

## Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción



**“Selección, Montaje y Diseño de  
Accesorios de Maquinaria para la  
Elaboración de Envases de Hojalata  
por medio de Soldadura por  
Resistencia Eléctrica”**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la Obtención del Título de:

**INGENIERO MECANICO**

Presentada por:

**Pablo Aníbal Montero Bucheli**



Guayaquil - Ecuador

Año - 2001

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecerle a Dios por darme la vida y unos padres maravillosos, a mis hermanos que los quiero y la capacidad para ser capaz de alcanzar mis objetivos personales que son el desarrollo espiritual, el humano y el profesional. Le agradezco también al Ingeniero Manuel Helguero por estar presente y apoyarme en el desarrollo de este trabajo. A mis amigos y compañeros de estudio les agradezco por hacer esta etapa de Mi Vida llena de lindas experiencias y anécdotas inolvidables. Por último le agradezco a todos los que están y no están presentes junto a Mí.

Gracias.

## DEDICATORIA



A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS SOBRINOS

A MI FAMILIA

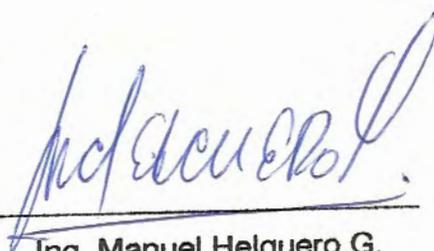
A MIS AMIGOS

## TRIBUNAL DE GRADUACION



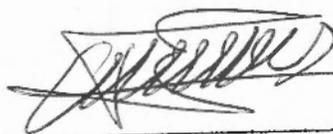
Ing. Mario Patiño A.

SUBDECANO DE LA FIMCP



Ing. Manuel Helguero G.

DIRECTOR DE TESIS



Ing. Edmundo Villacís M.

VOCAL

## DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



---

Pablo Anibal Montero Bucheli

## INDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE PLANOS.....	VIII
INTRODUCCION.....	1
I PROCESO.....	3
1.1 Materia Prima Utilizada en la Fabricación de Envases.....	3
1.1.1 Hojalata.....	4
1.1.2 Características de la Hojalata.....	5
1.1.3 Barnices y sus características.....	20
1.1.4 Proceso de Corte de Láminas.....	35
1.2 Descripción del Proceso.....	36
1.2.1 Formación por Embutición: Tapas y Fondo.....	41
1.2.2 Formación por Soldadura por Resistencia.....	42
1.2.3 Principio de Soldadura por Resistencia.....	44
1.2.4 Proceso de Colocación de Fondo.....	51

1.2.5 Paletizaje y Almacenaje.....	54
<b>II IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>56</b>
2.1 Reseña Histórica del Envase de tres Piezas.....	56
2.2 Enfoque de la Situación Actual.....	60
2.3 Justificación de la Necesidad en el País.....	62
2.4 Campo de Acción.....	65
<b>III PLANTEAMIENTO DE SOLUCION SELECCION DE OFERTANTES Y DESCRIPCION DE EQUIPOS.....</b>	<b>71</b>
3.1 Planteamiento General.....	71
3.2 Criterio de Selección de Ofertantes.....	74
3.3 Equipos a Seleccionar.....	76
3.4 Descripción de Equipos Seleccionados.....	78
3.5 Accesorios y Requerimientos.....	90
3.6 Planificación de Compra.....	93
<b>IV DISEÑO DE EQUIPOS ADICIONALES.....</b>	<b>97</b>
4.1 Elevadores Magnéticos.....	98
4.2 Sistema de Transportación y Acumulación de Envases.....	109
4.3 Sistema de Refrigeración por Agua Templada.....	121
4.4 Paletizador de envases.....	127

4.5 Montaje y Puesta a Punto.....	148
<b>V ANALISIS COSTO BENEFICIO.....</b>	<b>154</b>
5.1 Descripción del Proyecto.....	154
5.2 Resumen de Costos del Sistema.....	159
5.3 Análisis de los Costos de Inversión.....	165
<b>VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>168</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>X</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>XI</b>

## RESUMEN

En el presente trabajo se recopilará información sobre los estudios realizados en la fabricación de envases de hojalata y se ha llegado a la conclusión de que el antiguo método de fabricarlo presenta un problema muy grave para la salud del consumidor final, el hombre puesto eran soldados por medio de plomo estaño y en su interior hay un producto de consumo como carnes de pescado, verduras y granos.

Este problema surge cuando se realizaron estudios donde la presencia de plomo en el cuerpo humano es perjudicial para la salud y este ha sido el motivo del por qué se han eliminado muchos productos del mercado que contienen este elemento químico.

Existen otras empresas de países desarrollados que se encargan del desarrollo, diseño y construcción de máquinas para la fabricación de este tipo de envase, los países como Estados Unidos, Japón, Suiza, España, Brasil entre otros. La empresa Soudronic de procedencia Suiza-Italiana construye este tipo de maquinaria y tiene una variedad de modelos los cuales al realizarse un estudio de cual de todos estos modelos se ajustaba tanto a los niveles de producción, costos, capacitación y de piezas de recambio.

También es necesario en este tipo de líneas la presencia de otros sistemas como el sistema modular de estaciones múltiples en el fin de línea, que es otra máquina de tecnología de punta que le hace la pestaña, el rolado y le coloca el fondo, todo esto en un solo lugar, para luego transportarlo al paletizador.

Otra de las características que presenta este tipo de maquinaria es la facilidad de intercambio de piezas para variar el tipo de diámetro y altura del envase que se desee producir. Estas son las ventajas que se presentan con el actual método comparado con el anterior en el que solo se podía producir un tipo de envase. Los accesorios que se nombran a continuación cumplen funciones específicas y son requeridos para realizar productos con una excelente calidad.

La selección de los accesorios necesarios para la operación de la línea como: bandas de transporte de envases, tales como aceleradoras, sistema de recubrimiento de barniz líquido en la parte exterior del hilo de soldadura del envase, hornos, para el secado y curado del cuerpo de los envases, son otro motivo de análisis de esta tesis.

El diseño y construcción de otros accesorios como: elevadores magnéticos, el sistema de transportación y acumulación de envases, el sistema de

refrigeración por agua temperada, paletizador de envases que adicionalmente serán analizados.

Quizás el presentar tantos accesorios para la operación de la línea pareciera que no se justifica tanta inversión, pero si se analiza por el lado de la salud de las personas donde la presencia en el envase de plomo ocasiona muchos inconvenientes en la salud, no tendría cabida a puntos de comparación, pues el envase al final se lo adquiere para el consumo del producto que se encuentra en su interior, que en la mayoría de los casos son alimentos; financieramente la inversión se recobraría a corto plazo.

## ABREVIATURAS

SR	Hojalata simplemente Reducidas al frío
DR	Hojalata doblemente Reducida al frío
T	Temple
CA	Colada continua
CDC	Dicrometro de Sodio Catódico
DOS	Dioctil Sebocate
LTS	Lightly Tin Coated Steel
ETP	Electrolitic Tin Plate
ASTM	American Standard Technical
HP	Caballos de Fuerza
DHP	Caballos de Fuerza de Diseño
RPM	Revoluciones por minuto
SF	Factor de Seguridad
VA	Voltamperios
fs	Coefficiente de Fricción
ph	Potencial de Hidrogenación
Z	Número de dientes
N	Newton
Kpa	Kilo Pascales
KW	Kilo Watts

## SIMBOLOGIA

I	Corriente
F	Fuerza
$V_s$	Velocidad de soldadura
N	Newton
$\omega$	Velocidad Angular
$\Omega$	Ohmios
$\phi$	Diámetro
$\pi$	Pi radianes
P	Presión
A	Area
H	Altura

## INDICE DE TABLAS

Tabla I	Como Seleccionar una Cadena de Rodillos (A - 38)
Tabla II	Selección de Cadena de Rodillos ANSI (A - 40)
Tabla III	Selección de Cadena de Rodillos ANSI (A - 41)
Tabla IV	Selección de Cadena de Rodillos ANSI (A - 42)
Tabla V	Selección de Cadena de Rodillos ANSI (A - 43)
Tabla VI	Selección de Cadena de Doble Paso de Rodillos ANSI (A - 45)
Tabla VII	Tabla de Cadena Seleccionada vs. Potencia ANSI (A - 44)

## INDICE DE PLANOS

Plano 1	Vista General
Plano 2	Línea de Envases de Tres Piezas
Plano 3	Elevador Magnético de Envases
Plano 4	Transportador de Envases
Plano 5	Palletizador de Envases
Plano 6	Isométrico

## INTRODUCCION

Durante el desarrollo de esta tesis se tratará de introducir al mundo de la fabricación de los envases de hojalata, teniendo un campo específico de acción, la formación de los envases de tres piezas, para lo cual se tienen que tomar en cuenta las diferentes normas existentes para este tipo de fábricas con el fin de obtener un producto de buena calidad.

En primer lugar se tienen que conocer los diferentes procesos existentes para la formación de estos envases, existen dos métodos y son: por embutición profunda y el de soldadura por resistencia eléctrica, la diferencia básica entre ellos es que el primero se forma por dos piezas, mientras el otro por tres.

Durante este desarrollo se informará del proceso para esta fabricación, teniendo claro el tipo de materia prima a emplear y el desarrollo técnico que se desea implantar, para lo cual se tomará en cuenta la selección de nuevas máquinas formadoras de estos envases, llevando de la mano un nuevo sistema mucho más rápido para colocar el fondo formando el envase.

También se tiene que conocer el medio en el cual se va a comercializar este producto, los volúmenes de producción deben estar relacionados con el nuevo potencial generado por esta nueva línea. Saber cuales son los

requerimientos necesarios para realizar la instalación, va cogido de la mano con el diseño de los diferentes accesorios que harán de este sistema de producción uno de los más eficientes de la empresa.

Luego de la selección y del diseño de todos los equipos que forman la línea, se utilizarán los diagramas de Pert y Gantt para la ejecución del montaje, el mismo que servirá como guía para la ejecución de la obra, dándole una mayor importancia al tiempo que se tardará en culminar la obra.

Como punto final, se analizará el costo generado por realizar este proyecto, en el que incluyen los diferentes equipos importados, los equipos manufacturados en el taller y otros equipos adicionales que permitirán recobrar la inversión en un período de corto plazo.

En el final se encuentran las diferentes sugerencias y conclusiones que permitirán a otras personas interesarse en el proyecto realizado.

# CAPITULO I

## 1. PROCESO

Los envases de hojalata, son fabricados principalmente mediante dos procesos, los cuales son: por medio de embutición profunda y de soldadura por resistencia eléctrica. En el estudio que se realiza a continuación se estudiara profundamente el segundo caso, en el que se explica el proceso seguido para fabricar dicho envase.

### 1.1 Materia Prima Utilizada en la Fabricación de Envases

Los envases de hojalata reciben el nombre de envases sanitarios y son manufacturados especialmente, para procesar y conservar alimentos o cualquier producto que se quiera mantener durante un mayor periodo de tiempo. Debido a que los alimentos se diferencian entre sí por sus propiedades químicas, los envases deben ser contruidos físicamente para cada producto especifico y su proceso.

Para la fabricación de estos envases se utiliza la siguiente materia prima:

- La hojalata, y;
- Los barnices.

Cabe resaltar que dependiendo del tipo de producto que se envase se utilizará barniz tanto para el interior como en el exterior. Se necesita también realizar un breve análisis de la materia prima, pues de la calidad de cada uno de ellas depende la excelente calidad del producto final el envase.

### **1.1.1 Hojalata**

La hojalata es un material heterogéneo de estructura estratificada, cuya base es una lámina de acero dulce de bajo contenido de carbono, recubierta en ambas caras por una capa muy delgada de estaño.

El espesor de la capa de estaño está en función de:

- Tipo de envase a fabricar,
- Producto a preservar,
- Proceso de fabricación, y;
- Destino final del artículo.

### 1.1.2 Características de la Hojalata

El tipo de Acero utilizado en la fabricación de la hojalata es de bajo contenido de carbono, y puede ser obtenido por medio de colada continua o por lingoteras; por su composición química, los aceros utilizados en la fabricación de la hojalata se clasifican en:

- Acero Tipo D.- Es un acero apagado, es decir desoxidado con aluminio, que se utiliza en la fabricación de domos y fondos de aerosol, envases de embutido profundo para envases de hojalata de dos piezas. (two piece can).
- Acero Tipo L.- Es un acero que contiene bajo porcentaje de elementos residuales como: Cr, Ni, Mo y otros, por su elevada resistencia a la corrosión interna se utiliza para obtener mejores resultados en el envasado de productos alimenticios.
- Acero Tipo MR.- Este tipo de acero es muy similar al tipo L, con una excepción, el contenido de elementos residuales, pero se puede decir que por su buena resistencia a la corrosión interna, es el de mayor uso en la industria de envases de hojalata.

En el proceso de fabricación de envases, estos están expuestos a diferentes fuerzas tanto de manufactura, transporte y proceso, en especial en cuanto a resistencia se refiere, las características más

importantes que la hojalata debe tener para minimizar daños, son el espesor y el temple.

TIPOS DE ACEROS USADOS EN CONSTRUCCION DE ENVASES  
DE HOJALATA

ACEROS %	C	OMn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	Otros
Tipo D	0.12	0.60	0.02	0.05	0.02	0.20				
Tipo L	0.13	0.60	0.015	0.05	0.01	0.06	0.04	0.06	0.05	0.02
Tipo MR.	0.13	0.60	0.02	0.05	0.01	0.20				

El espesor de la chapa de acero en la fabricación de envases de hojalata preferentemente es de dos medidas y está dado por las siguientes características: La convencional o **Simplemente Reducida** al frío (SR), que usualmente esta en el rango de 0.18mm a 0,38 mm y la **Doblemente Reducida** al frío (DR), que por su fortaleza hace posible la reducción de espesores al rango de 0.14 mm a 0.28 mm. El espesor de la hojalata está dado en mm, en el sistema métrico decimal y en libras por caja base en el sistema Inglés. El sistema Inglés relaciona el espesor de la hojalata al peso que nos da la superficie que representa 112 láminas de 20 pulg x 14 pulg. Ejemplo :

Una hojalata de 80 Lbs. Base será 20 pulg x 14 pulg x 112 = 31360 pulg<sup>2</sup> que pesa 80 lbs. La equivalencia entre libras / caja base y mm, está dada por la relación siguiente

$$\text{lb./c.b.} = 0.15902 \times 2.200 \times \text{espesor (mm.)}$$

Ejemplo: La relación a lb. / c.b. de una hojalata de espesor 0.18 mm es:

$$0.15902 \times 2.200 \times .18 = 63 \text{ lb./c.b.}$$

La equivalencia entre libras / caja base y mm, está dada por la relación siguiente

$$\text{lb./c.b.} = 0.15902 \times 2.200 \times \text{espesor (mm.)}$$

En la siguiente hoja se detalla una tabla que explica la cantidad de hojalata por el espesor y el área o superficie por tonelada.

El temple es un término característico de las propiedades mecánicas del acero, se lo llama también endurecimiento, y es un proceso que controla la rapidez de enfriamiento en un material caldeado y se lo puede realizar en el aire, aceite y agua, el templado en agua se emplea en aceros al carbono y para aceros de baja aleación y mediano carbono.

El temple se lo designa por la letra T, y va numerado correlativamente del más suave al más duro, ésta designación se la utiliza en lo relativo a la hojalata convencional o de simple reducción. En lo relacionado a la hojalata de doble reducción, se designa el temple con las letras DR.

En 1 Tonelada de Hojalata Tenemos:

Hojalata		Lbs.xCajas	Kilos	Cajas	Pulgada <sup>2</sup>	Metros <sup>2</sup>
Base	Esp (mm)	Base	/ m <sup>2</sup>	Base	(plgs <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )
65	0.18	62,97	1,4148	34,94	1'095.718	706,915
70	0.20	69,97	1,5720	31,43	985.644	635,899
75	0.21	73,47	1,6506	2995	939.232	605,956
77	0.22	76,97	1,7292	28,58	8963269	578,238
80	0.23	80,46	1,8078	27,34	857.382	533,150
85	0.24	83,96	18864	26,21	821.946	530,288
90	0.25	87,46	1,9650	25,16	789.016	509,044
100	0.28	97,96	2,2008	22,46	704.346	454,417
115	0.33	115,45	2,5938	19,06	597.722	385,627

Dentro de la designación del temple de la hojalata de simple reducción encontramos que en determinados casos se le a agrega a continuación del número correspondiente al temple solicitado las letras

CA, esto significa que requerimos hojalata cuyo acero sea obtenido por medio de colada continua.

