLOS		3.0 m	Recomendado por el fabricante para eliminar por completo la curvatura de la lamina.
TREN DE CORTE		7.0 m	Colocar un contenedor para alojar las piezas habilitadas.
ESCOPLADORA AUTOMÁTICA		7.0 m	Colocar un contenedor para alojar las piezas escopladas.
ROLADORA		7.0 m	Colocar un contenedor para alojar las piezas rodadas.
DOBLO-RA TAN-GENCIAL		7.0 m	Colocar un contenedor para alojar las piezas terminadas.
CIZALLA		1.0 m	Facilitar el manejo de la lamina.

CUADRO III.B Continúa.

REQUERIMIENTO DE ESPACIO ADICIONAL AL OCUPADO POR CADA ELEMENTO			
EQUIPO-MAQUINA	BLOQUE REPRESENTATIVO	ESPACIO ADICIONAL	MOTIVO
MOLDE PARA PISOS, TECHOS Y MUROS		3.0 m.	Facilitar la inyección, las maniobras de preparación y desmoldo, y colocar contenedores.
MOLDE PARA PUERTAS Y MARCOS		6.0 m.	Facilitar la inyección y las maniobras de preparación y desmoldo.
MOLDE PARA ESQUINEROS		2.0 m.	Facilitar la inyección y las maniobras de preparación y desmoldo.
BOMBA DE ESPUMADO		- 0 -	- 0 -
ESCOPLADORA SEMIAUTOMÁTICA		3.0 m	Realizar en forma cómoda el esceptado de piezas grandes.
PRENSA DOBLADORA		3.5 m	Realizar en forma cómoda el doblado de piezas grandes.
MOLDE ROTATORIO PARA MUROS		3.0 m	Facilitar la inyección de poliuretano y las maniobras de preparación y desmoldo.

El análisis de distribución de la planta, está íntimamente relacionado con el manejo de materiales, el espacio de almacenaje necesario y el tránsito; por lo tanto, es importante considerar en dónde se origina cada movimiento y dónde se termina; entonces, la disposición de la maquinaria y los equipos debe hacerse de tal manera que las distancias entre cada elemento y los espacios libres, y de almacenaje sean óptimos.

De acuerdo a la disposición en línea las nuevas máquinas, y a la disposición por proceso de las antiguas y de los moldes de inyección, se ha determinado que el modelo de flujo que se establecerá en la planta de manera general será en forma de "U".

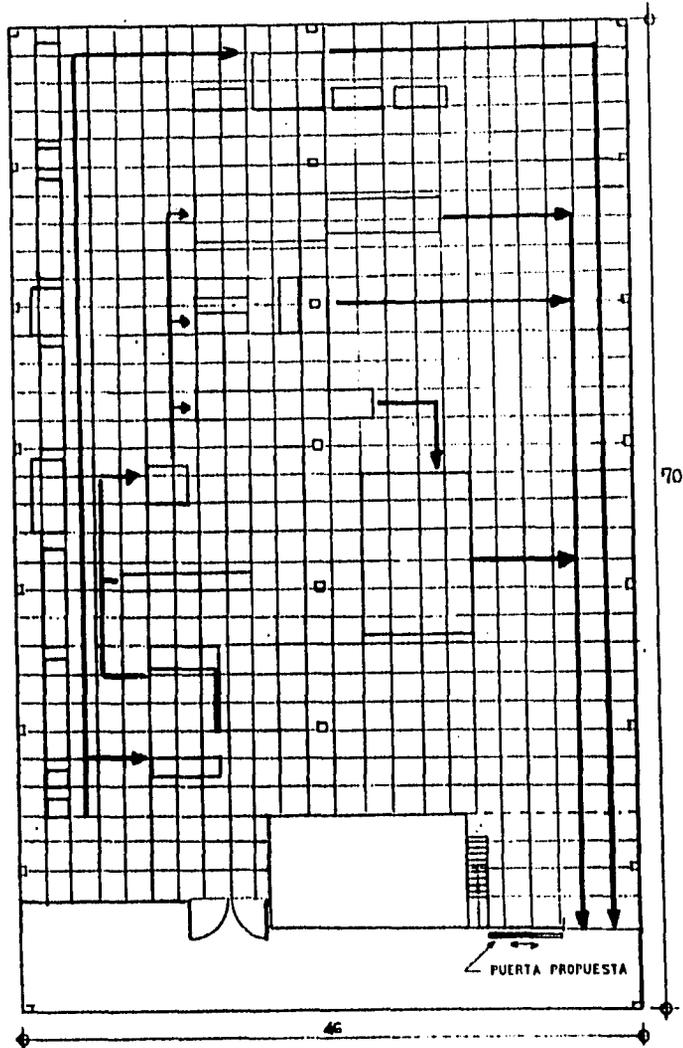
Existen tres modelos típicos de flujo que aparecen en las distribuciones de planta:

- 1) Recto.- empieza en un extremo y acaba en el otro.
- 2) Forma de "L".- empieza en un punto y fluye hasta otro en línea recta, luego gira 90° y se desplaza hasta el punto final.
- 3) Forma de "U".- empieza en un punto, fluye hasta otro en forma recta, gira 90° recorriendo otra distancia y gira nuevamente 90°, por último recorre otra distancia en línea recta hasta alcanzar su punto final.

Aunque existen flujos en forma circular y de serpentin, solo son una derivación de los tres anteriores.

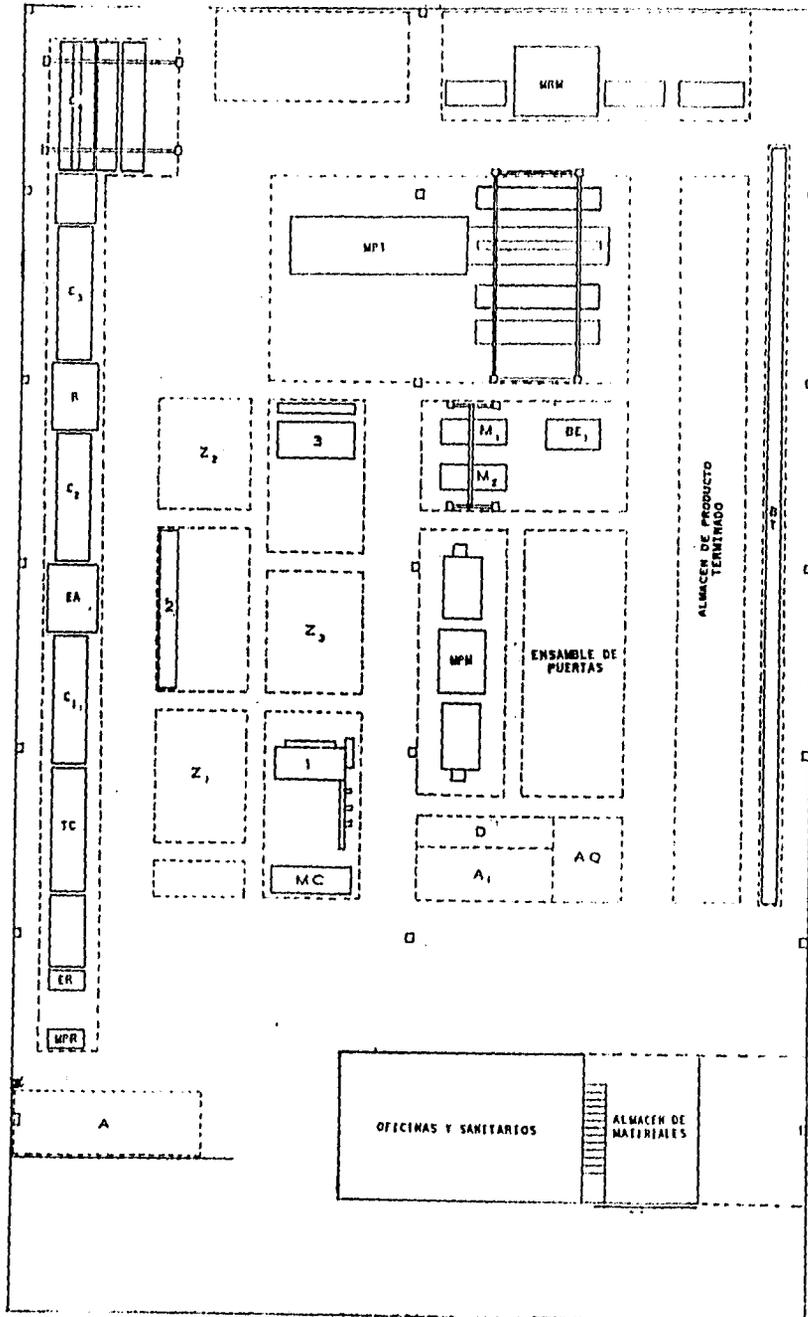
Para lograr un flujo en forma de "U", se ha determinado reubicar el departamento de ensamble de puertas que actualmente se encuentra contiguo a las oficinas, de tal manera, que sea factible derribar una parte del muro trasero para colocar una puerta de embarques. Con lo anterior se evitarán contraflujos en la recepción de materia prima y salidas de producto terminado, eliminando así, demoras de carga y descarga (Plano III.)

#### III.4 UBICACION PRELIMINAR DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO



La ubicación preliminar que se muestra en el plano anterior, aún requiere de una planificación que considere todos los aspectos importantes que se han manejado; por lo tanto, se realizó una simulación con plantillas a escala, de cada componente físico que se instalará en la planta, con el propósito de llegar a una disposición definitiva que optimice las condiciones de operación y que facilite el logro de las metas trazadas en el proyecto de reingeniería. A continuación se muestra un plano con la distribución de planta definitiva (Plano III.k).

III.A DISTRIBUCION DE LA PLANTA PROPIETA



Fase IV.

Instalación.- esta fase comprende la preparación de la Instalación o traslados Indispensables.

Para lograr la distribución de planta propuesta, se hace necesario disponer de Instalaciones eléctricas, neumáticas e hidráulicas para el suministro de los equipos. En el Cuadro III.O, se presentan los requerimientos de cada equipo.