El metal base para la obtención de hojalata de doble reducción se obtiene por medio de dos reducciones sucesivas en frío, esto le permite tener mayor rigidez y resistencia comparándolo con el metal base convencional, dando como resultado la misma resistencia en secciones mucho más delgadas pudiendo fabricarse mayor cantidad de envases por tonelada de metal.

Otro término empleado es la dureza que es la resistencia que presenta un material ante una muesca o hendedura, el punto puede ser redondeado o puntiagudo y es hecho de un material más duro que la pieza que se someta a la prueba. La dureza Rockwell se la usa ampliamente con varias escalas disponibles para diferentes rangos de dureza.

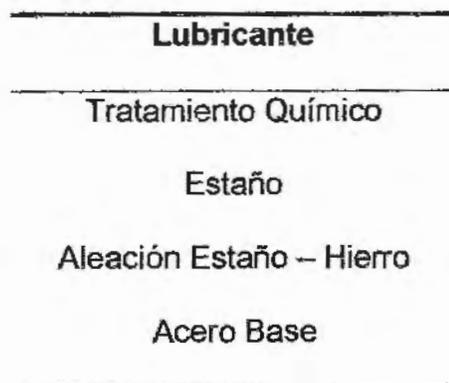
La hojalata además es tratada en sus caras químicamente, para evitar su oxidación prematura usualmente se utiliza el tratamiento CDC (Dicrometo de Sodio Catódico).

**TEMPLE DE LA HOJALATA Y USOS MÁS RECOMENDADOS**

Temple	Dureza	Usos y Recomendaciones Hojalata
	Rockwell	Convencional
T-1	46 - 52	Embutidos profundos como ser envases ovales, cuellos, juguetería, etc.
T-2	50 - 60	Embutidos moderados, tapas oval, envases cuadrados
T-2 ½	52 - 58	Anillos de pintura, en general para requerimientos de dureza moderados.
T-3	54 - 60	Cuerpos de envases diversos que requieren una apropiada dureza.
T-4 CA	58 - 64	Tapas coronas, tapas y fondos de envases, ofrece resistencia relativamente alta.
T-5 CA	62 - 68	Cuerpos y fondos de envases cuando es necesario cambiar: Dureza, alta resistencia y facilidad de formado.
DR 8	70 - 76	Cuerpos y fondos e envases de diámetros pequeños que requieren alta resistencia.
DR 9	73 - 79	Cuerpos y fondos para envases de diámetros grandes que requieren alta resistencia.
DR 9MM	74 - 80	Cuerpos y fondos para contenedores que necesitan alta resistencia.
DR 10	77 - 83	Cuerpos y fondos para contenedores que necesitan alta resistencia.

Finalmente sobre el tratamiento químico de hojalata se aplica una dosis moderada de lubricante, para prevenir ciertos defectos de transporte (abrasivos) y mejorar la movilidad en las líneas de manufactura; Generalmente se usa el lubricante D.O.S. (Dioctil Sebacate) y petrolatum.

En el esquema siguiente se podrá observar la constitución en la hojalata de la forma de la lámina electrolítica:



El recubrimiento de estaño (coating) en la hojalata viene dado en forma de fina película de metal, esta es depositada por medios electrolíticos y en forma uniforme en la superficie tanto exterior como interior de la lámina de hojalata.

La aplicación de la capa de estaño a nivel mundial, se la hacía por medio de inmersión

baño de estaño fundido, esto daba como resultado un recubrimiento poco uniforme, y además variaba el espesor de la capa.

Después de la Segunda Guerra Mundial, se intensificó la búsqueda de métodos que permitieran obtener mejor calidad y bajo costo, esto llevó al mejoramiento de los procesos electrolíticos lográndose resultados extraordinarios con los métodos Ferrostan y Halógenos.

El mejoramiento de los procesos electrolíticos junto a las bondades de la película hierro-estaño ha permitido en la actualidad obtener hojalata con recubrimiento de estaño muy fino, podemos hablar de recubrimiento de  $0.55 \text{ gr/m}^2$  llamándose en este caso LTS o lightly Tin Coated Steel material que además tiene una alta pasivación que la hace de comportamiento igual o superior a la TFS en determinados usos.

El contenido de estaño dentro del sistema Inglés, se lo conoce como la cantidad de estaño en libras que es aplicada en ambas caras a la superficie resultante en una cara base o sea en 112 láminas de 14 pulg x 20 pulg. Ejemplo:

Una hojalata de 0.25 significa que un cuarto de libra de estaño es depositada en la superficie que comprende 112 láminas de 14 pulg x 20 pulg.

$$112 \times 14 \text{ pulg} \times 20 \text{ pulg} \times 2 = 62.720 \text{ pulg.}^2$$

En el sistema métrico decimal se lo conoce como la cantidad en gramos que se deposita en la superficie de ambas caras de 1 m<sup>2</sup>.

Ejemplo:

Hojalata de 5,6 gr/m<sup>2</sup> significa que cada cara tiene 2,8 gr/m<sup>2</sup>

Comercialmente la hojalata se la designa como ETP (Electrolitic Tin Plate). Como parte final sobre el desarrollo de los procesos electrolíticos, mencionaremos el hecho de que ello ha permitido obtener recubrimientos diferentes en una cata que en la otra, conociéndose en este caso como ETP diferencial, y la identificación se la hace marcando la cara interior con rayas de distancia convencional, según el peso.

En la siguiente hoja se expone una tabla en la que se muestran los recubrimientos de estaño coating tanto en el sistema internacional y el sistema inglés

## DIFERENTES TIPOS DE RECUBRIMIENTOS DE LA HOJALATA

Coating	Peso Nominal del				Peso Mínimo aceptado			
	Recubrimiento							
	No.	lb / C. Base		gr / m <sup>2</sup>		lb/ C. Base		Gr / m <sup>2</sup>
Ext.		Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.
25	0.125	0.125	2,8	2,8	0.11	0.11	2,45	2,45
50	0.250	0.250	5,6	5,6	0.23	0.23	5,25	5,25
75	0.375	0.375	8,4	8,4	0.35	0.35	7,85	7,85
100	0.500	0.500	11,2	11,2	0.45	0.45	10,1	10,1
25/50	0.125	0.250	2,8	5,6	0.11	0.23	2,25	5,05
25/75	0.125	0.375	2,8	8,4	0.11	0.35	2,25	7,85
25/100	0.125	0.500	2,8	11,2	0.11	0.45	2,25	10,1
50/75	0.25	0.375	5,6	8,4	0.23	0.35	5,05	7,85
50/100	0.250	0.500	5,6	11,2	0.23	0.45	5,05	10,1
75/100	0.375	0.500	8,4	11,2	0.35	0.45	7,85	10,1
<b>Recubrimientos Especiales</b>								
0.55			0.275	0.275				
1.1			0.55	0.55				
20	0.10	0.10			0.088	0.088	1,96	1,96

El acabado de la hojalata que se fabrica tiene las siguientes características:

1. **Espejo.-** Muy usual en la fabricación de envases de línea general, por ejemplo para pinturas. El acabado es con estaño fundido tiene brillo lustroso.
2. **Mate.-** Su principal uso está en la fabricación de tapas coronas. Su acabado es opaco sin brillo
3. **Plata.-** Se utiliza en la fabricación de envases de usos diversos. Su acabado se lo obtiene con estaño fundido producido por un tratamiento especial dado al metal base.
4. **Brillante.-** Frecuentemente utilizado en la fabricación de envases de uso general, como aceites, pinturas, polvos, etc. Su acabado es con estaño fundido producido sobre el metal base con ligera apariencia opaca, permanece sin rayaduras durante la litografía o fabricación.
5. **Piedra (Stone).-** Es un acabado especial similar al del punto 4, pero su apariencia es de infinitos gránulos, permitiendo una mejor adherencia a los barnices y tintas.

Pero el hablar de las diferentes generalidades de la hojalata produce ciertas ventajas generales, hacen que se utilice para la fabricación de

envases de diferentes clases un tipo de hojalata cuyas características proporcionen ventajas y que a continuación se detallan:

1. El metal base tiene una superficie de espesor uniforme, por lo que facilita la aplicación de barnices, tintas.
2. Tiene excelente resistencia a la corrosión.
3. Se la puede obtener en un variado número de referencias.
4. En diferentes recubrimientos de estaño
5. En recubrimientos diferenciales una cara de la otra
6. Diversidad de Temples
7. Diversidad de Acabados
8. Amplia gama de espesores
9. Diferentes acabados
10. Varios tipos de metal base, etc.
11. Por sus características magnéticas, es fácil separar los desechos de entre los demás para su reciclaje.
12. Es liviana y resiste el manipuleo durante el proceso, almacenamiento, distribución.
13. Tiene buena resistencia a los cambios térmicos

Las características que tienen estos materiales no hacen que la hojalata esté exenta de cualquier daño como producto de la utilización

y manipuleo, por este motivo existen recomendaciones muy generales sobre el manejo de la hojalata, pues una vez comprada el material debe ser verificado para que en partes posteriores del proceso de manufactura de no produzcan daños en la maquinaria que se usan en la fabricación del envase y en la fábricas finales ya sean conserveras, de pinturas, lubricantes, etc. Estas recomendaciones son las siguientes:

1. Las especificaciones de temple y espesor, deben ser verificadas por los fabricantes de envases y eventualmente por los conserveros, ya que envases fabricados con espesores o temples por debajo de las especificaciones, causan serios problemas en el doble y en la operación de autoclave durante el proceso.
2. Las cantidades de estaño en ambas caras deben ser verificadas en forma regular, ya que los problemas de interacción entre el alimento, el envase, y los problemas de corrosión interna y externa dependen en buen grado del recubrimiento de estaño.
3. Los niveles de la película de pasivación, deben ser claramente establecida, ya que de ella depende el control de la corrosión y sulfuración. La ASTM recomienda un contenido de Cromo total en la película de pasivación de 40 a 70  $\mu\text{g./dm}^2$  (micrones x  $\text{dm}^2$ )

4. La cantidad de aceite que contiene la hojalata, debe ser especificado claramente con un máximo y un mínimo, que esté relacionado a los procesos de fabricación y al uso final del envase.

Existe un tipo de lámina muy empleada en la industria conservera, que es la lámina cromada que es una lámina de acero de composición química, igual a la que se utiliza para la hojalata, recubierta de una película de cromo metálico y óxido de cromo. Se diferencia de la hojalata en que el recubrimiento de cromo es único, y no se comercializa con cantidades fuera de los rangos establecidos ni en recubrimientos diferenciales.

La película de cromo varía entre un rango de 0,05  $\mu\text{g}$  a 0.1 mm. De espesor equivalente de 500 a 1.000  $\text{mg}/\text{dm}^2$ . Las láminas cromadas se utilizan principalmente en aquellas aplicaciones donde no se requiere procesos de soldadura de bajo punto de fusión. Estas láminas tienen las siguientes características:

- El acabado en las láminas cromadas que se comercializan son los siguientes:
  1. **Brillante.**- Se utiliza en la fabricación de envases de línea general. Su acabado es de un brillo lustroso.

2. **Piedra (Stone).**- Se utiliza en la fabricación de diferentes tipos de envases incluido sanitarios, tiene acabado rugoso con ligera apariencia opaca, permanece sin ralladuras durante el proceso.
  3. **Mate.**- Su principal uso está en la fabricación de tapas coronas tiene acabado opaco, sin brillo.
- La Impresión es de las mejores en estas láminas ya que tienen una superficie químicamente estable, que evita la formación de ojo de pez, y la humectancia durante la aplicación de barnices y tintas, permite excelente adherencia de los barnices, dándole una adecuada resistencia a la corrosión después del formado.
  - El Temple en las láminas cromadas que se fabrican tienen la misma gama de temples que la hojalata de uso sanitario.
  - Su Resistencia al calor hace que este material esté libre de sufrir decoloración o deterioro por calor. Esta propiedad permite un atractivo acabado y un tiempo más corto para el horneado, por lo que se puede usar barnices de alta temperatura.
  - La unión en las láminas TFS se puede realizar con adherentes orgánicos y soldadura eléctrica, previa remoción del cromo en la parte a soldar.
  - Los envases y partes fabricados con láminas TFS son resistentes a las manchas producidas por sulfuro.

Las láminas cromadas son principalmente usadas en la industria conservera en la fabricación de partes troqueladas (tapas y fondos), en la fabricación de cuerpos embutidos (ovales y cilíndricos), en la fabricación de envases con costura cementada (aceites lubricantes, leche en polvo, café, etc.) tapas coronas, etc.

Pero también tienen ciertos limitantes pues este material no se debe utilizar en envases fabricados con láminas TFS, para conservar productos que contenga más del 1% de ácidos orgánicos como el ácido acético o el ácido láctico.

### **1.1.3 Barnices y sus características**

El uso de Barnices orgánicos en la industria de envases metálicos, se debe a diferentes factores entre los cuales se destacan:

- Para proteger los productos enlatados de la contaminación del metal.
- Para proteger los envases de la corrosión o manchas del producto.
- Para preservar el color y sabor del producto.
- Para facilitar la manufactura del envase.
- Para reducir su costo.
- Para prevenir la oxidación externa.

### **Barnices Sanitarios**

Los envases sanitarios destinados a la preservación de los alimentos, han tenido su mayor desarrollo en el mercado a partir del ofrecimiento de recubrimientos especiales, que permiten preservar en mejores condiciones los productos. Recordemos que en los albores de la Industria alimenticia se utilizaba envases con alto recubrimiento de estaño, por cuanto la hojalata se la obtendría sumergiendo chapa de metal, en un baño de estaño fundido. Método que se conocía como inmersión.

Con todas las bondades que tiene el estaño, su alto costo y la caída gradual que sufren los envases cuando entran en contacto con el producto enlatado, aceleraron el apareamiento de recubrimientos especiales, llamados barnices, que sustituían al estaño, evitaban la transferencia de sabor metálico a los productos y reducían el costo de los envases. Los barnices que mencionamos son resinas disueltas en un medio líquido, como son solventes de distintos tipos o simplemente agua, como se comercializa actualmente.

Los barnices se aplican mediante máquinas barnizadoras; que lo hace utilizando rodillos con recubrimientos de caucho o PVC, de acuerdo al solvente que contenga el barniz a aplicar. Se puede aplicar barniz

mediante el uso de boquillas utilizando presión de aire o finalmente por inmersión, pero sea cualquiera la forma de aplicación, todos los barnices necesitan un secado basado en el calor para eliminar el medio líquido y dejar adherido al metal la resina. Los barnices en general sean sanitarios o simplemente de protección, como los usados sobre las decoraciones, necesitan tener cualidades especiales que permitan brindar resistencia física a la deformación por troquelado, y que brinde propiedades químicas que permitan la conservación de los productos.

De acuerdo a lo descrito anteriormente es necesario disponer de diferentes tipos de barnices, de acuerdo al uso al cual se va a destinar, y esto lo obtenemos mediante la utilización de diferentes tipos de resinas. El mercado nos brinda diferentes tipos de barnices con relación a las resinas usadas en el recubrimiento en envases de metal.

Una de las Industrias de mayor desarrollo en los últimos tiempos, es justamente la de barnices y pinturas, los que están compuestos de una gran variedad de resinas. De acuerdo a las propiedades, características y bondades de los diferentes tipos de resinas, podemos hacer una primera clasificación que los agrupa en dos grandes grupos de productos que son:



- Productos oleoresinosos, y;
- Productos sintéticos.

Los productos oleoresinosos están hechos basados en resinas de cauchos naturales y aceites secos, a los que se les puede mezclar con otros tipos de resina.

Los productos sintéticos son hechos a partir de resinas que contiene productos naturales, pero son hechos esencialmente por síntesis química, y bajo condiciones cuidadosamente controladas.

Ya que es virtualmente imposible agrupar en clases tantas formulaciones, la clasificación siguiente describe, en general varios barnices y su uso típico:

#### TIPOS DE BARNICES

<b>Clase de Barniz</b>	<b>Uso Típico</b>
Oleoresinoso	Maíz
Phenólicos	Pescado – Hígado
Vinílico	Cochino – Frijoles
Epóxico	Usos diferentes
Politubeno	Frutas – Legumbres
Acrílico	Varios usos
Alkídicos	Barniz Final

A continuación daremos una breve explicación de los diferentes tipos de resina.

#### Productos Oleoresinosos.

Este grupo es el de mayor historia en la industria, y abarca todos los recubrimientos que son hechos por fusión natural de cauchos y resinas mezclados con aceites secos como aceite de linaza para la madera, de allí su nombre de Oleoresinosos o lacas formadas a partir de aceite.

Los materiales resinosos, se los puede obtener inmediatamente de la emanación de los árboles o más usualmente se los encuentra como residuos fósiles en los bosques antiguos.

Los disolventes usados en la fabricación de estos barnices son simples adelgazadores y el más común es el Espíritu Blanco. Algunos materiales sintéticos, como resinas fenólicas notablemente modificadas se mezclan con cauchos naturales y aceites en ciertas circunstancias.

Los productos Oleoresinosos tienen un amplio rango de usos, que va desde la preparación de barnices sanitarios hasta simplemente

decorativos. El consumo de barnices a partir de resinas de este tipo ha mantenido un alto porcentaje de uso debido a su alto contenido de sólidos que los vuelve económicos y sus cualidades técnicas son ampliamente satisfactorias para un gran número de usos.

Los barnices de sobreimpresión y los pigmentados a partir de resinas oleoresinosas han sido reemplazados completamente por materiales sintéticos que son técnicamente superiores, especialmente para los pigmentados por su capacidad de retención de los colores.

Los barnices oleoresinosos se secan por oxidación lo que permite hornearlos con un amplio rango tiempo, temperatura a partir de 60°C (140°F) en todo caso se logra un buen curado con un tiempo no menor a los 9 minutos.

Los barnices Oleoresinosos se los usa en todos los tipos de envases excepto en los embutidos sistema Draw/Redraw, en cuanto a preferencias actuales es usado como barniz base en envases para cerveza y bebidas gaseosas, jugos de frutas, enlatados de una gran variedad de frutas y vegetales inclusive para frutas ácidas.

### Productos Alkídicos.

Entre las resinas sintéticas, las alkídicas ocupan el mayor campo, si consideramos el consumo en decoración doméstica y la industria de la decoración de los metales. Estas resinas llamadas comúnmente glycerophatálico, que proviene de dos de las materias primas muy comunes el glicerol y anhídrido ftálico.

Este tipo de resinas son las más fáciles de modificar, para ajustarse a requerimientos particulares y además su uso es muy económico. No son ajustables para revestimientos interiores de envases sanitarios por no ser suficientemente libres de olor y sabor.

Los principales usos son en barnices incoloros de sobreimpresión, barnices decorativos y recubrimientos coloreados. Las resinas alkídicas pueden ser formuladas para dar una película excepcionalmente dura para el acabado del cuerpo de un envase, o una película muy flexible que resista el estampado y troquelado.

Estas resinas son resistentes a los procesos de esterilización y pasteurización, de allí su uso en exterior de envases sanitarios. Son resistentes al alcohol y a la alcalinidad así como a la trementina. En la

industria de la decoración de los metales, se las usa como sisa, para mejorar la adhesión y flexibilidad de los sistemas de decoración.

Los alquídicos son los productos comúnmente más usados en recubrimientos blancos y coloreados en la industria de envases de línea general, de tambores, de juguetes, etc.

Se secan parcialmente por oxidación y parcialmente por calor, se los hornea en un rango entre 110°C – 150°C con tiempo máximo de 10 minutos, también pueden ser horneados a temperaturas bajas 75°C – 85°C con tiempo de hasta 2 horas en horno de caja sin circulación de aire, debemos indicar que estas cajas temperaturas son usados en trabajos de línea general no así en recubrimiento exteriores de envases sanitarios, donde los efectos de la esterilización exigen un mínimo de temperaturas de horneado de 150°C.

#### Productos Vinílicos.

Los productos vinílicos están hechos básicamente por disolución de copolímeros vinílicos en solventes acondicionados. Las resinas vinílicas pueden mezclarse con resinas alquídicas, fenólicas y epóxicas para usos específicos y podrán ser pigmentados si se los requiere.

La principal característica de los productos vinílicos son: la flexibilidad, la buena adhesión particularmente sobre el aluminio, y; no desprenden olores ni sabores. Sus excelentes cualidades de adhesión y flexibilidad los hacen apropiados para la fabricación de tapas Pilfer Proof de aluminio de gran embutición, tanto en interior como exterior en dorados o coloreados así como en barnices transparentes de acabado. Muchas tapas y sellos llevan empaque o liner de plastisol y en este caso se usa como barniz base un tipo vinílico los que proveen la suficiente adhesión al compuesto.

Los productos vinílicos tienen la cualidad de ser insípidos e inodoros de allí que tenga gran uso en interior y exterior de envases sanitarios. La existencia de los productos vinílicos ha hecho posible el desarrollo satisfactorio de los recubrimientos para envases que contienen cerveza, vinos y otras bebidas cuyo delicado sabor podría ser afectado con otro tipo de barnices inapropiados.

En el mercado existen recubrimientos vinílicos blancos los que son usados en el interior de envases embutidos para el empaque de camarón, pescado, etc., Este tipo de recubrimiento le da una apariencia muy atractiva al producto.

El secado de los productos vinílicos sin modificar es por simple evaporación del solvente, lo que en teoría podríamos decir secado al aire libre, la película seca siempre será soluble a sus propios solventes.

En la práctica industrial estos barnices son curados a 80°C por una hora dentro de un horno cerrado (tipo cajón) y en un rango de 120 – 185°C por 10 minutos en hornos continuos a cadena (ganchos).

Cuando los barnices vinílicos se mezclan con otros tipos de resinas, el mecanismo de sellado se afecta, tomando parcialmente las características de la otra resina usada.

Cuando es aplicada sobre aluminio, los productos vinílicos pueden ser horneados progresivamente hasta las más altas temperaturas con un tiempo de secado más corto, esto se aplica en barnizado de bobinas a temperaturas entre 250 – 275°C en período entre 30 y 40 segundos solamente.

Sobre hojalata sin embargo, la temperatura de secado se limita alrededor de 170 – 185°C para evitar la descomposición térmica. La descomposición empieza a ocurrir alrededor de esta temperatura

cuando las resina vinílicas entran en contacto con el acero base de la hojalata a través de poros en la película de estaño.

Los productos vinílicos se los almacena en contenedores de hojalata o en tanques laqueados y engomados, nunca se los almacena en contenedores de acero.

Por la facilidad con la que se mezcla de este tipo de resinas, existe en el mercado una gran variedad de vinilos y productos vinílico modificado tales como: Siza, barnices dorados, transparentes, blancos, coloreados, etc.

Actualmente en el mercado de envases sanitarios, el de mayor aceptación es el tipo dos piezas, cuya fabricación se hace por el sistema de embutición sucesiva y para este tipo de envases el uso de barnices vinílicos es indispensable. Se ha desarrollado un barniz blanco a partir de resinas vinílicas que está dando excelentes resultados en la fabricación de envases de dos piezas por el sistema Draw/Redraw, también para envases de tres piezas se usa este tipo de barniz pues cuando el envase sanitario tiene una mayor altura comparada con el diámetro de la base se lo usa, esto origina que exista una mayor variedad a la hora de escoger que tipo de envase es

mas factible para una tipo de producto que se desea mantener en conserva.

#### Productos Fenólicos.

Las resinas fenólicas son producidas por la reacción de un fenol con formaldeido (Gas fácilmente polimerizable). Los recubrimientos obtenidos con estas resinas, dan películas de buena dureza, relativamente flexible y de buena resistencia a las manchas de sulfuro, se los usa principalmente en revestimientos interiores de envases sanitarios, su característica color dorado lo obtiene durante el curado.

La flexibilidad permitida es suficiente para aplicar en interiores de cuerpos y tapas, pero muy pocas veces en otros usos.

Los barnices fenólicos son usados principalmente en envase destinado al enlatado de carnes y pescado así como en los cuerpos de los envases para vegetales no así en las tapas las cuales usan un barniz con pigmentos de óxido de zinc por la propiedad que tiene este tipo de recubrimiento para absorber los sulfuros que se desarrollan durante la esterilización y que se activan en el espacio de cabeza.

La elección de un barniz fenólico para el cuerpo de envases es principalmente relacionado al grado de resistencia a la alta temperatura del baño de soldadura plomo estaño para la costura lateral. La limitada flexibilidad de los fenólicos significa un alto grado de control de peso seco de película la que debe ser mantenida entre  $2,3 - 3,1 \text{ gr/m}^2$  sobre este peso la película se puede romper en el estampado de la tapa o en el formato de los cuerpos, mientras que la resistencia a los sulfuros es rápidamente reducida tanto en cuanto se disminuya el peso de película.

Las limitantes señaladas han determinado la restricción del uso de estos barnices por parte de fabricantes de envases, al encontrar serias dificultades en mantener el peso adecuado de película seca.

El homeado de los barnices fenólicos es lo más importante, estos barnices son curados por polimerización al calor y sus propiedades Físicas – Químicas requeridas, solo son posibles obtenerlas bajo condiciones de curado correctas. La temperatura mínima requerida para un buen curado es  $185^\circ\text{C}$ , bajo esta temperatura no desarrolla la resistencia requerida, temperaturas muy altas o excesivo tiempo dañan la película, volviéndola dura y quebradiza. Si el curado de las láminas se lo hace bajo la temperatura de polimerización se presenta

el fenómeno conocido como lámina pegadiza (se pegan unas a otras) Comercialmente las lacas fenólicas se deben curar a temperaturas entre 190° - 195°C y en un tiempo de 10 minutos.

Las láminas barnizadas con lacas fenólicas y que estén bien curadas tienen buena resistencia a los solventes, de allí que en los laboratorios es común hacer uso de esta prueba para determinar si la película está bien curada.

#### Productos Epoxi Fenólicos.

Las resinas Epoxi son hechas a base de Epiclorhidrina y Propano Difenol se usan en conjunción con resinas fenólicas para obtener lacas doradas de gran flexibilidad y resistencia química o con resinas amino (úrea, melamina) para obtener barnices incoloros y de buena flexibilidad y resistencia; también pueden ser modificadas con ácidos grasos en un proceso de esterilización para la producción de barnices con buenas propiedades de retención de color y flexibilidad.

En el mercado existen mezclas Epoxi Fenólicas consideradas como barnices de tipo universal (muchos usos). La propiedad de flexibilidad, resistencia química, unida a la buena adherencia sobre varios tipos de superficie metálicas, lo convierte en el apetecido para una gran

variedad de usos como protectores y decorativos, utilizándose regularmente para recubrimientos interiores y exteriores de envases para pescado, carnes, vegetales, frutas, tanto en envases de tres piezas (soldada la costura lateral) o envase de dos piezas (embutido), también su uso se extiende a recubrir envases para usos no alimenticios como: pinturas, detergentes, aceites, lubricantes, aerosoles, etc.

Por su gran flexibilidad son usadas para tapas, cierres, tapas coronas y donde existan problemas para el estampado. Los barnices epoxi fenólicos contienen lubricante que evita las rayaduras de las láminas en el almacenamiento y posteriormente ayuda a la fabricación de los envases.

Los barnices epoxi fenólicos han reemplazado a los fenólicos por su gran resistencia a los polifosfatos y otros preservantes que se añaden a las carnes como tienen poca resistencia a los sulfuros se les incorpora partículas de aluminio las que disfrazan el desprendimiento del estaño. El alto grado de flexibilidad que tienen les permite un mayor margen de seguridad en cuanto a límites de peso de película.

Estos productos no tienen problemas de aplicación, brindan resultados más satisfactorio en diferentes tipos de superficie metálicas dando una cobertura más eficaz.

#### **1.1.4 Proceso de Corte de Laminas**

La materia prima ingresa a la empresa principalmente en forma de bobinas de 8 a 10 toneladas aproximadamente. Se la coloca en una cizalla y dependiendo del tipo de envase que se piensa hacer se realiza el corte, para realizar este corte se tienen diferentes medidas de rodillos los que por su diámetro dan la longitud de la lamina.

En la cizalla se puede realizar dos tipos de cortes, el tradicional que es el corte recto, el mismo que se lo emplea principalmente para formar el cuerpo del envase sanitario de tres piezas; también se puede realizar el corte en zig zag o corte scrool que produce un ahorro en el material cuando se quieren producir partes del envase por medio de embutición, ya sea la tapa o el cuerpo, pues estos son de forma circular u ovalada.

Luego de este primer corte de láminas que forman los bultos de aproximadamente 1200 láminas se procede a colocarles el barniz y se realiza el curado en el horno de cadenas en un tiempo aproximado de

25 - 30 minutos. En unos casos se lo hace en ambas caras, por este motivo es que luego de la primera pasada se lo lleva a un volteador para en lo posterior pasarle la capa de laca en la otra cara.

Luego de este proceso se procede a almacenarlos provisionalmente hasta ser utilizadas. Se las transporta hasta la parafinadora donde se le aplica una capa muy ligera de vapor de parafina. La parafina sirve para que los envases y tapas que se van a embutir no tengan problemas en su proceso de embutición.

Estos bultos pasan posteriormente al corte por medio de cizallas donde se los corta en forma de láminas delgadas, con las medidas de la altura y diámetro para formar el cuerpo del envase de tres piezas.

## **1.2 Descripción del Proceso de Fabricación de Envases de Hojalata.**

El proceso de fabricación de envases de hojalata de tres piezas se inicia con la utilización de la hojalata, la misma que es una lamina de acero, cuyo espesor tiene un espesor que varía dependiendo del producto final que se va a envasar. Ver Apéndice A y B de diagramas de Flujo.

La chapa metálica debe tener una capa de recubrimiento de estaño equivalente a  $0.20\text{gr/m}^2$ , que se distribuye mediante procesos electrolíticos, para que la hojalata tenga características definidas para cada tipo de envase. Y es así que para la formación de las tapas se usa una chapa de 0.20 mm de espesor, con una dureza de 57-60 RH (T-3), esta dureza es la que nos va a permitir poder hacer la embutición de esta parte. La chapa que se utiliza para la formación del cuerpo es de un espesor de 0.14 – 0.16 mm.

Dependiendo del producto la hojalata que se usa tiene un recubrimiento de barniz, tanto interior como exterior, los mismos que son aplicados en líneas especiales entre espesores de 6 y 10  $\text{gr/m}^2$ , Con estos valores el envase tiene buen comportamiento en la planta, que se utiliza siempre y cuando se manipule dentro de principios que la Industria de la Conservería señale.

Esta materia prima es importada y llega a la planta en forma de bobinas de 8 a 10 toneladas métricas aproximadamente procedente de varios países productores de hojalata como lo son Brasil, Alemania, Japón, Francia, se pide bajo características especiales, como son el tipo de acero MR (Medio Residual bajo contenido de Carbono), se

indica el espesor de la chapa, el ancho de la bobina, que está en relación directa con la línea de operación.

### **Corte de la Hojalata.**

El proceso de fabricación del envase de hojalata, se inicia con el corte de la hojalata en láminas de acuerdo a la medida deseada. La hojalata llega del exterior a la Empresa, ya sea en paquetes de bultos ya cortados, que no es nuestro caso, y en bobinas como es hoy día. Estas bobinas de aproximadamente 10 Ton, y de diferente ancho son alimentadas a la línea de corte de la siguiente manera:

1. **Volteador.** Una vez que a la bobina se le quita su protección contra el agua es alimentada a este equipo en posición vertical por un montacarga, luego del cual el operador acciona al volteador para que este la ubique en posición horizontal y que sea llevado por un carrito hidráulico transportador al mandril.
2. **Mandril.** La bobina ingresa a un pin de expansión que coge a la bobina (de forma redonda) por el centro, se expande y aprieta a esta dejándola firme, luego de lo cual el carrito del proceso, el operador acciona al mandril para que este gire e ingrese la hojalata hacia el enderezador.
3. **Enderezador.** Este equipo es una estación de rodillos enderezadores que evitan y modifican cualquier curvatura que trae

la hojalata, además de corregir ondas laterales de la misma. Lo importante de que la lámina esté enderezada radica en el siguiente proceso al colocar el barniz.