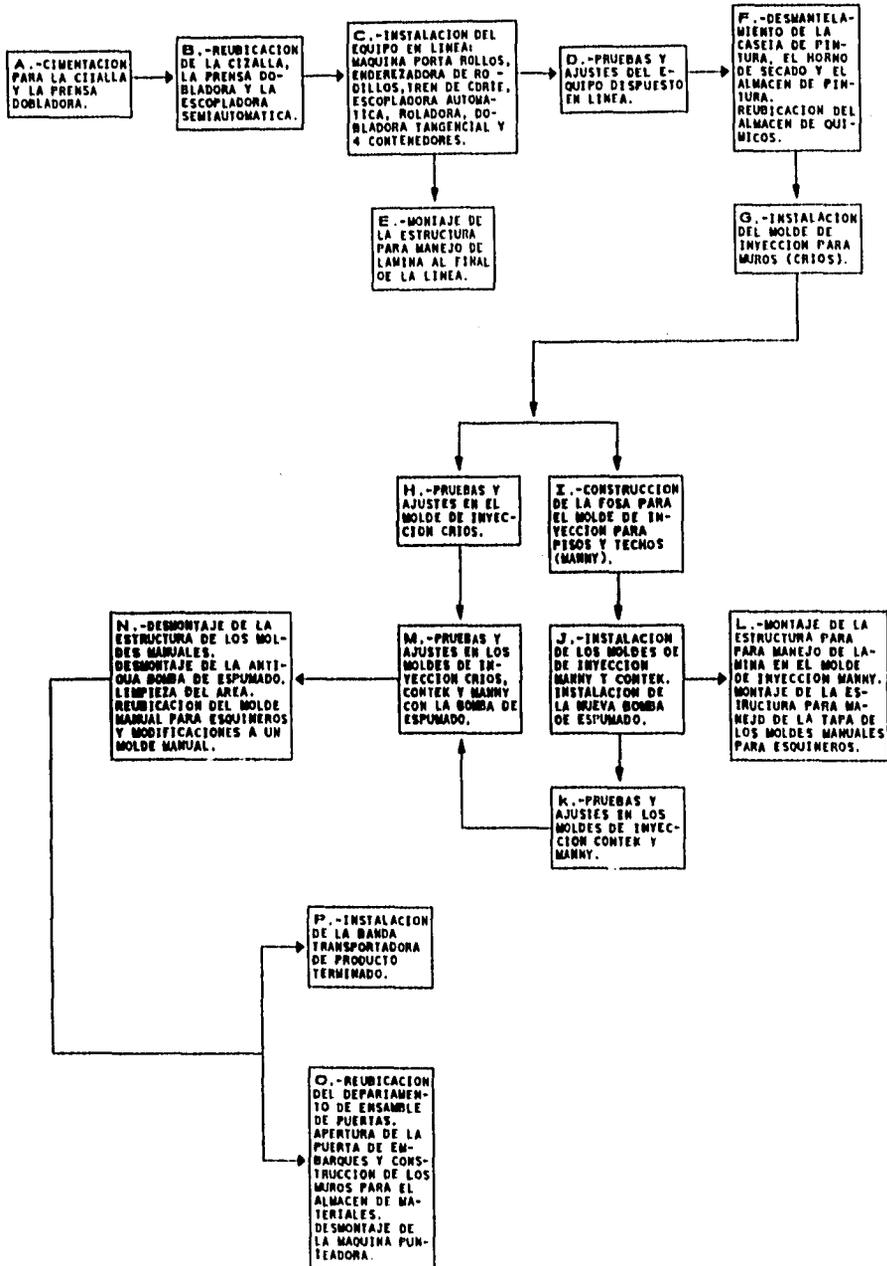
CUADRO III.O FACILIDADES NECESARIAS PARA LA INSTALACION DE LOS EQUIPOS.

No.	MAQUINA	POTENCIA	VOLTAJE	AGUA	AIRE
1	CIZALLA	5 HP	220/3/60		
2	PRENSA DOBLADORA	7.5 HP	220/3/60		
3	TREN DE CORTE	12 HP	220/3/60		3/4"ø1/2"
4	ESCOPLADORA AUTOMATICA	5.5 HP	220/3/60		
5	ROLADORA	10 HP	220/3/60		
6	DOBLADORA TANGENCIAL	15 HP	220/3/60		
7	ESQUINERO	2 HP		1/2"	
8	BOMBA ESPUMADORA	30 HP	220/3/60	1/2"	3/4"ø1/2"
9	MOLDE CRIOS CANNON	15 HP	220/3/60	1/2"	3/4"ø1/2"
10	MOLDE WANNY	30 HP	220/3/60	1/2"	3/4"ø1/2"
11	MOLDE CONTEK	12 1/4 HP	220/3/60	1/2"	3/4"ø1/2"
12	POLIPASTOS CRIOS	1 HP	220/3/60		
13	BOMBA PARA CARGA DE ISOCIANATO	1 HP	127/1/60		
14	POLIPASTO ENDOR STAHL	3 1/2 HP	220/3/60		
15	BOMBA VACIO P/ VENTOSAS	1 HP	127/1/60		
16	ESCOPLADORA	5 HP	220/3/60		
17	TALADRO DE BANCO	1 1/2 HP	220/3/60		
18	COMPRESOR	15 HP	220/3/60	1/2"	
19	BOMBA CALEF. DE MOLDE	1 1/2 HP	127/1/60		
20	BOMBA DE ENFRIAMIENTO	3/4 HP	127/1/60		

En los Planos II.i y III.k de las distribuciones de planta actual y de la propuesta respectivamente, se aprecia que se hace necesario un cambio total, que demanda tiempo y disposiciones de espacio en planta para lograrlo.

Para evitar interrupciones en la producción, se propone una disposición por etapas que gradualmente generen los cambios establecidos en la planta. A continuación se presenta un diagrama de precedencias de actividades (Cuadro III 3.P).

CUADRO III.P DIAGRAMA DE FLUJO DE PRECEDENCIAS DE LAS ACTIVIDADES PARA LA RECONVERSION DE LA PLANTA.





El programa de transformación de la planta estará integrado por seis etapas, las cuales se establecen en el Cuadro III.R.

CUADRO III.R PROGRAMA DE TRANSFORMACION DE LA PLANTA POR ETAPAS.

ETAPA	PLAN DE ACCION	TIEMPO ESTIMADO	SEMANA NO.	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS
1	CIMENTACION EN LOS SITIOS EN DONDE SE REUBICARÁN LA CIZALLA Y LA PRESNA DOBLADORA.	10 DIAS	1,2	REDUCCION Y REUBICACION TEMPORAL DE LAS AREAS DE ALMACENAJE DE PRODUCCION EN PROCESO DE PIEZAS HABILITADAS, ESCOPLADAS FORMADAS Y PREPARADAS. REDUCCION DEL ALMACEN DE PRODUCCION TERMINADO. ELIMINACION DE LA MESA DE ESCOPLADO MANUAL.
	REUBICACION DE LA CIZALLA, PRESNA DOBLADORA, ESCOPLADORA SEMIAUTOMATICA Y MESAS DE PREPARACION. MODIFICACIONES A LA ESCOPLADORA SEMIAUTOMATICA.	2 DIAS	2	
	INSTALACION DEL EQUIPO EN LINEA: MAQUINA PORTA ROLLOS, TREN DE CORTE, ESCOPLADORA AUTOMATICA, ROLADORA, DOBLADORA TANGENCIAL Y CONTENEDORES.	7 DIAS	3	
	PRUEBAS Y AJUSTES DEL EQUIPO DISPUESTO EN LINEA	3 DIAS	4	
	MONTAJE DE LA ESTRUCTURA PARA MANEJO DE LAMINA AL FINAL DEL EQUIPO EN LINEA.	5 DIAS	4	
2	DESAMANTELAMIENTO DE LA CASETA DE PINTURA, EL HORNO DE SECADO Y EL ALMACEN DE PINTURA, REUBICACION DEL ALMACEN DE QUIMICOS.	7 DIAS	4,5	DELIMITACION DEFINITIVA DE LAS AREAS DE ALMACENAJE DE PRODUCCION EN PROCESO DE PIEZAS HABILITADAS, ESCOPLADAS Y FORMADAS. REDUCCION DEL AREA DE ALMACENAJE DE PUERTAS ENSAMBLADAS. REUBICACION TEMPORAL DEL AREA DE DESPERDICIOS.
3	INSTALACION DEL MOLDE DE INYECCION PARA MUROS (CRIDS).	7 DIAS	5,6	MODIFICACION DE LAS AREAS DE ALMACEN DE PRODUCCION TERMINADO. REUBICACION TEMPORAL DE LAS MESAS DE LIMPIEZA.
	PRUEBAS Y AJUSTES EN EL MOLDE CRIDS.	3 DIAS	6	
	CONSTRUCCION DE LA FOSA PARA EL MOLDE DE INYECCION PARA PISOS Y TECHOS (MANNY).	10 DIAS	6,7	
4	INSTALACION DEL MOLDE DE INYECCION PARA PISOS Y TECHOS (MANNY) Y EL MOLDE PARA PUERTAS Y MARCOS (CONTEK). INSTALACION DE LA BOMBA DE ESPUMADO.	13 DIAS	7,8,9	DETERMINACION DEFINITIVA DEL AREA DE ALMACENAJE TEMPORAL DE DESPERDICIOS Y DE LAMINA EN HOJAS.
	PRUEBAS Y AJUSTES EN LOS MOLDES CONTEK Y MANNY	5 DIAS	9	
	MONTAJE DE LA ESTRUCTURA PARA EL MANEJO DE LAMINA EN EL MOLDE DE INYECCION MANNY. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA PARA EL MANEJO DE LA JAPA DE LOS MOLDES PARA ESQUINEROS.	1 DIAS	9	
	PRUEBAS Y AJUSTES EN LOS MOLDES DE INYECCION CRIDS, CONTEK Y MANNY CON LA BOMBA DE ESPUMADO.	3 DIAS	9,10	

CUADRO III.R Continuación.

ETAPA	PLAN DE ACCION	TIEMPO ESTIMADO	SEMANA NO.	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS
5	DESAMONTAJE DE LA ESTRUCTURA PARA MANEJAR LAS TAPAS DE LOS MOLDES MANUALES. REUBICACION DEL MOLDE MANUAL PARA ESQUINEROS. MODIFICACIONES A UN MOLDE MAUAL DESALOJO DE LOS MOLDES MA-- JUALES. DESAMONTAJE DE LA ANTIGUA BOMBA DE ESPUMADO. LIMPIEZA DEL AREA. DESAMONTAJE DE LA MAQUINA DE SOLDADURA.	3 DIAS	10	DELIMITACION DEFINITIVA DEL DEPARTAMENTO DE ENSAMBLE DE PUERTAS. ELIMINACION DE LAS MESAS DE LIMPIEZA.
6	REUBICACION DEL DEPARTAMENTO DE ENSAMBLE DE PUERTAS. APERTURA DE LA PUERTA PARA EMBARQUES. CONSTRUCCION DE LOS MURDS PARA EL ALMACEN DE MATERIA-- LES.	2 DIAS	10	DELIMITACION DEFINITIVA DEL ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO Y DE PRODUCCION EN PROCESO AL FINAL DE LA LINEA.
	INSTALACION DE LA BANDA TRANSPORTADORA	3 DIAS	10,11	

Los Planos III.I, m, n, o, p y q, muestran los cambios por etapas de la planta.