4. **Inspección Visual.** En esta sección la hojalata avanza en forma continua por un sistema de detectores de defectos superficiales (espejos), el cual nos permite observar visualmente cualquier defecto que esta trae, ya sea en forma de manchas, oxido, rayaduras, etc. Esta unidad consta de 2 espejos para observar la lámina por arriba y por abajo.
5. **Prensa y Cizalla.** En esta prensa la hojalata ingresa a un troquel de corte, y es cortada en láminas de acuerdo a la medida requerida. En este equipo, se pueden instalar troqueles de Corte Recto, y troqueles de Corte Scroll, lo cual nos permite obtener láminas de Corte Recto para ciertos tipos de envases, y láminas de Corte Scroll (Zig zag) que sirve para la fabricación para otros tipos de envases, en los que se ubican los embutidos. Además debemos acotar que se tiene troqueles para cortar láminas en forma Scroll, para cada tipo de envase y tapa a fabricar.
6. **Clasificado y Apilado.-** Las láminas cortadas pasan por una banda donde existen elementos que detectan variaciones de espesores, pequeñísimos agujeros que pudieran existir o cualquier otro defecto, haciendo que la misma máquina envíe las láminas

buenas a su respectivos apiladores, y las láminas con defectos a otro apilador para una segunda revisión, las láminas buenas son apiladas en bultos de 1.200 a 1.500 láminas las cuales son enzunchadas para seguir el siguiente proceso. El operador de la línea está en capacidad de hacer los controles requeridos, y corregirlos cuando estos existen.

### **Barnizado**

En lo posterior las láminas cortadas son transportadas a la línea de barnizado, donde es necesario pasar por un horno a una temperatura de 200°C durante 10 minutos para eliminar impurezas y residuos de aceites lubricantes que tienen las láminas, para posteriormente aplicarle una capa de barniz interior y una capa de barniz exterior.

El barnizado consiste en aplicar una pequeña capa de resina disuelta en solvente, con un espesor en el exterior de 6 gm/m<sup>2</sup> de un barniz cuya resina es base poliéster, y la misma que debe ser secada a una temperatura de 210°C durante 10 minutos, después de esto se aplica la capa de barniz interior, que se forma a partir de resina Epoxi Phenólico con pigmentos de aluminio, y que se aplica en capas de 8-10 gm/m<sup>2</sup> es secado durante 10 minutos a una temperatura aproximada de 210°C, las láminas barnizadas es conveniente darle un

reposo de 24 horas para que las resinas que contienen los barnices aplicados se polimerizen.

Los bultos contienen las láminas barnizadas que son trasladadas a una línea, donde es cortada cada plancha en tiras, de acuerdo al deposito alimentador de las prensas.

Las planchas antes de ser cortadas se les aplica una fina capa de lubricante que es necesario para evitar rasgaduras o roturas de envase en la operación de troquelado, cabe mencionar que el corte scroll es diferente al corte recto, ya que es un sistema de zig-zag con el que se consigue un ahorro aproximado del 10%. En esta operación de corte, es necesario verificar el ancho, el largo y el descuadramiento de las tiras cortadas.

### 1.2.1 Formacion por Embuticion: Tapa y Fondo

Los bultos cortados en tiras se trasladan a una prensa que es la que mediante una herramienta apropiada llamada troquel, realiza la operación de embutido de la tapa y del fondo que en si no tienen diferencia alguna pues el cuerpo formado tiene forma cilíndrica, es decir con el mismo diámetro en ambos lados, esta operación que comprende dos faces: de corte y estampado.

De esta operación sale una tapa con las medidas necesarias para darle la dureza y fortaleza que formarán el envase, y en el estampado no se debe observar la existencia de fisura o cualquier otro defecto visual que sea necesario corregir.

### **1.2.2 Formación por Soldadura por Resistencia.**

En el proceso de fabricación de envases de hojalata la formación por medio de soldadura por resistencia tiene ciertos parámetros que deben ser analizados pues este tipo de maquinaria que realiza este producto tienen ciertas características y procedimientos que son importantes y precisos que se deben de seguir en forma ordenada.

El sistema de soldadura que emplea esta maquinaria, se basa en la utilización de un alambre de cobre que sirve como un electrodo intermedio, que se hace pasar entre las roldanas de soldadura y el material a soldar, este alambre también cumple otra función, que es la de evitar la contaminación de los electrodos con material derretido que resulta del manipuleo de la máquina, ese material es el estaño y queda adherido a este alambre.

En el proceso mediante un aplastamiento de la sección transversal, el alambre electrodo redondo pasa a tener una sección plana de forma rectangular y gracias a esta modificación de la sección transversal se consigue el endurecimiento y alargamiento del alambre.

Además que este pasa tanto por la roldana superior y luego por la roldana inferior y por medio de un mecanismo de giros hace que el alambre sea utilizado de ambos lados, por medio de estos funcionamientos el uso del alambre de cobre se hace mucho más rentable, además de proteger el canal de las roldanas del desgaste y de la suciedad que sufrirían de no ser empleado este alambre electrodo.

Este tipo de maquina que fabrica el cuerpo de los envases se la conoce con el nombre de bodymaker, y esta versión puede trabajar con una producción de hasta 300 envases por minuto, estas exigencias producen un cambio en el fin de línea donde se tiene necesariamente que implantar un proceso mucho más rápido para poder igualar al bodymaker y no tener una cola de espera muy larga de cuerpos en el proceso.

### 1.2.3 Principio de Soldadura por Resistencia

El principio de soldadura por resistencia se basa principalmente en el hecho de que todo material se calienta al ser atravesado por corriente eléctrica. En las maquinarias fabricadas por Soudronic la soldadura por medio de roldanas se realiza al ser atravesadas por la hojalata de acero entre las roldanas.

Para realizar este proceso el cobre que presenta una baja resistencia eléctrica del material pues si se lo atraviesa con una intensidad de corriente además de ser un buen conductor se calienta muy poco.

En el caso del acero que al ser un pésimo conductor de corriente al ser atravesado por esta intensidad de corriente muy alta, se calienta bastante y presenta una alta resistencia del material.

Para obtener esta alta intensidad de corriente  $I$ , se la debe suministrar por medio de un transformador de corriente.

Las roldanas de soldaduras desempeñan las siguientes funciones:

- Para transmitir la corriente eléctrica ( $I$ )
- Para transmitir la fuerza de soldadura ( $F$ )
- Para transmitir el movimiento de avance ( $V_s$ )

En algo se había explicado al inicio de estos puntos el principio de la soldadura por roldanas, pero ahora se explicara el funcionamiento del circuito de soldadura que es de la siguiente manera:

La corriente de soldadura  $I$  fluye del transformador, por medio de la barra portacorriente hasta las roldanas de soldadura y de allí al material a soldar y el brazo inferior para luego regresar al transformador y cerrar el circuito. Las dos partes del material a soldar son una alta resistencia se calientan en gran medida por la alta corriente  $I$  que las atraviesa. De esta forma pasan a un estado pastoso con cada semionda de corriente eléctrica positiva y negativa.

El voltaje que ingresa al transformador es de 380V y una corriente de 200 A y en la salida tenemos un voltaje de 12.6 V y una intensidad de corriente de 6000 A, la misma que se puede graduar dependiendo de las características de velocidad y del hilo de soldadura mostrado en la chapa.

La fuerza de soldadura  $F$  es necesaria pues comprime las dos piezas calientes y pastosas que se unen y una vez que se enfrían forman una estructura de soldadura homogénea.

Toda esta generación de calor se absorbe por medio canales internos que están tanto en la barra portacorriente como en el brazo inferior, estas se protegen del calentamiento inadmisibles mediante una intensa refrigeración teniendo como líquido refrigerante al agua.

Pero también, se tiene otro líquido especial que cumple una doble función la de ser lubricante y refrigerante a la vez llamada Emulsión Discon, y se encarga de proporcionar una excelente lubricación y refrigeración a las roldanas de soldadura por el procedimiento de circulación por medio de bombeo.

En el punto anterior poco se hablo sobre la protección que tienen las roldanas de soldadura al cumplir su función de fusionar la hojalata, pues gracias al electrodo intermedio se elimina la suciedad, y en el electrodo intermedio que es el alambre de cobre se va introduciendo continuamente y circula por entre las roldanas de soldadura.

Como las roldanas de soldadura giran la transmisión de la intensidad de corriente desde la parte fija a la parte exterior rotativa de la roldana de soldadura se logra producir por la utilización de contactos deslizantes, los que se fijan con soportes flexibles y se presionan por resortes en los discos.

Por el desgaste que pueden sufrir as roldanas, pueden ser rectificadas, pero esto depende del grado de desgaste que sufran, se debe de cuidar mucho el paralelismo vertical entre los ejes ya que estos deben ser el mismo en ambas roldanas de soldadura.

Durante el proceso de soldadura se deben de tomar en cuenta los siguientes puntos para obtener una soldadura de excelente calidad:

- Calidad de Chapa
- Tolerancias de Corte
- Calidad de Alambre
- Geometría de la Soldadura.

La calidad del alambre se basa en las propiedades del material del cobre, que son dadas en la siguiente tabla.

#### PROPIEDADES DEL ALAMBRE DE COBRE (Cu)

##### Tolerancias

Diámetros nominales de alambre redondo	mm	1.24	1.38	1.50
Sección transversal	mm <sup>2</sup>	1.21	1.50	1.77
Discrepancia admisible del diámetro	mm	0	0.04	
Peso lineal (peso volumétrico 8.9 Kg /dm <sup>3</sup> )	Kg/1000m	10.7	13.3	15.7

**Propiedades Eléctricas (a 20°C)**

Resistencia específica máxima	$\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$	0.01739
Conductividad mínima	$\text{n} / \Omega \text{ mm}^2$	57.5

**Propiedades de Resistencia Mecánica**

Límite de elasticidad	$\text{N}/\text{mm}^2$	min 180
Resistencia a la tracción	$\text{N}/\text{mm}^2$	245 - 285
Alargamiento a la rotura	%	22 - 28

El alambre de cobre debe de estar completamente limpio, ser brillante y debe presentar una superficie exenta de óxidos, debe llegar en recipientes que los conserven secos y mantenerlos lejos de la humedad, debe venir enrollado en un recipiente en el sentido de las agujas del reloj sin deformaciones y sin atascamientos pues en el proceso se pueden tener velocidades de hasta 150 m/min.

Por medio del programa interno del miniprosesador que tiene la FBB 630 la frecuencia de soldadura se regula al colocar los parámetros de producción como la velocidad, el número de producción de envases.

Se debe de tener en cuenta los siguientes puntos para saber si la corriente de soldadura es o no la adecuada:

- Se alcanza el límite superior de soldadura cuando se forman salpicaduras internas y externas.
- Si alcanza el límite superior de corriente cuando en la prueba de desgarre la costura no se desprende del material debido a puntos de soldadura fríos.

La corriente de soldadura óptima se encuentra en el tercio superior entre los límites inferior y superior de la corriente. Cuando se suelda se produce un solapado que tiene un margen de 0.4 a 0.6mm y no debe existir una discrepancia mayor entre el principio y el fin de soldadura de 0.1mm dentro de una serie de producción de envases.

La geometría de la soldadura es un punto muy crucial de los ajustes de las roldanas de soldadura pues estas tienen que mantener estas tres características básicas que son:

- Perfil de las roldanas de soldadura.
- Paralelismo de los ejes.
- Alineación vertical de las roldanas de soldadura.

Un correcto control del paralelismo entre las roldanas se da cuando se tiene en cuenta lo siguiente:

- La huella de estaño A debe estar en el centro C, a ambos lados del alambre.
- El cuerpo soldado es completamente redondo.
- La formación de salpicaduras internas y externas es uniforme.

Como parte final se debe comprobar la calidad de la costura de soldadura, por los siguientes métodos:

- a) Visualmente, tiene que ver con el aspecto externo, pues a simple vista se pueden detectar grandes errores como:
  - Puntos de soldadura débiles
  - Puntos de soldadura gruesos o soldados en exceso.
  - Puntos de soldadura irregulares
  - Falta de puntos de soldadura.
- b) Mecánicamente, que se realizan directamente en la máquina, estos métodos de comprobación mecánicos solo permiten encontrar errores grandes. Estas pruebas son las siguientes:
  - Prueba de desgarre.
  - Tenazas medidoras de diámetro.
  - Prueba por bola.
  - Prueba por cono.

La prueba de desgarre es la prueba mas usada y practicada, que consiste en usar tenazas paralelas con el siguiente procedimiento:

- Aplicar las tenazas centradas en las dos caras de la costura y realizan un corte.
- Se dobla el sector cortado y se coloca el cuerpo sobre un mandril.
- Con las tenazas desgarrar la costura en forma uniforme a lo largo de toda la longitud formando un ángulo de  $45^\circ$

Si luego de esta prueba la costura se desprende correctamente del material restante la costura se desprende correctamente del material restante, se pueden presentar otros dos casos, donde la costura se desprende irregularmente del material restante, este caso es de corriente de soldadura escasa, pues si la costura de soldadura simplemente se desgarrar es porque la corriente de soldadura es insuficiente.

#### **1.2.4 Proceso de Colocación de Fondo.**

El proceso de colocación de fondo en si no ha variado mucho desde hace varios años, pero lo que sí tiene mucho de moderno ahora es la velocidad de trabajo y la simplificación de espacios innecesarios, es

decir la disminución del espacio para la ocupación sea lo menos posible.

En el proceso anterior un cuerpo tenía que recorrer algunos metros posteriormente a la salida del transportador acumulador, los cuerpos tenían que ser manipulados mucho tiempo, en el proceso tenían que seguir algunos pasos y recorrer algunos metros cuando todo puede ser más simplificado y reducido, además de que las velocidades de producción son inferiores a los del bodymaker lo cual crea una línea de espera y se tienen muchos cuerpos en proceso.

Los cuerpos de los envases salen del bodymaker en una producción de 250 - 300 envases por minuto, estos requerimientos se hacen mayor para que en el fin de línea se coloque tecnología de punta acorde a los funcionamientos requeridos por el bodymaker.

La nueva tecnología se basa en un sistema llamado multimodular que tiene estaciones una a continuación de la otra partiendo del principio de que el envase tiene que ser conducido siempre en sentido vertical.



En la colocación del fondo del envase primero se tienen que hacer algunos cambios al cuerpo del envase, es decir que tiene que pasar por un pequeño proceso previo a la colocación del fondo.

Por este motivo es que el sistema multimodular tiene éxito ya que se ha llegado a tener en estas estaciones hasta un número de cinco, pero en este proyecto solo se tomarán en número de tres; pero dejando abiertas las puertas para colocar cuales quiera de las otras dos de ser necesarios.

El cuerpo es conducido a las diferentes estaciones, a continuación se explicará en forma breve las cinco estaciones en el siguiente orden:

- La cortadora de envases donde se divide el envase de ser necesario en dos o tres alturas de ser necesarios, estos pueden ser de la misma altura o diferentes.
- La estación reductora de diámetros donde el envase por medio de levas se acercan al casquillo superior e inferior para envolver el cuerpo y al girar ambas herramientas al mismo tiempo realizar su trabajo reduciendo el diámetro del cuello del cuerpo.
- La estación de pestañeado donde se realiza la pestaña al envase que es necesario para lograr el cierre del envase.

- La estación de bordonado o rolado que permite que el envase sea fabricado con un material más fino ya que el bordonado le da una rigidez especial que es mayor a la normal.
- La estación de cerrado, que es el lugar donde se realiza la colocación del fondo del envase.

Conociendo este nuevo sistema unificado desde que llega el cuerpo se lo pasara solo por tres de las estaciones nombradas anteriormente, que son la estación de pestañado, estación de estación bordonado y estación de cerrado o de colocación de fondo. Pero otros detalles explicaran en lo posterior.

### **1.2.5 Paletizaje y Almacenaje**

Después de la operación de cerrado del sistema multimodular el envase pasa mediante un transportador hasta otras máquinas especiales, que se llaman paletizadores, donde se hace el embalaje de lo producido, en cada uno de estos embalajes se tienen alrededor de 250 a 550 unidades por cada piso en el pallet, y una altura que varía también dependiendo de la altura del envase.

En los paletizadores están colocados espejos que son observados por el operador como última inspección previa al almacenaje de los

envases, a medida que se van colocando los envases se van formando los pisos de cada pallets.

Cada pallets es forrado ya sea con una lámina plástica transparente o con planchas de cartón, para ser almacenados en la bodega de productos terminados, para luego ser despachados a los clientes.

## CAPITULO II

### 2. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

#### 2.1 Reseña Histórica del Envase De Tres Piezas

La mayoría de los grandes progresos de las civilizaciones en nuestro mundo se han producido cuando se encuentran en guerras, y el origen de los envases para conservar alimentos no se queda atrás, pues en el año de 1795 Francia mantenía una guerra con la mayoría de los países que en ese tiempo existían en Europa y era muy poco probable poder conseguir una revolución interna.

Soldados y marinos franceses estaban muriendo a causa de infecciones intestinales como causa primaria, eran producidas por sus dietas de carne y pan poco saludables, ya que ellos no tenían otro tipo de comida para consumir durante los movimientos de la tropa.

El Gobernador de Francia ofreció dar un premio para quien invente una forma para mantener la comida fresca y saludable por un largo tiempo, para ellos poder consumirlos durante sus movimientos en los campos de batalla.

Nicholas Appert después de 14 largos años de trabajo, confirmó la simple teoría que si se introducía en una jarra de cristal, comida caliente con sal sacando fuera todo el aire, la comida puede mantenerse bien por un largo tiempo.

Este asunto es verdadero, pues este es la base del principio moderno de conservación de los alimentos. El sistema de Appert, era muy sencillo, él colocaba la comida dentro de botellas de vidrio, luego de eso introduces agua caliente y sal, posteriormente las tapas con un corcho dejándola cerrada herméticamente.

Desde los tiempos de Appert, la industria conservera ha cambiado un poco sus contenidos, pues las nuevas tecnologías están siendo desarrollados nuevos equipos y estándares de calidad.

En el año de 1810 el Rey Jorge III de Inglaterra otorgó una patente para Peter Durant. Basado en el trabajo de Appert pero en lugar de

contenerlo en vidrio, Durant usó un envase de acero cubierto de estaño. Llegó a ser un buen constructor de envases dice la historia, podía fabricar diez envases diarios.

El envase tenía un cuerpo con un lado unido en sus dos extremos, también tenía un reducido agujero en la parte superior para introducir la comida en el envase y para poner al final un tapón para cerrarlo.

En 1900 Max Ams un alemán inmigrante llegó a los Estados Unidos, desarrolló el llamado envase sanitario, que es similar al envase actual que es usado por algunos expertos en comida.

El envase de Ams estaba formado por un cilindro con la parte superior abierta, para facilitar la introducción de las piezas grandes de los alimentos, y después de terminar de introducir es colocado en otro lugar para luego ser cerrado por una máquina, el sello hermético es obtenido con el uso de un compuesto de impermeabilización.

Existen diferentes tipos de envases que pueden ser manufacturados, por ejemplo:

- El envase de tres piezas, como su mismo nombre dice tiene tres piezas, es decir está compuesto por un cuerpo y dos tapas o extremos. El material usado para fabricar el cuerpo de tres piezas es la hojalata revestida de estaño y sus extremos o tapas pueden estar hechos de este mismo material o de aluminio en ciertos casos.

Los envases son manufacturados con su mismo hojalata junto con sus principales partes. Este puede ser soldado por estaño o soldado en el lugar donde se juntan sus extremos y sellados con un compuesto de impermeabilización; después de que tu envase está formado y vendido a los consumidores, ellos podrían poner sus productos en el interior y sellarlo con otra tapa con la ayuda de una máquina cerradora antes de terminar el proceso de esterilización

Actualmente, el envase de tres piezas soldado con plomo está desapareciendo mientras que el envase soldado por resistencia eléctrica es mucho más empleado en diferentes países del mundo el único problema que presenta es el óxido que se forma cuando es soldado pero esto queda de lado porque esta parte soldada es recubierta por una laca o barniz protegiendo tanto el exterior como el interior del envase.

- El envase de dos piezas, este consiste de dos piezas un cuerpo y una tapa, el envase es fabricado de una sola pieza por esa razón es posible usar diferentes alternativas de materiales básicamente compuestos de acero y aluminio.

Una de las ventajas de los envases de dos piezas y la más importante es la ausencia de plomo, que es nocivo para la salud y considerado cancerígeno.

Para prevenir la corrosión, el baño protector forma una capa que puede ser aplicada sobre el metal base para que pueda ser utilizado con algunos productos cuando estos sean procesados.

Estos envases son usados para contener algunos productos, tales como: el atún, sardina, macarela, vegetales como el frijol, espárragos, carnes, algunas bebidas como la cerveza, la soda, jugos, también en envases de aerosol.

## **2.2 Enfoque de la Situación Actual.**

En nuestro país y en particular en la costa ecuatoriana la producción de envases se ha tenido un incremento de desarrollo debido a las exportaciones de nuestro pescado ya sea sardinas o atún.

Para efecto de este estudio, el análisis estará centrado en las exportaciones que se están haciendo en de nuestro pescado, ya sea sardinas o atún, puesto que el mercado internacional nuestros productos son muy acogidos, especialmente en Estados Unidos y la Comunidad Europea, ya sea por su buen sabor, buena apariencia y por la calidad del envase, que es una envoltura de una alta calidad manteniendo las normas internacionales ISO, es por este principal motivo que no solo se debe contar con una mano de obra preparada y eficiente si no que la maquinaria empleada debe de tener las características que den las altas eficiencias en producción y en ahorro de materiales que se usan en el proceso como lo son los barnices y las dimensiones de la hojalata.

En estos momentos, nuestro país tiene problemas económicos por la falta de liquidez en nuestras arcas tanto en los bancos privados como en el Banco Central del Ecuador ha producido una inestabilidad en la economía que afecta todos los campos en tanto a nivel macro como microeconómico, el crear nuevas industrias a base solo de préstamos es muy riesgoso para el empresario que prácticamente perdería todo, y también para los bancos que tendrían muy pocas probabilidades de recuperar su dinero y peor ganar por el préstamo realizado.

Como enfrentar estos problemas, es una pregunta muy difícil de contestar, pues existen eminencias financieras y económicas que se expresaran diciendo que una sería aumentando la productividad de la empresa teniendo una maquinaria de altos rendimientos de producción, una alta fiabilidad, que tengan bajos costos en mantenimiento y sobre todo que el mercado tenga la necesidad de comprar este producto.

Nuestro país tiene algunos productos que se exportan ya sean tradicionales como el banano, café, camarón, petróleo, y productos no tradicionales como las rosas, frutas y conservas enlatadas; los productos que se obtienen del agro y de la pesca no pueden quedarse estancados sin producir divisas y así ayudar al desarrollo de nuestro país.

### **2.3 Justificación de la Necesidad en el País.**

El desarrollo de un proyecto ambicioso dentro de una empresa que sin duda va a tener un desembolso económico para su desarrollo tiene que tener un plan para la recuperación de esa inversión, lo más probable es que la necesidad implantada por el mismo sector costeño es la que debe de desarrollar y fomentar el fortalecimiento de la infraestructura agrícola que se puede desarrollar en la Península de

Santa Elena y otros sectores de la provincia del Guayas, y también en la zona pesquera de Manta en la provincia de Manabí.

La gran variedad de productos que se pueden obtener con facilidad en estas tierras, necesariamente se tendría un proceso para mantenerlo y algún tipo de envase donde conservarlos de una mejor manera a bajos costos y con la facilidad de transportarlo o almacenarlo.

Siempre la implantación de una tecnología mas avanzada va de la mano con la preparación del personal y los proyectos que se desarrollan tienen un fin que es el de tratar de masificar un producto, la diferencia con todo esto es que existe una variedad en la producción, pues no solo se puede producir un envase con una sola medida, sino que la gran ventaja que da el poder realizar un recambio de piezas que sirven para manufacturar en otras medidas envases, ya que en pocos minutos se puede realizar ciertos cambios y adecuaciones para formarlos.

Las variaciones de los envases en el diámetro y en la longitud siempre tienen que estar en los márgenes que son los limitantes en las dimensiones dadas por la relación de longitud por diámetro.

En el mercado interno se tiene una gran variedad de productos enlatados que por su masificación hacen que ese tipo de industrias observe una proyección del mercado que tiene que comenzar a cubrir. Teniendo una mayor producción e implantando una nueva línea para fabricar variadas medidas de envases.

Desde el punto de vista de los materiales empleados, el alambre de cobre que sirve como conductor en el proceso de soldadura, se lo emplea de ambos lados y además con un espesor menor que daría una mayor cantidad de metros por kilogramo de uso.

Con un cordón de soldadura más fino y a la vez uniforme se tiene una mayor seguridad en los envases producidos lo cual reduciría los desperdicios por falla.

Dentro de la configuración de la hojalata, la medida del traslape necesario es menor por lo que se tendría un ahorro mayor en la hojalata que es una de las materias primas más de mayor costo.

En el fin de línea la rapidez de las máquinas que realizan el pestañado, bordonado y cerrado para la formación del envase

disminuyendo el tiempo del proceso de producción para el posterior embalaje.

Ahora si un país quiere caminar junto al progreso lo necesario es tener un personal visionario y junto a ellos un cuerpo humano y un desarrollo tecnológico que se adapten al medio y que en un futuro continúen desarrollándose con el fin de realizar un cambio a la productividad para nuestro propio bienestar.

#### **2.4 Campo de Acción**

En nuestro país gracias a su beneficioso territorio tiene una gran capacidad de producción que no se basa solo en la exportación de petróleo, banano, camarón y otros; sino también en la fuerza productiva de su suelo y en la riqueza marina, estas dos partes serán el centro de atención en el desarrollo de este ítem, aunque también debe de considerarse otro campo, el externo donde la venta de estos productos resulta ser muy beneficiosa y ventajosa en el campo económico.

Los productos dados por la flora y fauna de nuestro territorio, que se traducen en la pesca, lo convierte en los últimos años en el cuarto producto de mayor exportación luego, claro está después de los

productos tradicionales como el petróleo, banano y camarón, que son los mayores generadores de divisas para el estado.

Al centrarse en la pesca, principalmente ya sea en sardinas o atún, estos productos pueden ser exportados en dos formas que son congelado y en conservas de envases de hojalata; esta última es la forma en que mayor tiempo se lo puede conservar.

Los peces mayormente que se emplean en la industria y que se transforman en conservas por lo general son la sardina, el atún y sus respectivas variedades.

En los últimos años han aumentado en nuestro país el número de empresas que basan su producción en estos productos, centrando su economía en la explotación de la riqueza marina llegando a haber una gran cantidad de embarcaciones pesqueras, industrias conserveras y envasadoras de pescado, que comercializan sus productos para el mercado local y también son exportados a otros países.

Estos productos son exportados a países como Estados Unidos, la Comunidad Europea, en estos lugares son muy apetecidos

principalmente por cadenas de restaurantes que preparan productos a la carta con estos productos de primera calidad.

Para que ingresen estos envases con sus respectivos productos a estas plazas tienen que cumplir con normas de calidad tanto en el producto en su interior, el pescado, como en el empaque que en este caso es el envase de hojalata, donde el proceso de formación del cuerpo, tapa y fondo, el tipo de aleación de la hojalata, los barnices; son quienes se evalúan y califican, pues al exportar una conserva no solo exportas su producto a consumir que es el pescado sino también el envase que lo contiene, parte de ahí el hecho de la importancia de tener tanto materias primas de calidad sino también la maquinaria necesaria para formar el envase.

En los últimos años ha habido un gran crecimiento en la producción de productos como se pueden mostrar en la siguiente tabla.

Comparación Anual de Unidades Producidas (Tinapa)

Tipo de Envase	Año 1998	Año 1999	Año 2000
Tinapa (202x308)	6.968.453	11.206.515	21.942.722
Tinapa (202x201)	569.250	265.650	283.800
Total	7.537.703	11.472.165	22.226.522

Se observa claramente que en cada año ha aumentado la producción en casi un 100%, esto se debe a que la línea FBB 630 se encuentra operando y su capacidad de producción se deja ver con un aumento en la cantidad de envases producidos y vendidos.

En el campo agroindustrial los productos que más se envasan son principalmente el palmito, aunque también se envasan otros como la lenteja, fréjol, maíz, garbanzo, choclo, pasta de tomate, alverjillas, durazno, cóctel de frutas, entre otros. Cada uno de estos productos tiene mucha acogida en países del norte como Estados Unidos, Canadá y la Comunidad Europea, que son expendidos en los supermercados.

Pero este producto cumple al igual que el producto anteriormente nombrado cumple con una serie de regulaciones y normas para permitir su ingreso a esos países. En nuestro país la industria exige que el producto cumpla con requerimientos desde la siembra de la semilla, un debido control técnico durante su proceso de cultivo hasta su recolección, para luego ser procesado y envasado, a partir de ahí la importancia de tener una debida protección, que se da por el envase, que lo mantiene y conserva apto para el consumo durante un periodo mas largo al normal.

En nuestro país hay empresas que se dedican al desarrollo de estos productos y lo hacen desde el alquiler del suelo donde los agricultores dueños de estas parcelas reciben la asesoría técnica necesaria para el desarrollo de sus productos. Con este tipo de intercambios se logra hacer un mejor desarrollo de nuestra agricultura con una debida explotación técnica del suelo y un mayor rendimiento productivo del suelo de nuestro suelo.

Nuestro país así podrá generar una mayor cantidad de ingresos y a la vez disminuir la migración de agricultores a las grandes ciudades, generando el desarrollo de un área que no se debe dejar en el olvido. A continuación se muestra una tabla en la que se muestra la producción del envase tall, que se lo emplea en la conservación tanto de productos vegetales y de pescado, se tienen combinados ambos producto como un todo.

Comparación Anual de Unidades Producidas (Tall)

Tipo de Envase	Año 1998	Año 1999	Año 2000
Tall (300x407)	3.671.027	2.590.465	3.427.595
Tall (300x406)	364.125	4.395.435	5.411.880
Total	4.035.152	6.985.900	8.839.475

Se observa claramente que ha habido un crecimiento promedio de producción y de ventas de casi el 50% de incremento anual, lo cual confirma que al tener esta nueva línea se tiene un mayor rendimiento y genera mayores ingresos a la empresa.

También es importante ver que los envases que son producidos se venden a países hermanos como Colombia y Perú, lo que resulta muy beneficioso pues al recibir la hojalata en forma de bobina, se la transforma en envases y luego es exportada, este sería el valor agregado a la materia prima. Según las normas que rigen las importaciones de materia prima, este material se lo considera para perfeccionamiento de activo el cual está libre de aranceles y solo pagará por partes y piezas nacionales que se le adhieren.

## CAPITULO III

### 3. PLANTEAMIENTO DE SOLUCION, SELECCIÓN DE OFERTANTES Y DESCRIPCION DE EQUIPOS

#### 3.1 Planteamiento General

En la presentación de los envases de hojalata a partir de la materia prima para le proceso también es necesario tener la maquinaria que forme el envase y el motivo o razón por la cual la empresa fue creada.

En el proceso que fue explicado en los puntos del capitulo I, que van desde la compra de la hojalata y de los barnices, pasa por el proceso de corte de láminas en paquetes o bultos, luego pasa al proceso de barnizado para luego pasar por las prensas y cizallas necesarias para realizar los cortes previos para los diferentes usos ya sea en tiras para la formación del fondo o tapa, o para la formación del cuerpo del envase.

En la parte siguiente que es la formación del cuerpo del envase es donde se emplea la máquina que deseamos adquirir para formar parte de nuestra flota de producción. La FBB 630 donde este bodymaker junto con las adecuaciones e instalaciones necesarias formaría parte de las líneas de producción para la formación de envases de tres piezas. Las dos líneas que actualmente se encuentran en producción solo pueden fabricar una de las medidas de envases pero en la otra línea no se lo puede hacer.

Además, este nuevo bodymaker a más de formar los cuerpos ya nombrados anteriormente, puede realizar otras medidas de envases lo cual abre un nuevo mercado para la producción.

A pesar que la empresa Envases del Litoral S.A. tiene más de 25 años de trabajo continuo en nuestro país creando envases para nuestro consumo local y también a países vecinos ha hecho que los dueños de la empresa vean un mercado que tiene una necesidad y esta necesidad es la de aumentar la producción, entonces luego de haber realizado un estudio de las posibilidades de realizar esta fuerte inversión se toma la decisión de aumentar las capacidades de producción mediante la compra de esta nueva maquinaria.