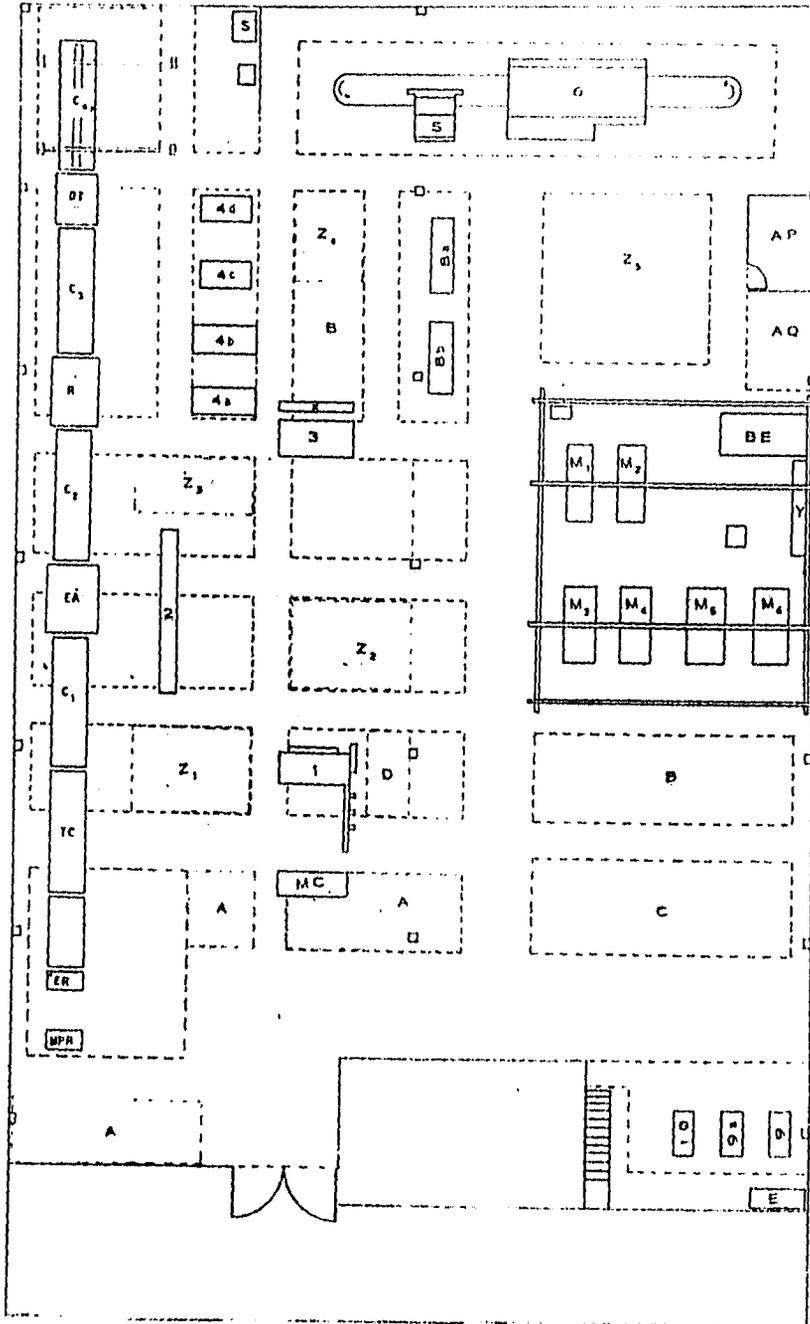
El programa por etapas de las actividades necesarias para el cambio en la disposición de la planta, está diseñado de tal forma, que la producción no se interrumpa en tanto se realicen los trabajos necesarios en las diferentes áreas de la planta.

Se ha planeado realizar la sustitución de lámina bonderizada en hojas por lámina pre pintada en rollos, inmediatamente después de que se hayan realizado las pruebas y ajustes necesarios en el equipo dispuesto en línea; de tal manera, que a partir de la 2ª etapa se comiencen las habilitaciones de lámina en el tren de corte.

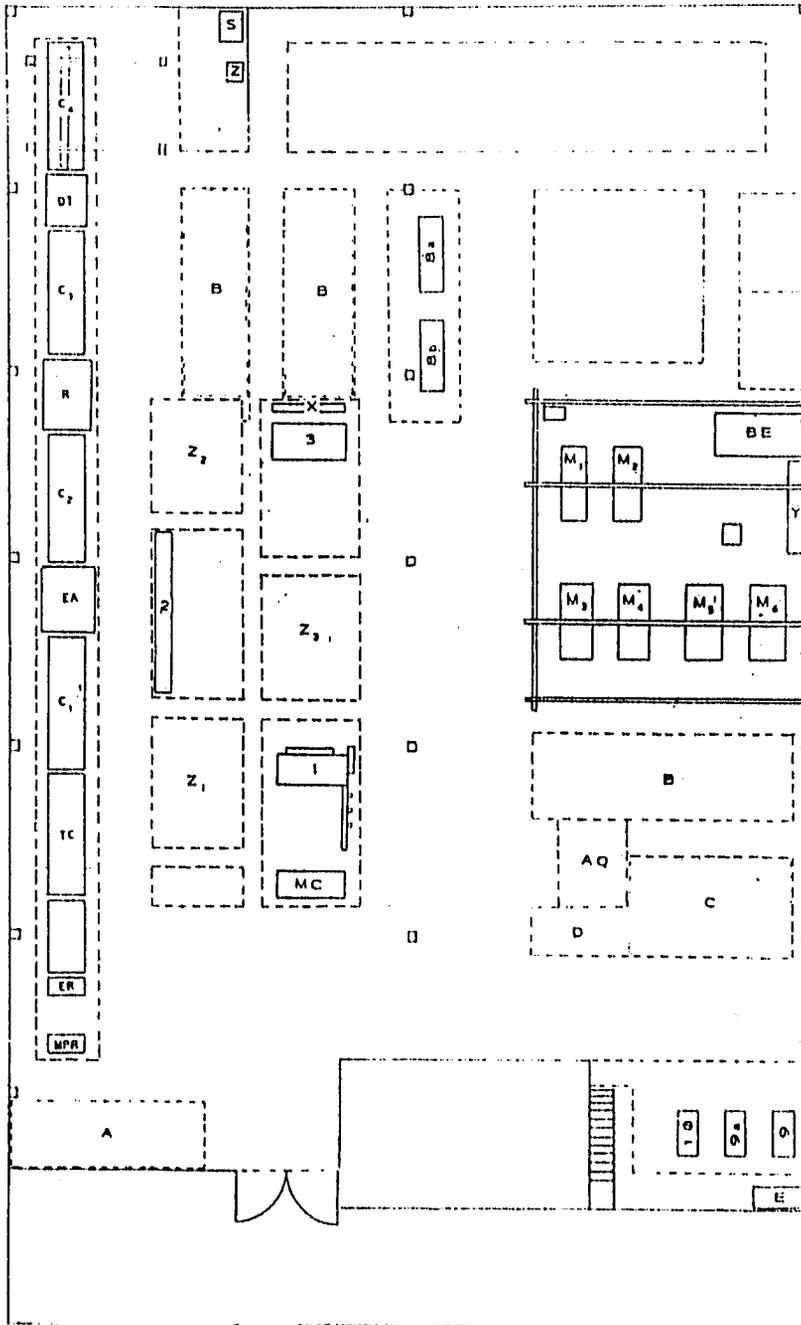
La Inyección de poliuretano se realizará en los moldes manuales, utilizando lámina pre pintada durante el transcurso de las etapas 2,3 y 4; una vez concluida la 4ª etapa, se comenzará a producir paneles con el nuevo diseño en los moldes crios, manny, kontek y manuales para esquineros, empleando la nueva bomba de espumado.

Al final de la 6ª etapa, la planta estará en condiciones de aumentar sus volúmenes de producción, ofreciendo al consumidor mejor calidad y servicio.