Pero esta máquina por su capacidad de producción nos crea un problema en el fin de línea, pues con el bodymaker trabajando a 300 envases por minuto, se necesita máquinas para pestañado rolado y colocación de fondo que también trabajen a estas velocidades, por estas razones es que el estudio también abarca este problema, que se soluciona mediante el sistema automático de estaciones múltiples de la compañía Krupp por medio del sistema CAN-O-MAT, el cual brinda las seguridades y facilidades técnicas que necesita el bodymaker.

Por este motivo es que en forma de un todo como conjunto estas dos máquinas nos dejarían con la capacidad necesaria de producir un variado número de envases de hojalata en tiempos menores, lo que convertiría a esta empresa en una de mayor productividad, con lo cual esta compañía competiría no solo a nivel nacional sino también con el resto del mundo.

Pues en estos momentos el mundo se encuentra en un mercado de libre comercio conocido mejor como la globalización de los mercados donde solo los mejores triunfan y para triunfar hay que prepararse y como parte de esa preparación se encuentran las parte humana y la

parte tecnológica, que son los que minimizarán a la larga los costos por la elevación de la productividad.

### **3.2 Criterio de Selección de Ofertantes**

Para tener una excelente selección de los ofertantes el proyecto debe ser investigado y de la efectividad con que se halla realizado esta investigación depende en gran parte el éxito del proyecto; es así que el grupo de personas que está encargado de realizar el proyecto desde la parte administrativa, financiera, hasta la técnica operativa deben ir cogidos de la mano, donde la experiencia que tienen cada uno de los individuos que intervienen en la selección dependerá mucho el resultado final de la selección de la maquinaria.

En este caso para la selección la parte técnica y operativa se puede ver limitada por el factor económico.

Donde luego de haber analizado las características de diferentes maquinarias se seleccionó el bodymaker FBB 630 de la compañía Soudronic y el fin de Línea de la compañía Krupp con su modelo del sistema multimodular CAN-O-MAT que son las máquinas que más se ajustan a las necesidades que tienen proyectadas.

Fueron también seleccionadas estas dos maquinarias por la durabilidad mostrada a lo largo de la producción en empresas de Sudamérica como en Colombia, Venezuela y Brasil; donde los productos realizados tienen una gran demanda en su mercado interno y también en el exterior por su excelente calidad de fabricación del envase.

Otro punto que también es importante es la capacitación técnica representada por un instructor, el mismo que viene incluido como parte del servicio, el mismo que tiene que estar presente durante el proceso de montaje y de puesta a punta en la calibración del bodymaker y del sistema automático de múltiples estaciones para la producción en serie de los envases, recalcando así los términos de manejo que en este capítulo se seguirán desarrollando.

A partir de la capacitación el servicio técnico y la garantía aseguran que la inversión realizada no se descuidará y será asesorada continuamente ya sea con un técnico visitante o por medio de repuestos y demás accesorios como revistas técnicas en caso de ser necesarios.

Todo esto ha sido evaluado pero el valor más representativo para la elección de estas maquinarias es la fiabilidad es decir la confianza que se tiene en el equipo seleccionado que no tendrá problemas en sus largas horas de funcionamiento con una alta calidad de producción.

También la experiencia que se halla recogido a lo largo de nuestra trayectoria para la selección de equipos de operación en conjunto, pues el tener la plena seguridad de que los productos terminados van a tener las calidades requeridas que cumplen con las normas, nos dará la satisfacción de que estos envases sigan teniendo la misma aceptación y también el poder ampliar nuestro mercado de ventas en industrias de todo el continente.

### **1.3 Equipos a Seleccionar**

En el proceso de selección los equipos que se pone en consideración, después que se ha realizado un análisis de propuestas de diferentes empresas ofertantes y fabricantes de cada uno de los compuestos de la línea, y también gracias a la capacidad y experiencia de las diferentes personas que forman parte del departamento técnico de la empresa ENLIT S.A., tenemos que son los siguientes:

Dentro de lo que tiene que ver con la maquina para formar los cuerpos de los envases, que es una de las partes esenciales del proyecto que se está realizando se tendran que considerar las siguientes partes:

- EL bodymaker FBB 630, que contiene las siguientes partes:

- Desapilador
- Transportador de chapas
- Flexionador
- Curvadora
- Transportador de cuerpos
- Roldanas de soldadura

- Después de la soldadura de los cuerpos se encuentran las siguientes partes:

- Transportador de cinta de salida
- Transportador OHC
- Transportador de soporte SC
- Transportador PRC para colocar el barniz líquido exterior previo a la entrada al horno.
- El Horno de Secado LSC.
- Transportador acelerador de fin de línea.

- Una vez que es curado el cuerpo, este pasa a la siguiente fase del proceso que tiene las siguientes partes:

- Estación de pestañado.
- Estación de bordonado.
- Estación de cerrado.

#### **1.4 Descripción de Equipos Seleccionados**

La maquinaria seleccionada presenta ciertas partes que serán descritas dentro de este capítulo, se lo realizará en forma individual, la FBB 630 es una máquina que se encarga de transformar una lámina de hojalata en un cuerpo de forma cilíndrica unido por medio de soldadura.

Ahora, la manera como esta máquina llega a formar dicho cuerpo cilíndrico se describe a continuación:

Desapilador.

Que está compuesto por una unidad de ventosas que succionan del desapilador una de a una las chapas del depósito. En el depósito se encuentran imanes que hacen separar cada hoja para evitar que en el funcionamiento salgan dos o mas hojas de chapa. Luego las hace deslizar entre la primera pareja de rodillos transportadores.

#### Transportador de Chapas.

Que se encuentra formado por rodillos transportadores que conducen a la chapa hacia el flexionador. En la primera pareja de rodillos transportadores se encuentra un sensor de hojas dobles que hace desviar las chapas pegadas hacia un recipiente separador por medio de un deflector que se activa cuando las detecta.

#### Flexionador.

Que consta de una combinación de cilindros y cuñas de reenvío que tienen la función de disminuir la tensión de la chapa para que el precurvado sea uniforme. Pasa a continuación a la estación de precurvado que consta de la cuña de precurvado y la pareja de rodillos de la curvadora se encarga de precurvar la chapa con el fin de que todas las chapas al ser curvadas se lo realicen forma uniforme previo al paso por la curvadora.

#### Curvadora.

Que es la parte que transporta a la chapa hasta que choque contra la chaveta curvadora de la herramienta de curvado gracias a su tensión previa, la chapa ya curvada se sostiene con sus bordes a la barra de retención, luego es conducida desde fuera por las cáscaras del canal de guía de cuerpos.

#### Transportador de Cuerpos.

Dentro del transportador de cuerpos existen las siguientes piezas que se encargan de transportar las chapas ya curvadas que toman el nombre de cuerpos:

- Las levas de la cadena del transportador que desplazan los cuerpos fuera de la sección de curvado, se realiza por la sincronización con la velocidad de soldadura.
- Los trinquetes de avance del sistema de transporte que reciben los cuerpos y los deslizan entre las roldanas de soldadura sin producir dislocamientos, ni deformaciones en los cuerpos y además en forma sincronizada a la velocidad de soldadura  $V_s$ .
- Luego pasan a los transportadores de cinta de salida, al transportador OHC y al transportador de soporte que transportan los cuerpos hacia la siguiente línea de procesamiento.

#### Transportador de Cinta de Salida.

Se encuentra formado por dos correas planas inferiores que circulan sobre imanes. EL transportador traslada el cuerpo que se encuentra en el proceso de soldadura y lo entrega al transportador OHC. Las velocidades del motor DC (corriente directa) dependen de la velocidad de soldadura y se adapta automáticamente.

Transportador OHC.

Este transportador tiene dos correas planas superiores que circulan sobre imanes potentes. Este mecanismo conduce exactamente a los cuerpos soldados a través del sistema de recubrimiento de costura, si ha sido instalado; y, entrega los cuerpos a la línea subsiguiente de procesamiento.

La función principal de este transportador es sostener el envase mientras se está recubriendo la costura internamente con barniz en polvo, esta es su función principal.

Funciona con un sensor que detecta el inicio en que la lata cuerpo pasa y abre la válvula de la pistola spray y procede a colocar el barniz en polvo a lo largo de todo el envase con la longitud ya programada en el panel principal a cada envase.

Este es un pequeño proceso de colocación del protector interior de soldadura se transfiere con alta presión con una aplicación directa por contacto, donde el polvo se adhiere al cuerpo por la fuerza electrostática que se genera cuando el cuerpo es soldado en el bodymaker.

Todos los movimientos de las levas, cadenas y transportadores se realizan por medio de un motor controlado por frecuencia acciona las correas planas. La velocidad del motor también depende de la velocidad de soldadura; y la adaptación se lleva a cabo automáticamente.

#### Transportador de Soporte.

La función principal de este es de soporte para el brazo de barnizado o de recubrimiento de polvo, manteniendo la misma velocidad que el transportador OHC.

#### Transportador PRC.

Para la aplicación de barniza liquido en la parte exterior del cuerpo que sirve como protección de la soldadura al medio externo. Consiste en una botella de barniz líquido colocada en la parte superior que se conecta a los dos rodillos que transmiten por medio de contacto el barniz a los envases. La aplicación del rodillo es continua y se mantiene igual a lo largo del cuerpo del envase.

La velocidad de accionamiento también depende de la velocidad de soldadura al igual que los otros transportadores pues se encuentran colocados en secuencia el uno al otro.

Sus ventajas son que con una aplicación de rodillos sus velocidades son ajustables para diferentes velocidades de soldadura; la aplicación del rodillo es de alta calidad y con una capa constante a lo largo de la soldadura. Este sistema funciona por gravedad, desde el reservorio de laca. Por su fina capa de laca permite una operación económica y deja sin opción a la contaminación.

La aplicación del líquido es ajustable y puede ser transferido al rollo de aplicación por otro rollo que se encuentra anterior a él. El material con que está constituido el rollo proporciona una igual capa de laca durante la aplicación, también no permite errores en el cuerpo de acero.

Por medio de controles eléctricos se ajusta a los parámetros de producción ya implantados en el bodymaker pues trabaja con servomotores donde la graduación es automática sin tener que hacer cambios de bandas ni de poleas para graduar los cambios que se presenten.

**Transportador Separador de Envases Defectuosos.**

Se encuentra justo antes de la entrada a los hornos de secado de barniz su función es separar envases defectuosos que se detectan en

la línea de producción, aunque también sirve como un instrumento para recoger las probetas de prueba para los posteriores ensayos y análisis necesarios para mantener un soporte de análisis estadístico de los cuerpos soldados, que se los realiza en forma visual o mecánica como anteriormente se explicó.

#### Horno de Secado y Curado.

Este horno que cumple una doble función es de tipo lineal pues al mismo instante que seca el barniz también cura el envase, para que la soldadura tenga una protección y puede funcionar a las velocidades que requiere el bodymaker. Por su diseño modular su sistema ventajoso en una variedad de longitudes para ubicar particularmente la velocidad de soldadura y los requerimientos de calidad.

El horno tiene aproximadamente 9 metros de longitud. Pero actúa en solamente 12 metros de espacio lineal en el terreno donde se incluye el acelerador de cinta transportadora.

El diámetro del cuerpo que se encuentra entre el rango de 45 – 165 mm no tienen mayor problema y no necesitan de cambios de piezas y reduce los costos de producción.

También por la rapidez con que se pueden realizar los cambios de medidas para las diferentes alturas de los envases dependiendo de los tipos de cambios de los envases que se realicen en los programas de cambios de producción, donde las paradas son minimizadas en su tiempo.

Estos hornos tienen reguladores de temperatura en cada sección del horno y su temperatura puede ser variada dependiendo de las necesidades requeridas para el curado de los envases.

También, el horno se encuentra conectado al panel de control del bodymaker y cualquier fallo es representado inmediatamente en el panel de control principal, y si es un problema grave instantáneamente realizaría la parada de la producción hasta solucionar el problema.

Este tipo de horno tiene características muy importantes de funcionamiento pues su operación se la realiza de la siguiente manera:

- El horno realiza su trabajo por convección, ya que por unos ductos pequeños es conducido un flujo de aire que atraviesa a los quemadores y es conducido hasta los envases que se desean curar.

- Por la curva en la estructura de los envases este flujo tiende a irse a los costados y es entonces extraído, y cae en unos ductos de extracción de aire caliente.
- El envase sale de los hornos con una temperatura aproximada que esta entre los 60° - 80°C y en el interior del horno el envase es sometido a una temperatura que puede variar entre los 180° - 220°C que son necesarios para terminar de realizar la protección necesaria al envase.

Estos hornos funcionan con gas metano, a lo largo de toda la sección de los quemadores de gas con un integrado tienen los efectos para minimizar el consumo de gas.

La mezcla de aire y gas permite una regulación individual del calor por medio de controles automáticos. El transportador de cinta magnética lineal, trabaja a una velocidad que permite que cada uno de los cuerpos de los envases tenga el tiempo de curado necesarios para que los barnices se adhieran y cumplan su función de proteger en lo posterior al alimento que se deposita dentro de ellos y no lo contamine.

Luego de estos puntos que tienen que ver con los accesorios del bodymaker, se tienen los de las diferentes estaciones de pestañado, de bordonado y de cerrado del envase, que se desarrollan a continuación.

#### Estación de Pestañado.

Los cuerpos llegan en forma vertical y son colocados uno a continuación de otro separados por medio de un sin fin que regulariza en la entrada la distancia que existe entre uno y otro cuerpo.

Esta estación está compuesta por distintas herramientas que se encuentran fijadas por un tornillo central que es de fácil manejo para los momentos de desmontaje de los lugares de asiento donde se conectan los rodillos de pestañado que una vez accionados ofrecen las siguientes ventajas:

- Ningún deslizamiento de las herramientas
- Rozamiento mínimo, protegiéndose así el recubrimiento de la soldadura en especial se consiste en empolvado electrostático.
- Menor grieta de la pestaña gracias al tamaño relativamente grande de los rodillos de pestañado que reduce su velocidad de rotación con respecto al cuerpo del envase.

### Estación de Bordonado.

Aquí el envase que procede de la estación de pestañado, tiene algunas herramientas donde el perfil de los bordones van formando en el cuerpo una apariencia mucho más rígida, puesto sobre la herramienta interior, por rodadura de dicha herramienta perfilada en un segmento exterior estacionario dotado también del correspondiente perfil de relieve. La longitud útil del perfil o sea de la carrera de rodadura es tal que el cuerpo tiene que dar por lo menos dos vueltas.

La alimentación de entrada de los cuerpos a la estación de bordonado se realiza forzosamente por una estrella de entrada en el momento de traslado la estrella intermedia fija el cuerpo en posición céntrica con respecto a la herramienta interior que va subiendo.

Durante el proceso de bordonado el cuerpo que es girado por las herramientas interior e inferior para impedir que los bordones resulten helicoidales, el plato guía superior fija los ejes de las herramientas inferiores respecto a la herramienta exterior garantizando una profundidad uniforme en los bordones una vez que están bordonados los cuerpos pasan forzosamente por otra estrella de transporte a la siguiente estación, la de cerrado.

Estación de Cerrado.

Para llegar a esta estación el envase tiene que recorrer una rampa que obliga al cuerpo a subir lo suficientemente para que pueda meterse por encima la tapa, que es alimentada al mismo tiempo por la estrella correspondiente. Seguidamente las dos piezas van juntas hasta ser tomadas en el punto de entrega por el mandril de cierre y el plato de apriete.

Este sistema trabaja bajo el principio de segmento de cierre y en dos operaciones con la introducción de la soldadura, la acumulación del material en el punto de cruce entre la soldadura y el cierre resulta tan insignificante que ya no hace falta tenerla en cuenta para el proceso de cierre.

En el sistema de cierre el plato de apriete se encuentra arriba y el mandril abajo, disposición que permite una mayor seguridad para la alimentación de la tapa.

El mandril tiene una superficie exterior lisa e impide que el cierre sobresale. Al descender el mandril el plato inferior actúa como roscador, así no se requiere de un expulsor adicional. Para realizar cambios de medidas en estos es solo necesario el cambio de dos

segmentos que es la principal ventaja frente al principio tradicional de cierre donde se tenían que cambiar múltiples rodillos de cierre y reajustar palancas y además de tener mucho tiempo de espera que en los procesos de producción deben ser menores para tener una mayor productividad.

### **3.5 Accesorios y Requerimientos.**

Las instalaciones de línea desde el mismo proceso de corte de la lámina solo admiten un tipo de accesorios necesarios para poder realizar un desarrollo factible y productivo de la maquinaria. En el caso de las necesidades requeridas por este tipo de maquinaria van desde:

- Tipo de Suelo.
- Conexiones Eléctricas.
- Conexiones Hidráulicas
- Conexiones Neumáticas

Para mantener un mejor uso y una elevada productividad en el uso de la maquinaria se deben tener en cuenta los puntos escritos anteriormente. Pues las conexiones eléctricas del tablero central del armario de mando requiere de líneas de conexión de 380 – 400V y la protección por fusible del sistema de retro-refrigeración debe efectuarse siguiendo las especificaciones dadas:

### Cuadro de Conexiones y Requerimientos.

Cos $\phi$	0.9
Corriente de Soldadura	5.5 kA
Potencia de Conexión	35k VA – 34.5k VA

### Cuadro de Fusibles Requeridos

Cantidad	Voltaje / Frecuencia	Amperios
3 x 200	240 V / 60 Hz	125 A
3 x 180	415 V / 60 Hz	63 A
3 x 430	490 V / 60 Hz	50 A

### Cuadro de Calibres de Cables Empleados para Realizar las Conexiones

Voltaje (V)	Frecuencia (Hz)	Area (mm <sup>2</sup> )
240	60	50
415	60	16
490	60	10

El circuito de conexión Hidráulica forma parte de la unidad de refrigeración del bodymaker y del armario eléctrico central, se encuentra constituida por diferentes circuitos los mismos que están formados por el circuito primario que usa agua como líquido

refrigerante del brazo de soldadura automático con una presión de entrada de 5 bar, con una temperatura de 15°C y con un caudal mínimo de 8 l/min.

Con un circuito secundario que toma como líquido refrigerante un líquido llamado Emulsión de Stabillo que es la combinación de un líquido refrigerante y uno lubricante que llega al interior de la roldana de soldadura y a las unidades pendulares de la parte inferior de la roldana.

También se tiene muy en cuenta al circuito de aire comprimido y de vacío el mismo que está conectado directamente a diferentes lugares de la máquina como:

- Al regulador de tracción del alambre entre ellosse encuentran el cilindro neumático, troceador del alambre y el perfilador del alambre.
- Al transportador, en el dispositivo de bajar el canal. Al desapilador en las bombas de vacío para el accionamiento de las ventosas de las toberas de aire de separación y el deflector de hojas dobles.
- El empalme de agua y aire para los circuitos de agua fría y caliente, al transportador OHC para la barra de enfriamiento.

Así como parte de los equipos seleccionados la unión de estos para formar un conjunto operativo requiere de ciertos accesorios que facilitarán la operabilidad de toda la línea en sí, haciéndola más manejable y rentable por la diversidad de los envases que se tiene que realizar.

Como complemento tenemos las siguientes partes que serán diseñadas y construidas y su proceso de diseño se describirá en el capítulo IV, estas son las siguientes:

- Elevador Magnético de Envases
- Sistema de Transportación y acumulador de Envases.
- Sistema de refrigeración (Agua Temperada)
- Paletizador de Envases.

#### **1.5 Planificación de Compra.**

En el siguiente ítems se procederá a la implementación de los sistemas que se tengan que comprar y también de los sistemas que se tengan que diseñar para posteriormente construir, así que mientras se ha desarrollado este capítulo se ha mostrado los diferentes equipos que se colocaran a la línea, que son parte de una maquinaria que forman un conjunto y que como tal funcionarán, es decir, que para que

este proyecto realmente tenga los éxitos esperados cada uno de sus componentes tendrá que formar parte de lo necesariamente se tiene que comprar.

Para garantizarnos de un alto rendimiento y de una gran facilidad para la operación de cada una de estas partes de la maquinaria, se detallan las listas por separado para proceder con la importación de cada una de ellas.

Todos los elementos de la Soudronic FBB 630 están incluidos como un solo paquete, que está formado por las siguientes partes, y también entre ellas se encuentran una gran variedad de herramientas que sirven para la calibración, piezas de recambio para formar las diferentes medidas de los envases.

A continuación se presenta un listado de las partes de necesaria adquisición, en lo que tiene que ver con la Soudronic FBB 630, estas son:

- Bodymaker.
- Transportador OHC
- Transportador de Soporte
- Transportador PRC

- Transportador detector de envases defectuosos.
- Horno de Secado y de Curado.
- Transportador acelerador de fin de Línea.

En lo que tiene que ver con los elementos que se necesitan para un funcionamiento garantizado por parte de Krupp mediante su sistema multimodular CAN-O-MATIC en la que vienen incluidas todas las herramientas y piezas de recambio para facilitar la variedad de envases que se puedan formar.

Al igual que la FBB 630 también se opta por traer como un todo la maquinaria necesaria para obtener un alto rendimiento y una mayor rentabilidad al momento de producir, garantizado también por el apoyo técnico que se obtiene al realizar la compra de esta nueva tecnología.

Todos los elementos del sistema Multimodular CAN-O-MATIC están incluidos como un solo paquete y también entre ellas se encuentran una gran variedad de herramientas que sirven para la calibración de la maquinaria y las piezas de recambio para formar las diferentes medidas de los envases que se van a producir.

A continuación se presenta un listado de las partes de necesaria adquisición, en lo que tiene que ver con el sistema multimodular CAN-O-MATIC, las cuales son:

- Estación de Pestañado.
- Estación de Bordonado.
- Estación de Cerrado.

Una vez obtenido el listado de las partes de las maquinarias necesarias para la importación se procede con dicha compra.

## CAPITULO IV

### 4. DISEÑO DE EQUIPOS ADICIONALES DE LINEA

El diseño de los equipos que pertenecen a la línea de producción de envases de hojalata dentro de la planta industrial se divide en dos grupos que son: Los que serán diseñados de acuerdo a las necesidades particulares y los que solamente se han de seleccionar. Los Equipos que se encuentran dentro del primer grupo son:

- Elevador magnético de cinta.
- Sistema de transportación y acumulación de envases.
- Sistema de refrigeración por agua temperada
- Paletizador de envases

El otro grupo ya fue seleccionado en los puntos de los capítulos anteriores. En lo siguiente se procede a realizar el diseño y selección de los diferentes equipos adicionales de línea.

#### 4.1 Diseño de Elevadores Magnéticos

Para el diseño de esta parte de la línea se debe de tomar muy en cuenta la capacidad de producción que tiene la máquina FBB 630 es decir, la cantidad de envases por minuto que pueden producir.

La velocidad máxima de producción es de 300 cuerpos por minuto y dependiendo del tipo de envase que se desea fabricar, tiene sus respectivas medidas que están en la siguiente tabla y en el plano # 3.

Medidas de Envases de Hojalata.

Tipo de Envase	Diámetro (mm)	Altura (mm)
Envase Tall 300	72.90	112.71
Envase Tinapa	52.35	88.90

#### Condiciones de Diseño

Una vez que se tiene la altura y diámetros de los envases que se producirán por minuto, se procede a realizar un bosquejo del diseño de forma del elevador magnético que debe cumplir con los siguientes requisitos:

- La altura debe ser la apropiada para que al elevar los cuerpos de los envases no moleste al personal que se encuentre supervisando la producción.

- El cuerpo del envase llega al elevador en forma acostada y debe salir parado del elevador.

#### Diseño de Forma

Para que el elevador magnético cumpla con los requisitos anteriormente citados, debe tener una altura de 3000 mm el mismo que estará ubicado a continuación del horno de secado y curado de los cuerpos de los envases y de la banda magnética aceleradora del fin de línea que se encuentra posterior al horno, la razón principal de elevar el envase es de tratar de utilizar el espacio aéreo que se tiene dentro de la línea, de no ser así todo el conjunto tendrá una longitud superior y ocupará mucho espacio en la planta.

El diámetro máximo del cuerpo del envase es quién define el ancho de la cinta, la misma que debe trabajar con la holgura necesaria, con lo cual se ha establecido un ancho de 140mm dejando una holgura de unos 20mm de cada lado como mínimo.

El elevador está formado por un tambor principal que es el elemento que tiene la motricidad dada por un motor con su respectivo reductor y se encuentra ubicado en la parte superior. Plano # 3.

Para el diseño los tambores que se encuentran en el sistema tienen los siguientes diámetros:

- Tambor principal  $\phi$  500 mm ( x 1 )
- Tambor secundario  $\phi$  150 mm ( x 1 )
- Tambor Templador  $\phi$  100 mm ( x 2 )

Para seleccionar el sistema motriz se debe asumir una velocidad de desplazamiento de 1000mm/seg.

$$V = 1000 \frac{mm}{s} \times 60 \frac{s}{min} \times \frac{1m}{1000mm} = 60 \frac{m}{min}$$

Este valor influye muy poco en el sistema pues simplemente es un parámetro necesario para calcular la potencia necesaria del motor.

En primer lugar se debe considerar que el elevador esté completamente cargado para así poder establecer la fuerza requerida para mover un total de envases que es de 20, para lograr esto se realiza el siguiente análisis usado en nuestro campo de acción que se encuentran el texto Tablas y Gráficos para Cálculos de Instalaciones Industriales.

$P$  = Peso de la Carga

$Q$  = Peso de la Carga en Kg. por m.

$$Q = \frac{nM}{l}$$

$$Q = \frac{20 \times 0.10}{1.50}$$

$$Q = 1.3 \text{ Kg/m}$$

$H$  = Proyección vertical en metros

$$H = 2.3\text{m}$$

$I$  = Fuerza para levantar la carga

$$I = m \times \bar{g}$$

$$I = 0.01 \times 9.8$$

$$I = 0.098\text{N}$$

$$P_t = P + \frac{QH}{I}$$

$$P = 0.18 + \frac{1.3 \times 2.30}{0.098}$$

$$P = 30.59 \times 9.8$$

$$P = 299.782\text{N}$$

Por lo tanto la fuerza requerida para elevar los cuerpos de los envases es de 299.782 N, el cual debe ser proporcionada por un motor, donde por medio del estudio que se está realizando se procede al cálculo de la potencia, que se calcula a continuación.

Potencia del motor.

Como todavía no se puede conocer el piñón a usar con la cadena, se asume un valor de diámetro de 100mm, valor que se justifica por el espacio que existe entre el motoreductor y el piñón trasmisor de movimiento, con el valor asumido del piñón se puede calcular la velocidad angular  $\omega$ ,

$$\omega = \frac{V}{R} = \frac{60 \frac{m}{min}}{0.05m} = 1200 \frac{rad}{min} \times \frac{1 rev}{2\pi rad} = 190 \frac{rev}{min}$$

Con este valor de 190 RPM se puede calcular la potencia requerida con la siguiente ecuación

$$P = T\omega$$

Donde

$$T = F \times d$$

y

$$d = r$$

Ahora tenemos el siguiente cálculo:

$$P = F \times r \times \omega$$

$$P = 299.782N \times 0.05m \times 1200 \frac{rad}{min} \times \frac{1min}{60s}$$

$$P = 300W \approx 0.3KW$$

$$P = 0.3KW \times 1.3441 \frac{Hp}{KW}$$

$$P = 0.4023Hp$$

Para poder calcular la potencia efectiva en Hp tenemos la siguiente ecuación

$$P_e = \frac{P}{h_a \times h_2}$$

Donde

$h_1$  = Es el rendimiento de transmisión y de la polea, 0.8

$h_2$  = Es el rendimiento del reductor, 0.95

$$P_e = \frac{0.4023}{0.95 \times 0.8}$$

$$P_e = 0.52Hp \approx 1Hp$$

$$P_e = 1Hp \approx 0.746KW$$

La potencia requerida por el sistema hace seleccionar un motor que tenga una potencia de 0.746 KW, para esta parte de la línea.

A lo largo de todos los cálculos que se tengan que realizar sobre el uso de cadenas para su selección se tomará como referencia el catálogo de Rexnord.

#### Cadena de movimiento

Esta cadena es la que transmite el movimiento desde el motoreductor hasta el elevador de cinta magnético, para los cuerpos de los envases

el motoreductor tendrá una velocidad de 190 RPM y una potencia de placa de 0.746 KW que son necesarios en el elevador.

Los piñones que se usarán serán idénticos, es decir de iguales dimensiones para no tener ninguna reducción puesto que el motoreductor es quién da directamente al sistema los valores que requiere, para la selección de la cadena se deben conocer los siguientes datos:

- Potencia del motor, 0.746 KW (1Hp).
- Tipo de carga presente, carga fuerte de choque.
- RPM y diámetro de los dos piñones a seleccionar, 190 RPM y 100mm.
- Limitaciones por espacio, ninguno.

Antes de proceder a la selección de la cadena también se debe de tener en cuenta lo siguiente,

- Si la lubricación no fuese posible use cadenas especiales sin lubricación.
- Se deben seguir los siguientes pasos para la selección de cadenas

Paso 1. Determine el factor de seguridad para el tipo de carga presente. Multiplique la potencia especificada por el correcto factor de servicio especificado en la tabla No. 1 procedente del catálogo de Rexnord.

El factor de seguridad de acuerdo a las condiciones del trabajo es de 1.3, con este factor se previenen cargas rítmicas de pulso de choque que es la que se puede producir en la cinta. Por lo tanto la potencia de selección será el siguiente:

$$DHP = HP \times SF$$

$$DHP = 1 \times 1.3$$

$$DHP = 1.3Hp$$

$$DHP \approx 1.5Hp \approx 1.119KW$$

Paso 2. Con la potencia de selección ya calculada y el RPM del piñón es posible entrar a las tablas 2 y 3 de Rexnord donde se obtiene el número de la cadena el número de dientes mínimo del piñón menor y el máximo asiento posible en ese piñón, así pues con  $DHP = 1.5Hp$  y  $\omega = 190$  RPM se puede obtener lo siguiente

$$\text{No Cadena} = 40$$

$$\text{Número mínimo de dientes del Piñón} = 20$$

$$\text{Asientos (bore)} = 1 \frac{7}{8}''$$

Paso 3. El siguiente paso es obtener la relación de velocidades del piñón menor el mayor, esta puede ser de 1 a 6 pues más allá de esta relación puede ocasionar problemas en la transmisión, pero en este caso la relación es de 1 a 1, como los piñones son de idénticas medidas y características, es decir

$$R = \frac{190RPM}{190RPM}$$

$$R = 1$$

Paso 4. Con el número de dientes del piñón menor y la relación anteriormente hallada se obtiene la siguiente información de las tablas 4 y 5 de Rexnord.

Número de dientes mínimo del piñón mayor, 20

Distancia entre centros en pasos, 10

Largo de la cadena en pasos, 20

Luego de haber analizado y seguido los pasos anteriores se escoge la cadena No 40 que tiene un paso de 0.5", esta cadena necesita dos piñones idénticos con 20 dientes y puede albergar un eje máximo de  $1\frac{7}{8}$ ".

### Selección de la Cinta del elevador magnético

Para seleccionar la cinta del elevador magnético se siguen los siguientes pasos:

Paso 1. Se debe determinar el tipo de cinta usar pues esta tiene que tener propiedades que deben soportar ya que tendrá que asimilar los esfuerzos de corte que se producen al ser atraído cada cuerpo del envase a la cinta por la acción de los imanes que se encuentran unidos al asiento.

Debe ser vulcanizable o engrapable para unir sus extremos, también debe soportar medianas temperaturas entre 60°C y 70°C con que sale el envase del horno de secado. También debe soportar el desgaste producido por la fricción que se produce al encontrarse entre el envase y la fuerza del imán aplicado en la placa.

Paso 2. Las cargas son mínimas al transportar pues los cuerpos de los envases son livianos y lo que se considera como primordial es la tensión que soporta por las altas velocidades con que transporta, por estos motivos se escoge el material con que debe estar formada la cinta que puede ser poliamida o uretano de las cuales se escoge poliamida por sus características de resistencia a las RPM generadas en el sistema.

### Diseño del eje

El elevador tiene cuatro tipos de ejes que se diferencian principalmente por el diámetro. El primer tipo de eje es el que se usa en la transmisión de la potencia en la cadena en un extremo de la cinta.