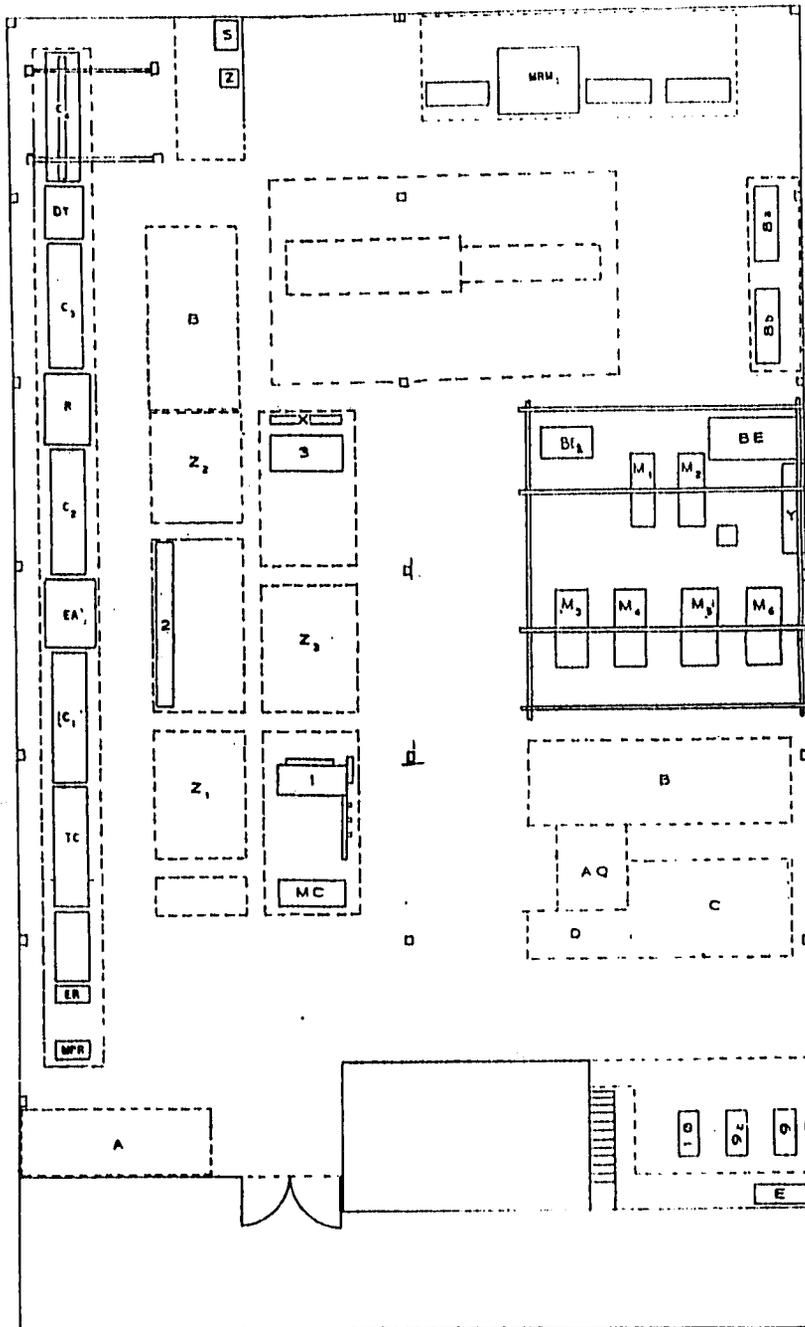
III.1 DISTRIBUCION DE LA PLANTA AL FINAL DE LA PRIMERA ETAPA



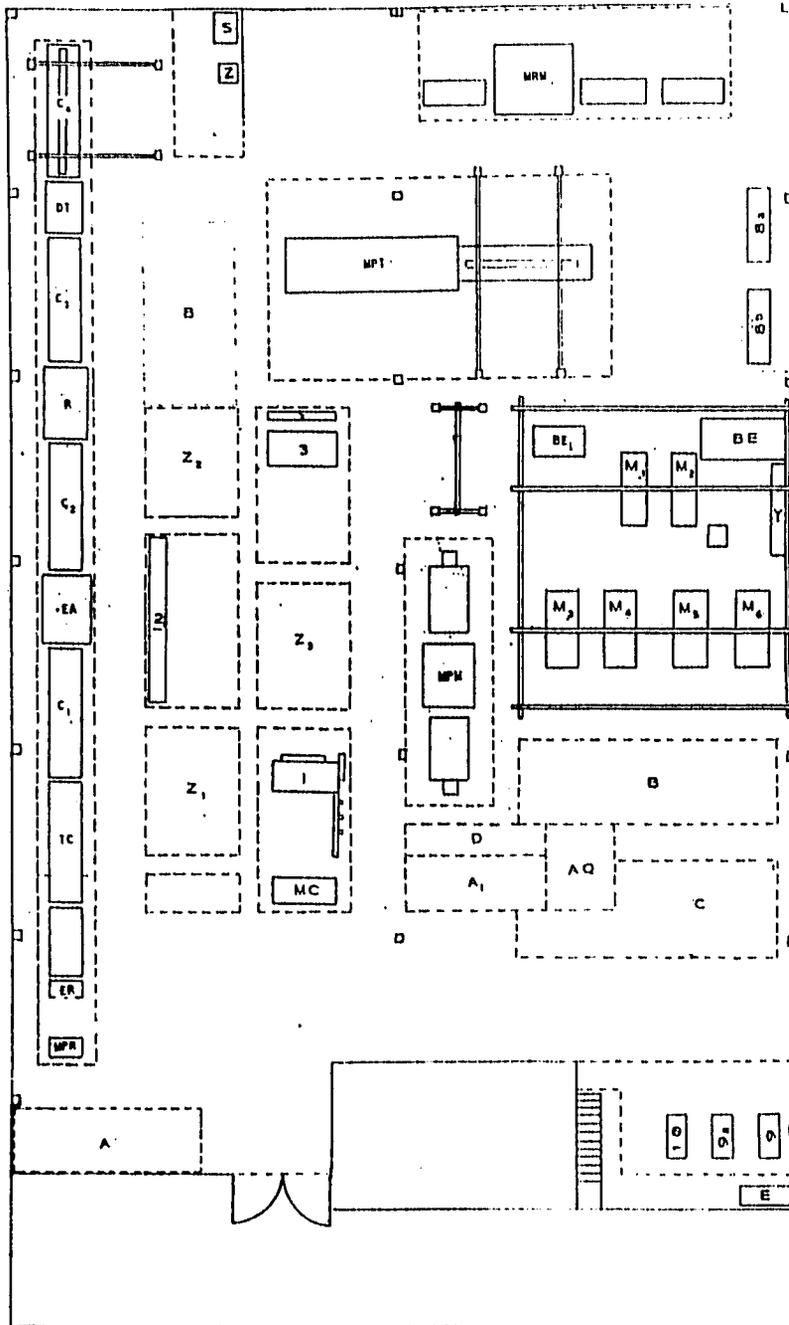
III.m DISTRIBUCION DE LA PLANTA AL FINAL DE LA SEGUNDA ETAPA



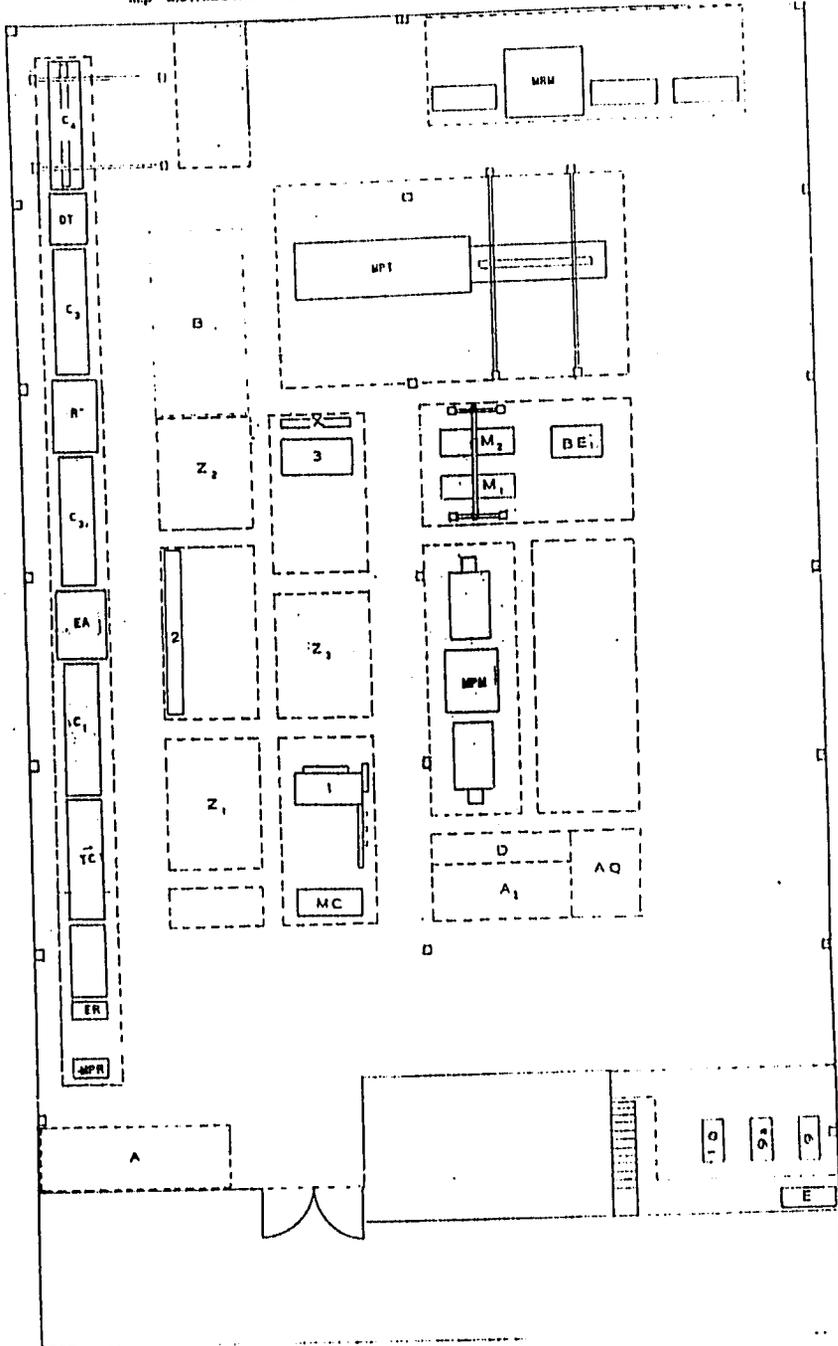
III.n DISTRIBUCION DE LA PLANTA AL FINAL DE LA TERCERA ETAPA



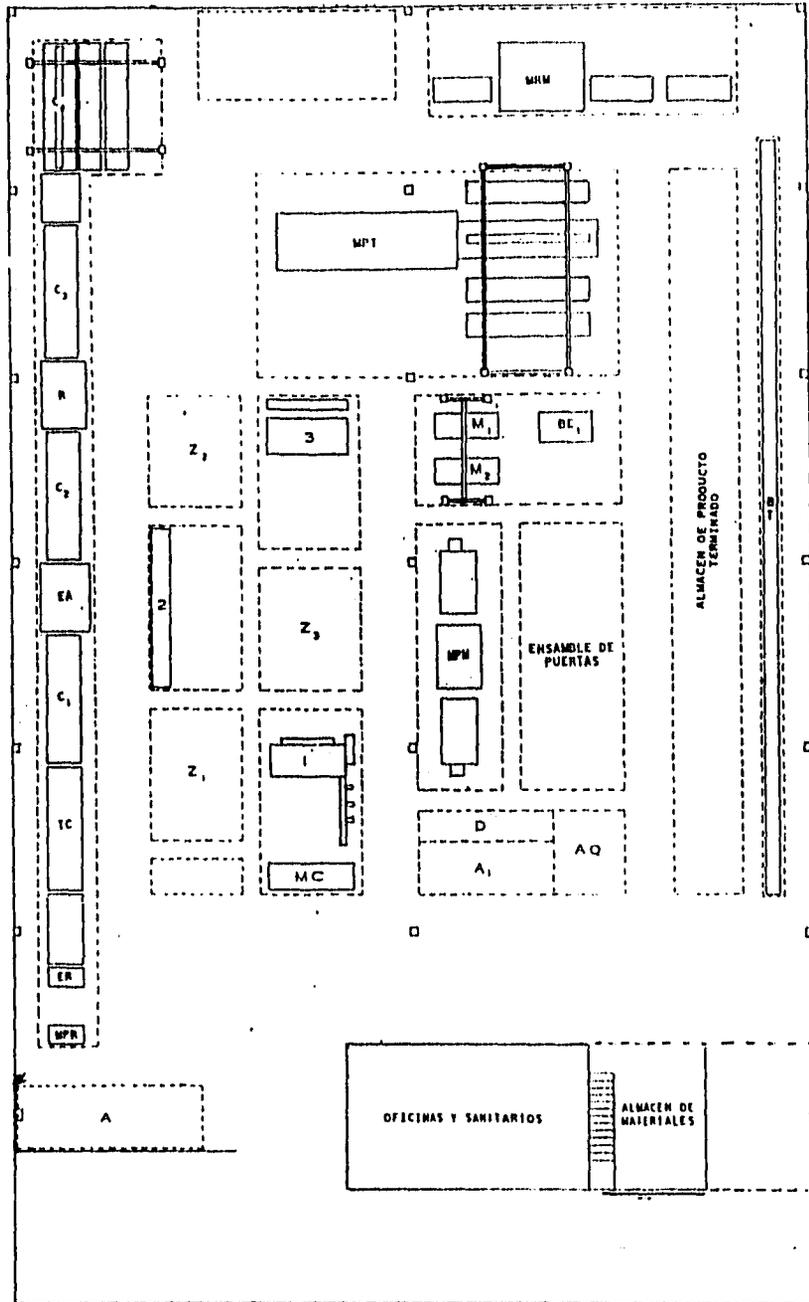
III.0 DISTRIBUCION DE LA PLANTA AL FINAL DE LA CUARTA ETAPA



III.p DISTRIBUCION DE LA PLANTA AL FINAL DE LA QUINTA ETAPA



III.4 DISTRIBUCION DE LA PLANTA PROPUESTA



### III.2.2.1 Justificación de la propuesta de disposición de la planta.

Una vez determinada la disposición en línea de la máquina porta rollos, la enderezadora de rodillos, el tren de corte, la escopladora automática y la dobladora tangencial; el planteamiento quedó sujeto a esta idea; por lo tanto, la disposición por proceso de la cizalla, la escopladora semiautomática y la prensa dobladora, requieren ubicarse en las proximidades del tren de corte, de tal manera, que el recorrido de las habilitaciones de lámina sea mínimo y el manejo de materiales se simplifique. El flujo de proceso en esta área resulta ser una combinación de los modelos de las formas "L" y "U".

La posición de la prensa dobladora es bastante apropiada para descomponer el área de espumado en sectores más distantes, mejorando así el flujo tanto de los materiales que se procesan en el equipo de tipo universal, como de los que recorrerán el proceso en línea y que teminarán sus primeros desplazamientos en el contenedor posterior a la dobladora tangencial, ubicado al fondo de la planta.

Los moldes para muros y, para pisos y techos requieren de una proximidad importante respecto de la dobladora tangencial, es por ello que se ubicaron en la parte final del local.

Debido a que las piezas que se procesarán en la prensa dobladora después tendrán que pasar a cualquiera de los moldes manny, contek y manuales, la ubicación de éstos se distribuyó prácticamente en un plano paralelo a dicha máquina, de tal manera, que el abastecimiento de piezas para la inyección de poliuretano en los moldes, sea rápido y sin cruces entre sí.

El desplazamiento máximo que se tendrá, es el que recorrerán hasta el molde manny, las tapas laterales y transversales de pisos y techos. La distancia promedio es de 25 mts.; sin embargo, son piezas de poco peso y fácil manejo.

La ubicación paralela y cercana que guardan entre si el molde contek y el departamento de ensamble, minimiza el desplazamiento de puertas y marcos para la operación final.

Los moldes crios, manny y manuales, así como el área de ensamble de puertas quedan ubicados en sillos cercanos al almacén de producto terminado, reduciendo los desplazamientos de los paneles, ya que, el peso y tamaño de algunos de ellos dificulta su manejo.

#### **Disposición de los almacenes.**

Se proponen dos almacenes de materia prima, uno de químicos, uno para desperdicios, uno para materiales y uno de producto terminado.

Primero de materia prima, para alojar lámina en rollos, ubicado cerca de la puerta de recepción y a la vez de la máquina porta rollos.

Segundo de materia prima, dispuesto a 25 mts. de la entrada y a 3 mts. de la mesa contenedor que se encuentra frente a la cizalla.

Almacén de químicos, en una posición intermedia entre la puerta de entrada y la bomba de espumado.

Almacén de desperdicios, dispuesto a 7.5 mts. de la cizalla, lo cual facilita el manejo de lámina de deshecho.

Almacén de materiales, ubicado en el área contigua a las oficinas, en donde actualmente se ensamblan las puertas.

Almacén de producto terminado, situado en un plano paralelo a la última fase del proceso de cada tipo de panel y cercano a una banda transportadora, que los trasladará a cualquier punto del almacén y/o al camión de entrega.

Almacenes de productos en proceso, se contará con un total de cinco, dispuestos de la siguiente forma:

1°.- Este almacén estará fraccionado en dos, la primera parte se ubicará paralela al tren de corte y la segunda en donde se encontrará la mesa contenedor localizada en la posición frontal de la cizalla.

2°.- Estará ubicado contiguo a la cizalla y a la escopladora semiautomática, de tal manera que sea funcional para las piezas que serán escopladas.

3°.- Ubicado al final de la escopladora semiautomática y a un costado de la prensa dobladora, para alojar las piezas que serán formadas.

4°.- Dispuesto en la posición frontal de la prensa dobladora, para colocar las piezas que estén listas para la inyección de poliuretano en los moldes manny, kontek y manuales.

5°.- Se encuentra al final de la planta en una posición intermedia entre el último contenedor de la disposición en línea y del molde para muros. Este almacén será para las paredes interior y exterior de muros, pisos y techos.

La bomba de espumado se colocará en una posición estratégica, intermedia y relativamente cercana a cada molde. Este equipo cuenta con tres cabezales; por lo tanto, uno de ellos será para inyectar el molde rotatorio, otro para el molde de pisos y techos y el tercer cabezal será para la inyección de los moldes manuales para esquineros y del molde para puertas y marcos.

### III.2.3 MANEJO DE MATERIALES.

El manejo de materiales, es la manipulación de materiales, productos, unidades, sustancias o cosas que son movidas, transportadas o físicamente ubicadas. Es importante simplificar la manipulación, en la medida de las posibilidades, ya que, ésta eleva el costo de fabricación, pero no aumenta el valor de los productos.

Los manejos involucran al personal, contenedores, sistemas y métodos de manipulación de los materiales. En esta etapa del proyecto, se manejarán cuatro fases para la implantación del manejo de materiales:

**Fase I.- Integración externa.**

**Fase II.- Plan general de manejo.**

**Fase III.- Plan detallado.**

**Fase IV.- Instalación.**

#### **Fase I.**

**Integración externa, aquí se evalúan los movimientos dirigidos hacia el área objeto del estudio o provenientes de él. De esta manera se relacionará el problema concreto de manejo de materiales con la situación exterior o las condiciones externas sobre las que podemos tener o no control. En este caso los factores externos que influyen sobre el manejo de materiales de la planta son: la recepción de materia prima y el embarque de producto terminado.**

**-- Recepción de materia prima; según la distribución de la planta, se realizará sin interferencias por la puerta izquierda del local, permitiéndose el acceso de los camiones de los proveedores hasta el interior de la planta, con el propósito de facilitar la descarga y minimizar las distancias de racomido, desde la entrada hasta los almacenes de materia prima y de materiales.**

**-- Embarque de producto terminado; de acuerdo a la propuesta de una nueva puerta de salida de producto terminando, los embarques se realizarán con la banda transportadora que se ubicará en el extremo derecho de la planta. Esta banda permitirá mover paneles desde cualquier punto del almacén de producto terminado hasta los camiones de reparto, reduciendo así, los tiempos de carga y los manejos de manuales de hasta 39 mts.**

Fase II.

Plan general de manejo, aquí se establecen los métodos de movimientos de materiales, entre las áreas más importantes. Se deben tomar decisiones generales del equipo y unidades de transporte o contenedores a emplear.

A continuación se presenta un cuadro que contiene información básica de los materiales empleados en la fabricación de paneles térmicos (Cuadro III.S).

CUADRO III.S CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS MATERIALES MANEJADOS EN LA PLANTA.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES							
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	FORMA	TAMAÑO (MTS)			UNIDAD	ESTADO	CLASIFICACIÓN
		LARGO	ANCHO	ALTO			
LAMINA PREPINTADA CAL. 24	ROLLOS		1.0255	0.90	M.L.	SOLIDO	A
			1.1295	0.81	M.L.	SOLIDO	A
LAMINA DE ALUMINIO CAL. 20	ROLLOS		1.219	1.10	M.L.	SOLIDO	A
LAMINA DE ACERO INOX. CAL.	ROLLOS		1.219	0.80	M.L.	SOLIDO	A
LAMINA GALVANIZADA CAL.10	ROLLOS		1.219	0.90	M.L.	SOLIDO	A
LAMINA ANTIDERRAPANTE	RECTANGULAR	3.048	1.219		HOJA	SOLIDO	B
LAMINA NEGRA CAL. 10	RECTANGULAR	3.048	0.914		HOJA	SOLIDO	B
ISOCIANATO	CILINDRICO		0.600	0.90	TINACO	LIQUIDO	C
POLIOI	CILINDRICO		0.600	0.90	TINACO	LIQUIDO	C
SEGUROS OSCILANTES MACHO	IRREGULAR	0.80	0.800	0.80	CAJA	SOLIDO	D
SEGUROS OSCILANTES HEMBRA	IRREGULAR	0.80	0.800	0.80	CAJA	SOLIDO	D
BISAGRAS	IRREGULAR	0.39	0.110	0.07	CAJA	SOLIDO	E
CERROJOS	IRREGULAR	0.39	0.110	0.07	CAJA	SOLIDO	E
DISPARADOR DE SEGURIDAD	IRREGULAR	0.39	0.110	0.07	CAJA	SOLIDO	E
RESISTENCIA	ROLLO		0.127	0.40	M.L.	SOLIDO	F
MULE DE ARRASTRE	ROLLO		0.400	1.40	M.L.	SOLIDO	F
MOLDURAS PLASTICAS	RECTANGULAR	3.00	0.100		PIEZA	SOLIDO	F
TIRA MAGNETICA	ROLLO		0.620	0.04	M.L.	SOLIDO	F
CINTA ORIS	ROLLO		0.210	0.82	ROLLO	SOLIDO	F
MULE PARA TIRA MAGNETICA	ROLLO	0.63	0.254	0.83	CAJA	SOLIDO	F
CINTA ADHESIVA	CILINDRICO		0.110	0.30	PAQUETE	SOLIDO	F

Los materiales se clasificarán de acuerdo a sus principales características, con el propósito de simplificar y estandarizar los manejos que se llevarán a cabo en la planta. El Cuadro III.T, muestra dicha clasificación.

CUADRO III.I CLASIFICACION DE LOS MATERIALES DE ACUERDO A SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS.

RESUMEN DE CLASIFICACION DE LOS MATERIALES			
CLASE DE MATERIAL	CRITERIOS DE CLASIFICACION		
DESCRIPCION	IDENTIFICACION	CARACTERISTICAS FISICAS (TAMARO, FORMA, PESO, ESTADO)	OTRAS CARACTERISTICAS (CANTIDAD, AREA DE UTILIZACION)
ROLLOS DE LAMINA	A	DIMENSIONES SEMEJANTES Y PESOS CONSIDERABLES	SE MONTARAN EN LA MAQUINA PORTARROLLOS Y SE PROCESARAN EN EL TREN DE CORTE
HOJAS DE LAMINA	B	FORMA SIMILAR Y PESO SEMEJANTE	CANTIDADES PEQUÑAS QUE SE PROCESARAN DIRECTAMENTE EN LA CIZALLA.
TAMOS CON QUIMICOS	C	FORMA, TAMARO Y PESO SEMEJANTE	AMBOS SON PARA LA ALIMENTACION DE LA BOMBA DE ESPUMADO
SEGUROS OSCILANTES	D	CAJAS DE FORMA, TAMARO Y PESO SEMEJANTE	IGUAL NUMERO DE PIZAS POR CAJA Y SE UTILIZAN EN LOS MOLDES DE INYECCION.
BIAGRAS, CERROJOS Y DISPARADOR DE SEGURIDAD	E	CAJAS SEMEJANTES	SE UTILIZAN EN EL DEPARTAMENTO DE ENSAMBLE DE PUERTAS
RESISTENCIA, MULE DE ARRASIRE, MOLDURAS, TIRA MAGNETICA, CINTA GRIS, MULE PARA TIRA MAGNETICA Y CINTA ADHESIVA	F	DIMENSIONES VARIABLES Y PESOS RELATIVAMENTE BAJOS	SE UTILIZAN EN EL DEPARTAMENTO DE ENSAMBLE DE PUERTAS

De acuerdo a la información presentada en el cuadro anterior, se determinaron los siguientes procesos de manejo de materiales (Cuadro III.U).

CUADRO III.U TIPO DE MANEJO DE MATERIALES EN LA PLANTA.

DESCRIPCION	DESPLAZAMIENTO		DISTANCIA (MIS.)	TIPO DE MANEJO	DESPLAZAMIENTO		DISTANCIA (MIS.)	TIPO DE MANEJO
	DESDE	HASTA			DESDE	HASTA		
ROLLOS DE LAMINA	CAMION DEL PROVEEDOR	ALMACEN DE MATERIA PRIMA	11	MONTA-CARGAS	ALMACEN DE MATERIA PRIMA	MAQUINA PORTARROLLOS	05	MONTA-CARGAS
HOJAS DE LAMINA	CAMION DEL PROVEEDOR	ALMACEN DE MATERIA PRIMA	15	MONTA-CARGAS	ALMACEN DE MATERIA PRIMA	CIZALLA	10	MONTA-CARGAS
TAMOS DE QUIMICOS	CAMION DEL PROVEEDOR	ALMACEN DE QUIMICOS	22	MONTA-CARGAS	ALMACEN DE QUIMICOS	BOMBA DE ESPUMADO	29	MONTA-CARGAS
SEGUROS OSCILANTES	CAMION DEL TRANSPORTISTA	ALMACEN DE MATERIALES	27	MONTA-CARGAS	ALMACEN DE MATERIALES	MOLDES DE INYECCION	68, 46, 40, 42	MONTA-CARGAS
BIAGRAS, CERROJOS Y DISPARADOR DE SEO.	CAMION DEL PROVEEDOR	ALMACEN DE MATERIALES	27	MANUAL	ALMACEN DE MATERIALES	DEPARTAMENTO DE ENSAMBLE	29	MANUAL
RESISTENCIA, MULE DE ARRASIRE, MOLDURAS, TIRA MAGNETICA, CINTA GRIS, MULE PARA TIRA MAGNETICA, CINTA ADHESIVA	CAMION DEL PROVEEDOR	ALMACEN DE MATERIALES	27	MANUAL	ALMACEN DE MATERIALES	DEPARTAMENTO DE ENSAMBLE	29	MANUAL

El montacargas será utilizado para transportar los materiales de mayor peso y volumen, mientras que los ligeros se transportarán manualmente. Una vez que comience el proceso, el manejo de los productos se realizará conforme se defina en la siguiente fase

Fase III.

Plan detallado, abarca los movimientos de materiales entre varios puntos dentro de cada área principal. En esta fase se decide sobre los métodos de manejo, tales como el sistema concreto elegido, equipo y contenedores que serán empleados entre los distintos puestos de trabajo.

El Cuadro III.V, presenta las principales características de los productos transformados durante el proceso de fabricación.

CUADRO III.V PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS							
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	FORMA	TAMAÑO MÍNIMO (EN MTS.)			TAMAÑO MÁXIMO (EN MTS.)		
		LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO
PARED INT. DE MUROS	RECTANGULAR	2.15	0.30		2.15	1.06	
PARED EXT. DE MUROS	RECTANGULAR	2.15	0.30		2.15	1.06	
PARED INT. DE TECHOS	RECTANGULAR	2.13	0.60		7.01	1.06	
PARED EXT. DE TECHOS	RECTANGULAR	2.13	0.60		7.01	1.06	
TAPAS LAT. DE TECHOS	RECTANGULAR	2.13	0.10		3.50	0.15	
TAPAS TRASV. DE TECHOS	RECTANGULAR	0.60	0.10		1.06	0.15	
PARED INT. DE PISOS	RECTANGULAR	2.13	0.60		7.01	1.06	
PARED EXT. DE PISOS	RECTANGULAR	2.13	0.60		7.01	1.06	
TAPAS LAT. DE PISOS	RECTANGULAR	2.13	0.10		3.50	0.15	
TAPAS TRANS. DE PISOS	RECTANGULAR	0.60	0.10		1.06	0.15	
PARED INT. DE ESQUINEROS	RECTANGULAR	2.15	0.30		2.15	0.30	
PARED EXT. DE ESQUINEROS	RECTANGULAR	2.15	0.30		2.15	0.30	
PARED INT. DE PUERTAS	RECTANGULAR	2.05	0.97		2.05	0.97	
PARED EXT. DE PUERTAS	RECTANGULAR	2.05	0.97		2.05	0.97	
PARED INT. DE POSTES PARA MARCOS	RECTANGULAR	2.15	1.21		2.15	1.21	
PARED EXT. DE POSTES PARA MARCOS	RECTANGULAR	2.15	1.21		2.15	1.21	
PARED INT. DE TRAVESAÑOS PARA MARCOS	RECTANGULAR	0.91	0.11		0.91	0.16	
PARED EXT. DE TRAVESAÑOS PARA MARCOS	RECTANGULAR	0.91	0.11		0.91	0.16	
REFUERZOS PARA PUERTAS Y MARCOS	RECTANGULAR	0.30	0.20		0.30	0.20	
MARCOS	RECTANGULAR	2.15	0.10	0.10	2.15	1.06	0.10
PISOS	RECTANGULAR	2.13	0.60	0.10	7.01	1.06	0.15
TECHOS	RECTANGULAR	2.13	0.60	0.10	7.01	1.06	0.15
ESQUINEROS	RECTANGULAR	2.13	0.30	0.30	2.13	0.30	0.30
PUERTAS	RECTANGULAR	2.05	0.97	0.10	2.05	0.97	0.10
MARCOS	RECTANGULAR	2.15	1.25	0.10	2.15	1.25	0.10

NOTA: LAS DIMENSIONES PRESENTADAS EN EL CUADRO ESTÁN AJUSTADAS A LA DIMENSIÓN MODULAR DE LOS PANELES.

En el Cuadro III.W, se define el tipo de manejo de materiales que se empleará para cada tipo de pieza a través del proceso.

CUADRO III.W MANEJO DE LAS DIFERENTES PIEZAS DURANTE EL PROCESO.

DESCRIPCION DEL PRODUCTO	FLUJO O MOVIMIENTO								
	INTENSIDAD DE FLUJO	DESDE	HASTA	DISTANCIA (MTS)	MANEJO	DESDE	HASTA	DISTANCIA (MTS)	MANEJO
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE MUROS	216 PZAS/TURNO	TREN DE CORTE	ESCOPLADORA AUTOMATICA	07	AUTOMATICO	ESCOPLADORA AUTOMATICA	ROLADORA	07	SEMIAUTOMATICO
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE TECHOS	48 PZAS/TURNO	TREN DE CORTE	ESCOPLADORA AUTOMATICA	07	AUTOMATICO	ESCOPLADORA AUTOMATICA	ROLADORA	07	SEMIAUTOMATICO
TAPAS LATERALES DE PISOS Y TECHOS	48 PZAS/TURNO	TREN DE CORTE	CIZALLA	13	M.C. 1 Y 2	CIZALLA	ALMACEN DE P.P.	07	MANUAL
TAPAS TRANSVERSALES DE PISOS Y TECHOS	96 PZAS/TURNO	TREN DE CORTE	CIZALLA	13	M.C. 1 Y 2	CIZALLA	ALMACEN DE P.P.	07	MANUAL
PARED EXTERIOR DE PISOS	24 PZAS/TURNO	TREN DE CORTE	ESCOPLADORA AUTOMATICA	07	AUTOMATICO	ESCOPLADORA AUTOMATICA	ROLADORA	07	SEMIAUTOMATICO
PARED INTERIOR DE PISOS	24 PZAS/TURNO	TC	ESCOPL. AUT.	07	AUTOMAT.	ESCOPL. AUT.	ROLADORA	07	SEMIAUT.
		AMP	CIZALLA	10	MANUAL	CIZALLA	AL. DE P.P.	07	MANUAL
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE ESQUINEROS	112 PZAS/TURNO	TREN DE CORTE	CIZALLA	13	M.C. 1 Y 2	CIZALLA	ALMACEN DE P.P.	07	MANUAL
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE PUERTAS	24 PZAS/TURNO	TREN DE CORTE	CIZALLA	13	M.C. 1 Y 2	CIZALLA	ALMACEN DE P.P.	07	MANUAL
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE POSTES P/MARCOS	48 PZAS/TURNO	TREN DE CORTE	CIZALLA	13	M.C. 1 Y 2	CIZALLA	ALMACEN DE P.P.	07	MANUAL
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE TRAVES. P/MARCOS	24 PZAS/TURNO	TREN DE CORTE	CIZALLA	13	M.C. 1 Y 2	CIZALLA	ALMACEN DE P.P.	07	MANUAL
REFUERZOS PARA PUERTAS Y MARCOS	144 PZAS/TURNO	CIZALLA	ALMACEN DE P.P.	04	MANUAL	ALMACEN DE P.P.	BOLDE CORTEK	19.5	MANUAL

DESCRIPCION DEL PRODUCTO	FLUJO O MOVIMIENTO									
	INTENSIDAD DE FLUJO	DESDE	HASTA	DISTANCIA (MTS)	MANEJO	DESDE	HASTA	DISTANCIA (MTS)	MANEJO	
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE MUROS	216 PZAS/TURNO	ROLADORA	DOBLADORA TANGENCIAL	07	SEMIAUTOMATICO	DOBLADORA TANGENCIAL	ALMACEN DE P.P.	13	MANUAL	
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE TECHOS	48 PZAS/TURNO	ROLADORA	DOBLADORA TANGENCIAL	07	SEMIAUTOMATICO	DOBLADORA TANGENCIAL	A.P.P.	13	MANUAL	
							M. MANHY	30 Y 26	C.M. "A" y "B"	
TAPAS LATERALES DE PISOS Y TECHOS	48 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	ESCOPLADORA SEMIAUTOM.	10	MANUAL	ESCOPLADORA SEMIAUTOM.	ALMACEN DE P.P.	09	MANUAL	
TAPAS TRANSVERSALES DE PISOS Y TECHOS	96 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	ESCOPLADORA SEMIAUTOM.	10	MANUAL	ESCOPLADORA SEMIAUTOM.	ALMACEN DE P.P.	10	MANUAL	
PARED EXTERIOR DE PISOS	24 PZAS/TURNO	ROLADORA	DOBLADORA TANGENCIAL	07	SEMIAUTOMATICO	DOBLADORA TANGENCIAL	ALMACEN DE P.P.	13	MANUAL	
							M. MANHY	26	E.M. "A" y "B"	
PARED INTERIOR DE PISOS	24 PZAS/TURNO	ROLADORA	DOB. TANG.	07	SEMIAUT.	DOB. TANG.	A.P.P.	13	MANUAL	
			A.OE P.P.	ESC. SEM.	10	MANUAL	ESC. SEM.	M. MANHY	26	MANUAL
			A.OE P.P.	ESC. SEM.	10	MANUAL	ESC. SEM.	A.P.P.	09	MANUAL
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE ESQUINEROS	112 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	ESCOPLADORA SEMIAUTOM.	10	MANUAL	ESCOPLADORA SEMIAUTOM.	ALMACEN DE P.P.	09	MANUAL	
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE PUERTAS	24 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	ESCOPLADORA SEMIAUTOM.	10	MANUAL	ESCOPLADORA SEMIAUTOM.	ALMACEN DE P.P.	09	MANUAL	
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE POSTES P/MARCOS	48 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	ESCOPLADORA SEMIAUTOM.	10	MANUAL	ESCOPLADORA SEMIAUTOM.	ALMACEN DE P.P.	09	MANUAL	
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE TRAVES. P/MARCOS	24 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	ESCOPLADORA SEMIAUTOM.	10	MANUAL	ESCOPLADORA SEMIAUTOM.	ALMACEN DE P.P.	09	MANUAL	

CUADRO III. B CONTINUACION.

DESCRIPCION DEL PRODUCTO	FLUJO O MOVIMIENTO								
	INTENSIDAD DE FLUJO	DESDE	HASTA	DISTANCIA (MTS)	MANEJO	DESDE	HASTA	DISTANCIA (MTS)	MANEJO
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE MUROS	216 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	MOLDE CRIOS	09	MANUAL				
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE TECHOS	48 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	MOLDE MANNY	17	MANUAL				
TAPAS LATERALES DE PISOS Y TECHOS	48 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	PRENSA DOBLADORA	06	MANUAL	PRENSA DOBLADORA	AL.P.P.	09	MANUAL
TAPAS TRANSVERSALES DE PISOS Y TECHOS	96 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	PRENSA DOBLADORA	06	MANUAL	PRENSA DOBLADORA	AL.P.P.	09	MANUAL
PARED EXTERIOR DE PISOS	24 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	MOLDE MANNY	17	MANUAL				
PARED INTERIOR DE PISOS	24 PZAS/TURNO	A.P.P.	M. MANNY	17	MANUAL				
		A.P.P.	PREN. DOB.	06	MANUAL	PREN. DOB.	AL.P.P.	09	MANUAL
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE ESQUINEROS	112 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	PRENSA DOBLADORA	06	MANUAL	PRENSA DOBLADORA	AL.P.P.	09	MANUAL
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE PUERTAS	24 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	PRENSA DOBLADORA	06	MANUAL	PRENSA DOBLADORA	AL.P.P.	09	MANUAL
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE POSTES P/MARCOS	48 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	PRENSA DOBLADORA	06	MANUAL	PRENSA DOBLADORA	AL.P.P.	09	MANUAL
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE TRAVES. P/MARCOS	24 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	PRENSA DOBLADORA	06	MANUAL	PRENSA DOBLADORA	AL.P.P.	09	MANUAL

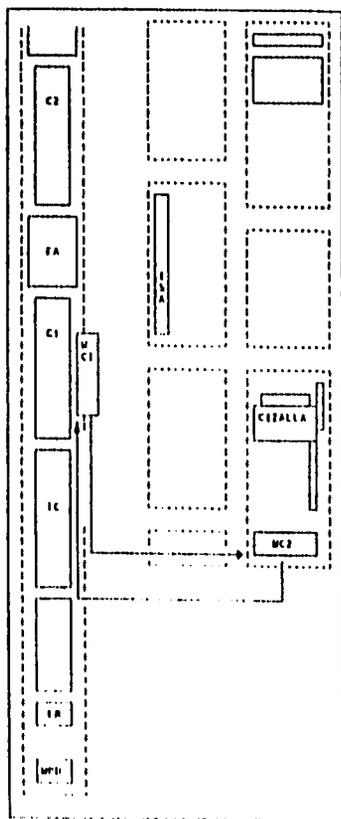
DESCRIPCION DEL PRODUCTO	FLUJO O MOVIMIENTO								
	INTENSIDAD DE FLUJO	DESDE	HASTA	DISTANCIA (MTS)	MANEJO	DESDE	HASTA	DISTANCIA (MTS)	MANEJO
TAPAS LATERALES DE PISOS Y TECHOS	48 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	MOLDE MANNY	29	CONT. MOV. "a" y "b"				
TAPAS TRANSVERSALES DE PISOS Y TECHOS	96 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	MOLDE MANNY	29	CONT. MOV. "a" y "b"				
PARED INTERIOR DE PISOS	24 PZAS/TURNO	AL.P.P.	MOLDE MANNY	29	MANUAL				
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE ESQUINEROS	112 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	MOLDE MANUAL	13	MANUAL				
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE PUERTAS	24 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	MOLDE CONTEK	08	MANUAL				
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE POSTES P/MARCOS	48 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	MOLDE CONTEK	09	MANUAL				
PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE TRAVES. P/MARCOS	24 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.P.	MOLDE CONTEK	09	MANUAL				
MUROS	108 PZAS/TURNO	MOLDE CRIOS	ALMACEN DE P.T.	06	MANUAL	ALMACEN DE P.T.	CAMION	38	SEMIAUTOMATICO
TECHOS	24 PZAS/TURNO	MOLDE MANNY	ALMACEN DE P.T.	10	S.A./MAN.	ALMACEN DE P.T.	CAMION	12	SEMIAUTOMATICO
				14	MANUAL				
PISOS	24 PZAS/TURNO	MOLDE MANNY	ALMACEN DE P.T.	10	S.A./MAN.	ALMACEN DE P.T.	CAMION	32	SEMIAUTOMATICO
				14	MANUAL				
ESQUINEROS	56 PZAS/TURNO	MOLDE MANUAL	ALMACEN DE P.T.	14	MANUAL	ALMACEN DE P.T.	CAMION	23	SEMIAUTOMATICO
PUERTAS	12 PZAS/TURNO	MOLDE CONTEK	DEPTO DE ENSAMBLE	14	MANUAL	DEPTO DE ENSAMBLE	ALMACEN DE P.T.	05	MANUAL
MARCOS	12 PZAS/TURNO	MOLDE CONTEK	DEPTO DE ENSAMBLE	14	MANUAL	DEPTO DE ENSAMBLE	ALMACEN DE P.T.	05	MANUAL

DESCRIPCION DEL PRODUCTO	FLUJO O MOVIMIENTO				
	INTENSIDAD DE FLUJO	DESDE	HASTA	DISTANCIA (MTS)	MANEJO
PUERTAS CON MARCOS EN-SAMBLADOS	12 PZAS/TURNO	ALMACEN DE P.T.	CAMION	12	SEMI-AUTOMATICO

A continuación se especifican los diferentes manejos de los productos.

Manejo de los productos que pasarán del tren de corte a la cizalla.

Una vez realizadas las habilitaciones en el tren de corte, se colocarán manualmente en una mesa contenedor que estará colocada paralelamente al tren. Una vez colocada cierta cantidad de piezas en la mesa, ésta se desplazará a la posición frontal de la cizalla. Se colocará otra mesa contenedor en la posición que ocupaba la primera, con el propósito de continuar colocando piezas, para después procesarlas en la cizalla. La Fig. III.25, muestra dichos movimientos.



III.25 MANEJO DE PIEZAS, DEL TREN DE CORTE A LA CIZALLA

Una vez que se tenga la primera mesa en la posición frontal de la cizalla, los operarios de esta máquina, realizarán las maniobras para proceder al corte. Posteriormente colocarán las piezas en el almacén de productos en proceso que se ubica a la izquierda de la máquina. Nuevamente en forma manual se realizará el manejo de las piezas que hayan sido formadas, para proceder al escoplado semiautomático y colocarlas después en el almacén situado en el extremo derecho de la escopladora; los operarios de la prensa dobladora, recogerán manualmente las piezas para proceder al formado y depositarlas en el último almacén de esta zona, dispuesto enfrente de la prensa

En el almacén de piezas formadas, se encontrarán contenedores acordes a cada tipo de pieza, de tal manera, que se clasificarán de acuerdo al molde de inyección al que pasarán; por lo tanto, la identificación de las piezas será sencilla. Debido a que los moldes kontek y manuales se dispondrán a distancias relativamente cercanas de la prensa dobladora (8 y 10 mts.) en promedio respectivamente, el traslado de las piezas que corresponda para dichos moldes, se realizará en forma manual por los operarios encargados de atender tales equipos; sin embargo, para transportar las tapas lateral y transversales de pisos y techos se recorrerán 24 mts. lo que representa una distancia significativa, por tal motivo, se proponen contenedores móviles para estas piezas para transportarlas en conjunto, economizando así movimientos y evitando interferencias constantes con los operarios de los moldes kontek y manuales.

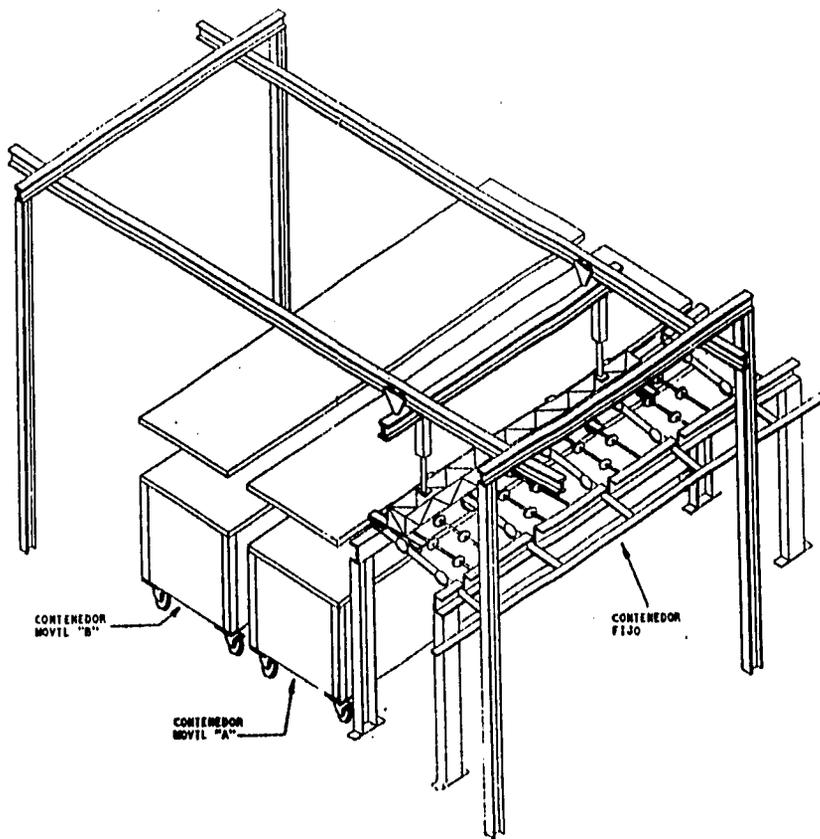
#### **Manejo de las piezas procesadas en línea.**

Del tren de corte a la escopladora automática; el tren cuenta con un sistema de avance que colocará las piezas en una banda transportadora, la cual estará controlada por un tablero, de tal manera que un trabajador regule el recorrido de los productos hacia la operación de escoplado.

De la escopladora automática a la roladora; la escopladora tiene un sistema de avance que depositará las piezas escopladas en un transportador que las conducirá hasta la roladora.

De la roladora a la dobladora tangencial; el sistema de la roladora proporcionará un avance a las piezas que las depositará en un contenedor de rodillos de plástico, una vez allí, una persona les dará el impulso suficiente para introducir las en la dobladora tangencial. La máquina realizará la operación en un extremo de la pieza, posteriormente se desplazará dicha pieza para proceder al formado del otro extremo. El último movimiento será posible gracias al contenedor de rodillos que se colocará al final de la línea.

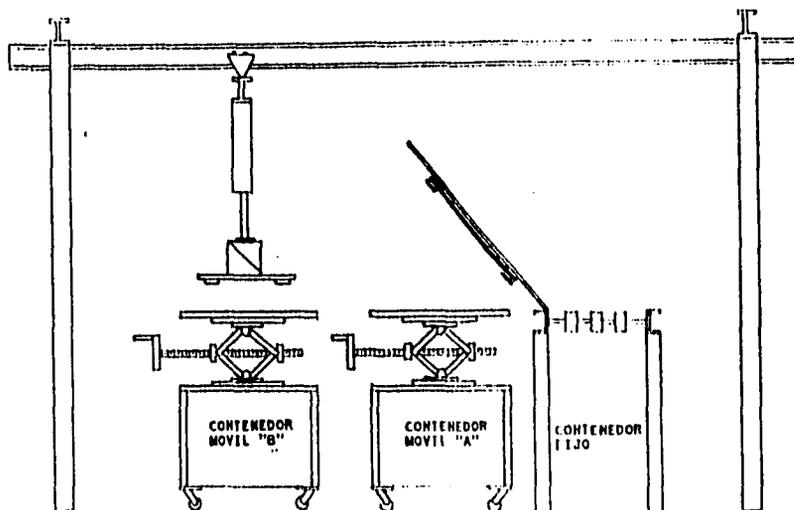
Después de que las paredes para pisos, techos y muros hayan sido procesadas en línea y se encuentren listas para la operación de espumado de los paneles correspondientes, el manejo de las piezas de longitudes aproximadas a 7 mts. resulta complejo debido al poco espesor de la lámina; por lo tanto, se propone un manejo a través de dos estructuras con ventosas, una montada sobre el contenedor fijo y la otra suspendida de dos cilindros neumáticos anclados a una viga móvil (Fig. III.26).



III.26 ESTRUCTURA PARA MANEJO DE PIEZAS GRANDES AL FINAL DE LA DISPOSICION EN LINEA

Debido a que todas las piezas se encontrarán en la misma posición al final de la línea, se hace necesario dar un giro de 180° a aquellas que correspondan a paredes exteriores de pisos y techos, para que posteriormente se facilite su colocación en el molde manny. Para ello se empleará la estructura con ventosas montada sobre el contenedor fijo, con la cual se depositarán las piezas sobre el contenedor móvil "A".

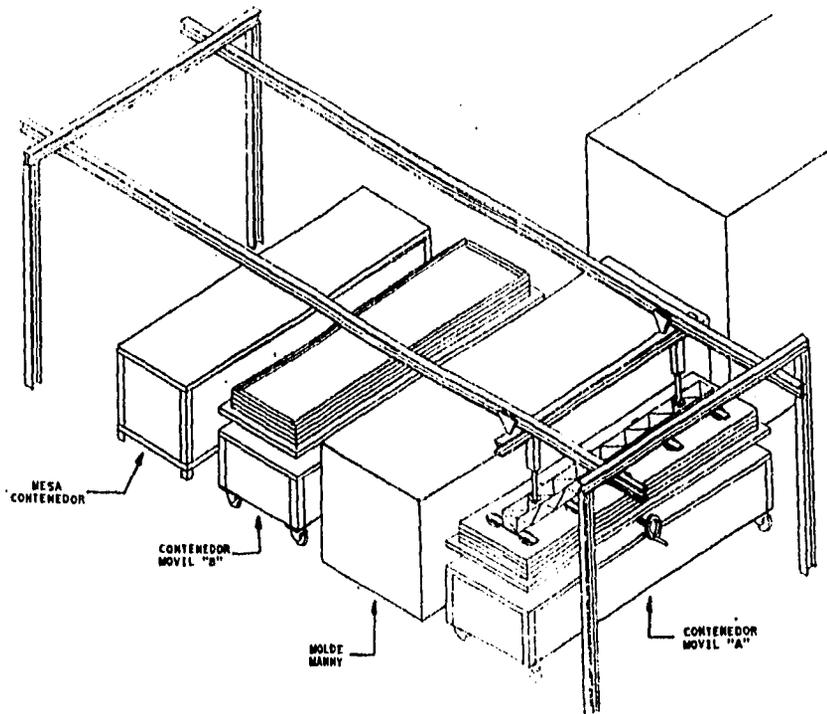
Las piezas correspondientes a paredes interiores se manejarán mediante la estructura con ventosas suspendida de los cilindros neumáticos, la cual se posicionará encima de la pieza y la sujetará mediante un vacío, posteriormente se desplazará hasta el contenedor móvil "B" y la depositará allí desactivando el vacío. La Fig. III.27, muestra el manejo de piezas al final de la línea.



III.27 MANEJO DE LAS PAREDES INTERIOR Y EXTERIOR DE GRAN TAMAÑO AL FINAL DE LA LÍNEA

Los pasos anteriores se repetirán hasta completar la cantidad necesaria de piezas. Una vez concluidas estas operaciones los contenedores móviles "A" y "B" se desplazarán hasta quedar uno a cada lado del molde manny en forma paralela a la mesa de preparación de este molde.

El manejo de las piezas en esta parte del proceso se realizará a través de una estructura con ventosas suspendida de dos cilindros neumáticos anclados a una viga móvil (Fig. III.28), la cual se podrá desplazar transversalmente por encima del molde, sujetando las paredes interior y exterior y depositándolas en la mesa de preparación del molde. Esta estructura será útil también para retirar los paneles ya espumados del molde y colocarlos sobre una mesa ubicada paralelamente al contenedor móvil "B".



III.27 ESTRUCTURA PARA MANEJO DE PIEZAS EN EL MOLDE PARA PISOS Y TECHOS

El manejo de las paredes interior y exterior para muros se realizará en forma manual desde el último contenedor en línea hasta el almacén de producción en proceso y/o al molde rotatorio (crías).

Los paneles se transportarán en forma manual desde los moldes de inyección manny, crios, y manuales para esquineros hasta el almacén de producto terminado mientras que, del molde contek se llevarán al departamento de ensamble de puertas, y de allí también en forma manual al almacén.

El embarque de los paneles se realizará mediante la banda que se dispondrá en el extremo derecho de la planta, en forma paralela al almacén de producto terminado, la cual los transportará hasta los camiones de entrega.

#### **Fase IV.**

Instalación, esta fase comprende la puesta a punto de los sistemas de manejo de materiales; sin embargo, las actividades de instalación de los contenedores de 7 mts. Intermedios entre el tren de corte, la escopeladora automática, la roledora y la dobladora tangencial, así como el último al final de la línea, están contempladas en la fase de instalación de la nueva disposición de la planta. También en dicha fase serán instaladas las estructuras con ventosas y la banda transportadora antes mencionadas. (ver cuadros III.P,Q y R del tema de la distribución de la planta).

Lo anterior es posible gracias a que el proyecto de reingeniería que se presenta, comprende el cambio global de la planta, y no el manejo de materiales o la nueva disposición de la planta por separado; por lo tanto, se han conjuntado ambos problemas en una sola fase de instalación.

## Conclusiones

Los cambios que se han generado en las economías mundiales han llevado a los países a formar bloques de libre comercio, lo que ha provocado una modernización de la infraestructura de las organizaciones productivas, para mejorar así su posición en los mercados, es por esto que se hace obligado el desarrollo tecnológico de la industria nacional para hacer competitivas a las empresas locales frente a las grandes empresas trasnacionales.

La competencia por los mercados ha llevado al empresario a la reestructuración de los procesos productivos, en nuestro caso se propone la reconversión de la planta aplicando los conceptos de reingeniería, la cual es una estrategia empresarial de enfoques globalizados que proyecta a las empresas hacia los mercados actuales y hacia las tendencias generales y particulares.

La reconversión de la planta comprende el rediseño del producto mejorando su eficiencia y promoviendo su simplicidad para beneficio del consumidor; además con el rediseño del proceso de manufactura se eleva el potencial productivo de la planta a la vez que se abaten los costos de operación, ofreciendo de esta manera un mejor producto al mercado aún precio más bajo y con una mejor calidad, es decir se logra una empresa más productiva.

Al realizar la reconversión de la planta, se logrará contar con un mejor producto que se obtendrá a través de un proceso más simple y ecológico.

La proyección de la industria de la refrigeración en los mercados nacional e internacional justifica la reconversión que se realizará en la planta.

## BIBLIOGRAFIA

Abusada-Salah, Roberto. El Nivel de Utilización del Capital Instalado y la Especificación de la Función de Producción. CISEPA. Perú 1983

Duval, Claude. La Eficacia Personal en la Empresa. Hispano Europea. España, 1990

Ferdinand, P. y Jhonston, Jr.. Mecánica vectorial para ingenieros. Mc. Graw Hill México 1980.

Goslin, Lewis. El Sistema de Diseño de Productos. El Ateneo. Argentina, 1984

Hammer, Michael y Champy, James. Reingeniería. Grupo Editorial Norma. Colombia, 1994

Hopeman, Richard. Producción, Concepto, Análisis y Control. CECSA. México, 1976

Jimenez Caro, Francisco. Procesos de Manufactura. AGT Editor, S.A.. México, 1990

Konz, Stephan. Manual de Distribución de Plantas Industriales. Diseño e Instalaciones. Vols. 1, 2 y 3. Grupo Editorial Noriega. Ciencia y Técnica. México, 1992

Lock, Denis. Como Gerenciar la Calidad Total. Estrategias y Técnicas. LEGIS Editores. S.A. Colombia 1993.

Maynard, H.B.. Manual de Ingeniería de la Producción Industrial. Reverté. España, 1992

Nadler, Gerald. Diseño de Sistemas de Operación. El Ateneo. Argentina, 1989

Oficina Internacional del Trabajo. Introducción al Estudio del Trabajo. LIMUSA. México, 1990

Velázquez. Administración de Sistemas de Producción. LIMUSA México, 1986