El primer eje es el que trasmite la mayor potencia que es entregada por el motor, comparado con el resto de ejes que solo sirve para transmitir movimiento. Para los ejes quienes transmiten potencia de 0.746 KW. se estima un diámetro que se calcula de la siguiente manera, el mismo que se encuentra en el texto Tablas y Gráficos para Cálculos de Instalaciones Industriales.

$$d = 124 \sqrt{\frac{N}{n}}, \quad \frac{N}{n} < 1$$

donde

N = Potencia en Hp.

n = Revoluciones por minuto RPM

$$d = 124 \sqrt{\frac{1}{190}}$$

$$d = 0.26934 \text{ cm}$$

$$d = 26 \text{ mm}$$

Mientras que para los ejes locos se escoge un diámetro de 12mm con sus respectivas chumaceras del tipo de piso

#### 4.2 Sistema de Transportación y Acumulación de Envases.

Para el diseño del acumulador y transportador de envases se deben de tomar en cuenta las siguientes prioridades como la cantidad de envases a acumular la longitud del transportador entonces por este motivo se debe de aprovechar la longitud existente sobre el horno que es de 10 metros de longitud y cada envase parado tiene un diámetro mínimo de 100mm es decir que con el transportador completo en ambos lados del transportador se tendrán aproximadamente de 200 a 250 envases.

$$\#envases = \frac{l}{\Phi}$$

$$\#envases = \frac{2000cm}{10cm}$$

$$\#envases = 200$$

Cada uno pesa 0.1 Kg. aproximadamente y en total se tendría sobre el transportador 2 Kg. de hojalata.

#### Condiciones de diseño

Una vez que se tiene las cantidades de envases que se tienen sobre el transportador y que serán conducidos hasta la siguiente operación, se procede a realizar un bosquejo del diseño de forma del

transportador y acumulador de envases tiene que cumplir con los siguientes requisitos:

- Se tiene que encontrar a una altura de 3 metros aproximadamente por ese motivo se escogió un elevador de envases a la misma altura.
- Debe servir como acumulador de un mínimo de 200 envases.

#### Diseño de Forma.

Para que el transportador cumpla con los requisitos citados anteriores debe tener una altura de 3000mm y la longitud del transportador debe de ser de 10m de longitud de ida y de regreso, pues también en cada uno de los extremos se encuentran unas ruletas que transportan el envase y lo cambian de dirección para seguir la línea de proceso desde el elevador al transportador y entre los transportadores, estos están conectados entre sí por medio de un sistema motriz que funciona básicamente con cadenas dobles.

Entonces para iniciar los cálculos los primeros datos que se tendrían serían los siguientes:

$\phi$  = Diámetro de la base del envase, 100mm

L = Longitud del transportador, 10000mm de cada lado (x2)

$\phi_{\text{Ruleta}} = 800\text{mm (x2)}$

$$\begin{aligned}
 L_{Total} &= L_{circ} + L + L_{circ} + L \\
 L_{Total} &= 400\pi + 10000 + 400\pi + 10000 \\
 L_{Total} &= 22513mm
 \end{aligned}$$

Entonces el número exacto de envases de 100mm de diámetro es:

$$\begin{aligned}
 \#envases &= \frac{L_{Total}}{\Phi} \\
 \#envases &= \frac{22513mm}{100mm} \\
 \#envases &= 225
 \end{aligned}$$

Entonces el número de envases que se encontrarán en el transportador será de 225 cuerpos.

Como en este caso el transportador tendrá como cinta de transportación cadenas dobles, por este motivo que sumada la carga que tienen que trasladar también tiene que considerarse el peso por unidad de longitud de la cadena que es de 12.26N/m, escogemos este valor por un tipo de cadena No 40 doble, con lo cual tenemos los siguientes datos y que nos servirán para realizar los cálculos de fuerza, carga y potencia requerida para el sistema.

$W_c$  = Peso de la cadena

$W_e$  = Peso del cuerpo

$W_T$  = Peso total

$$W_c = L \times M$$

$$W_c = 12.26 \frac{N}{m} \times 40m$$

$$W_c = 490.4N$$

$$W_e = m \times \vec{g} \times \#envases$$

$$W_e = 0.10 \times 9.8 \times 225$$

$$W_e = 220.5N$$

$$W_T = W_c + W_e$$

$$W_T = 490.4N + 220.5N$$

$$W_T = 710.9N$$

Para calcular la fuerza requerida para mover el total máximo de envases se realiza un análisis sencillo que es el siguiente

$\mu_k$  = Coeficiente de fricción antes del movimiento

$W_T$  = Peso total del sistema

$$F_{Total} = \mu_k \cdot W_T$$

$$F_{Total} = 0.9 \times 710.9N$$

$$F_{Total} = 639.81N$$

Por lo tanto la fuerza total requerida para mover el sistema es de 639.81N, la misma que deberá ser proporcionada por un motoreductor cuya potencia se calcula a continuación.

Potencia del motor

Como no se conoce el valor del  $\phi$  diámetro del piñón de la cadena tomaremos un valor de 100mm, con este valor asumido es posible hallar la velocidad angular necesaria de la siguiente manera.

- # = Número de cuerpos por minuto, 300cps/min.
- $\phi$  = Cuerpos, 100mm

$$V = \#_{\text{cuerpos}} \times \phi_{\text{cuerpos}}$$

$$V = 300 \frac{\text{cps}}{\text{min}} \times 100 \frac{\text{mm}}{\text{cps}} \times 1 \frac{\text{min}}{60\text{s}}$$

$$V = 500 \frac{\text{mm}}{\text{s}} = 0.5 \text{ m/s}$$



Con estos valores calculamos la velocidad angular del sistema.

$$\omega = \frac{V}{r}$$

$$\omega = \frac{0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.01\text{m}} = 50 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times \frac{60\text{s}}{1\text{min}} \times \frac{1\text{rev}}{2\pi\text{rad}}$$

$$\omega = 477.46 \text{ rpm}$$

Entonces el valor de la velocidad angular  $\omega$  es de 477.46 RPM. Para conocer la potencia del motor se usa la siguiente ecuación.

$$P = T\omega$$

Donde

$$T = F \times d$$

y

$$d = r$$

Ahora tenemos lo siguiente

$$P = F \times r \times \omega$$

$$P = 639.81N \times 0.05m \times 50 \frac{rad}{s}$$

$$P = 1599.625W$$

$$P = 1.599KW \times 1.3441 \frac{Hp}{KW}$$

$$P = 2.144Hp \approx 2.5Hp$$

$$P = 2.5Hp \approx 1.865KW$$

Con la potencia y con la velocidad angular del motor seleccionaremos el tipo de cadena que servirá como cinta transportadora, para poder realizar los cálculos necesarios se debe de conocer primero los siguientes datos

- Potencia del motor, 1.865KW (2.5 Hp)
- RPM y diámetro de los ejes de los 2 piñones a seleccionar,  $\omega = 477.46$  r.p.m., y  $\phi = 100$ mm.
- Tipo de carga presente, carga fuerte de choque.

También se deben de considerar los costos por el uso de cadenas de doble paso y el tipo de lubricación que va a tener, teniendo claro estos puntos y luego de analizar esta información se puede proseguir con la selección de la cadena.

Paso 1. Determinar el respectivo factor de seguridad para el tipo de carga presente, se debe de multiplicar la potencia especificada por el correcto factor de servicio especificado en la tabla 1 de Rexnord.

El factor de servicio de acuerdo a las condiciones de trabajo de la cinta es de 1.7, debido a que se previenen cargas fuertes de choque que son las que van a ocurrir a lo largo de todo el transportador, la potencia de selección es el siguiente:

$$DHP = HP \times SF$$

$$DHP = 2.5 \times 1.7$$

$$DHP = 4.25$$

Paso 2. Con este valor entramos al segundo paso en el cual debemos de considerar los siguientes factores:

- Peso de la cadena por unidad de longitud,  $w = 6.13 \text{ N/m}$ .
- Peso del producto transportado,  $W = 0.10 \text{ Kg}$ .
- Cantidad de envases transportados,  $N = 225$

- Longitud de la cinta transportadora,  $L = 20$  m.
- Resistencia a la fricción  $f_s$  o  $f_r$ .

Cuando el producto es transportado por la cadena se usa  $f_s$  si la cadena descansa sobre los bordes y  $f_r$  si la cadena descansa sobre los rodillos, cuando el producto no está soportado por la cadena cualquier valor de fricción podrá ser considerado.

Los factores de fricción a considerar están en la tabla 6 del catálogo de Rexnord para lo cual se escoge el que más se asemeja a este caso en particular, para la cinta de transporte horizontal con el producto que se encuentra sobre la cadena.

$$Carga = (W \cdot N + 2 \cdot W \cdot L) f_s$$

donde  $f_s = 0.45$ , entonces

$$Carga = (0.010 \times 225 + 2 \times 6.13 \times 20) \times 0.45$$

$$Carga = 247.45 N$$

Con este valor de la carga de 247.45 N proseguimos al siguiente paso.

Paso 3. Se determina la tracción de diseño de la cadena y multiplique por el factor de diseño, que en el caso de una cadena ANSI double Pitch es de 1, esto indica que la carga es la misma, 247.45 N (55.56lbf).

Paso 4. Seleccione el paso de la cadena en el catálogo de Rexnord en la columna velocidad de cadena que en este caso es de 30 m/min. (98.47 ft/min.), Y se lee el valor de la carga de trabajo máximo, con este valor se puede obtener el paso de la cadena en pulgadas. El valor encontrado es de 465 libras, que nos da un paso de 1 in.

Paso 5. De la tabla 6 Chain Number an Pitch del catálogo de Rexnord, escoja el número de cadena que requiere para un paso de 1", se tiene varias opciones para escoger.

Para saber cual debe ser escogida se usará dos criterios, el primero es cual puede albergar al accesorio M10-2 y el segundo, el costo; por ende se escoge la cadena de doble paso de rodillos C2040 que satisface las necesidades presentes. Con esta cadena de 1" de doble paso se usará un Piñón del tipo Double Duty sprocket con un número mínimo de dientes de 12.

$$D = \frac{P}{\operatorname{sen}\left(\frac{180}{N}\right)}$$

$$D = \frac{2.54\text{cm}}{\operatorname{sen}\left(\frac{180}{12}\right)}$$

$$D = 9.81\text{cm} \approx 10\text{cm}$$



### Diseño del Eje

Esta cinta tiene 4 ejes que son de dos tipos y se diferencian entre ellos por el diámetro, pues el primero es usado en la transmisión de potencia a la cadena en un extremo de la cinta y también en el otro extremo.

Mientras que los restantes son piñones locos que solo transmiten movimiento y no potencia, por lo que serán de un menor diámetro. Para realizar los cálculos nos valemos de una ecuación utilizada anteriormente y teniendo en cuenta los siguientes datos

$$n = 477.76 \text{ RPM}$$

$$N = \text{Potencia en Hp, } 1.865 \text{ KW (2.5 Hp).}$$

Con su respectiva condición

$$d = 124 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}, \quad \frac{N}{n} < 1$$

$$d = 124 \sqrt[3]{\frac{2.5}{477.76}}$$

$$d = 3.227 \text{ cm} \approx 32 \text{ mm}$$

Para los ejes que transmiten potencia tenemos un diámetro de 32mm mientras que para el eje loco usaremos un diámetro de 20mm con sus respectivas chumaceras de soporte de tipo de pie.

### Cálculo de la cadena de Trasmisión de Movimiento.

Esta cadena es la que trasmite el movimiento desde el motoreductor hasta el transportador y acumulador de cuerpos de los envases, el motoreductor tendrá una velocidad de 477.76 RPM y una potencia de placa de 1.865 KW (2.5 Hp) que son necesarios para la trasmisión de movimiento.

Los piñones que se usarán serán idénticos, es decir de iguales dimensiones para no tener ninguna reducción puesto que el motoreductor es quién da directamente al sistema los valores que requiere, para la selección de la cadena se deben conocer los siguientes datos:

- Potencia del motor, 1.865 KW (2.5 Hp).
- Tipo de carga presente, carga fuerte de choque.
- RPM y diámetro de los ejes de los dos piñones a seleccionar, 477.76 RPM y 40mm.
- Limitaciones por espacio, ninguno.

Antes de proceder a la selección de la cadena también se debe de tener en cuenta los puntos dados anteriormente.

Se tiene que tener muy claro que la potencia que se trasmite por la cadena del transportador es igual, por este motivo se elegirá la misma

cadena de doble paso de rodillos C2040 que satisface las necesidades presentes. Con esta cadena de 1" de doble paso se usará un Piñón del tipo Double Duty sprocket con un número mínimo de dientes de 12, y el diámetro del piñón es el mismo ya seleccionado.

#### Cálculo del reductor

En el sistema de transporte hay en dos lugares unas ruletas que transportan el cuerpo del envase y lo giran hacia el otro sistema de transporte, estas ruletas trabajan con la misma potencia proporcionada por el motor impulsor del transportador y acumulador de envases, y están conectados por medio de cadenas, estos reciben el movimiento y luego lo transmiten. El movimiento que se trasmite a la ruleta se transforma solo en este lugar, desde el piñón trasmisor.

Para poder realizar el análisis necesario de esta parte del sistema se deben de conocer los siguientes datos,

- $\phi$  = Diámetro de la ruleta 800mm
- $V$  = Velocidad lineal del transportador 500 mm/s
- $\omega$  = Velocidad angular del eje motriz 447.46 r.p.m. (50 rad/s)

Con estos valores podremos calcular la velocidad angular de la ruleta y así también conocer la reducción que requiere el sistema.

$$\omega_{rul} = \frac{V}{r} = \frac{500 \frac{mm}{s}}{400mm}$$

$$\omega_{rul} = 1.25 \frac{rad}{s}$$

Conociendo el valor de las dos velocidades angulares, es decir el valor del eje motriz y de la ruleta, se puede obtener la relación de reducción de engranajes.

$$Reducción = \frac{\omega_{motriz}}{\omega_{rul}} = \frac{50 \frac{rad}{s}}{1.25 \frac{rad}{s}}$$

$$Reducción = 40$$

Con este valor se conoce la relación de reducción que es de 40:1, para realizar esta reducción usaremos el sistema sin fin corona, que estará compuesto por el engranaje helicoidal con un número de dientes de 40 y tendrá el mismo paso que el del sin fin.

### 4.3 Sistema de Refrigeración por Agua Temperada.

La FBB 630 es una maquinaria que trabaja con un circuito de agua temperada, pues en la formación del cuerpo del envase se produce un desprendimiento de calor que se produce en las roldanas de soldadura y se trasmite a todo el brazo, esto hace que la máquina tenga una alta temperatura, este es el motivo por el cual estas partes

del sistema deben ser enfriadas y mantenerse a una temperatura ambiente promedio de 25°C para su normal operación.

Este sistema de enfriamiento por agua temperada es utilizado en dos partes de la máquina, las que son

- El armario eléctrico central de distribución de energía.
- La máquina FBB 630 en sus partes principales del bodymaker donde se realiza el proceso de soldado del envase.

Identificando estos lugares por medio del catálogo de esta máquina, los cuales indican los requerimientos de temperatura y el respectivo flujo del sistema los cuales se recordarán a continuación:

- Temperatura del circuito de temperatura de entrada, 15°C.
- Presión del flujo de agua temperada, 5 bar, 500 kPa
- Caudal mínimo del circuito de agua, 8 l/min.

Sabiendo las necesidades de nuestro sistema se procede a la selección de un paquete de enfriamiento, que hará que el sistema tenga el circuito cerrado de agua temperada conocida con el nombre de Package Chiller en su idioma original con su modelo PC 03 para una línea de producción específica de producción, esta unidad

enfriadora tiene las siguientes características técnicas, que son dadas en la siguiente tabla.

Características Técnicas del Paquete de Enfriamiento  
(Package Chiller)

Modelo Tipo	PC 03
Refrigerante	R22
Peso de Carga de Refrigerante (Kg.)	2.1
Máxima Presión de Operación (Kpa.)	2800

El presente equipo es diseñado y construido por la industria Alfa Laval y se lo emplearía en esta línea porque reúne las características que requiere el bodymaker para mantener una producción estable.

Este tipo de equipos tiene algunas limitaciones en su aplicación como unidad enfriador, estas características que se tienen que considerar.

Del lado del agua se tienen las siguientes limitaciones:

- De temperatura

T máxima del agua de retorno a la unidad en °C	35
T máxima del agua de salida de la unidad en °C	20
T mínima del agua de salida de la unidad en °C	2

- De presión

Presión del lado de succión (kPa)	0 a 2000
Presión del lado de descarga (kPa)	3500

- La cantidad de agua en el evaporador.

Caudal mínimo de agua ( $m^3/s$ )	$2 \cdot 10^{-4}$
-----------------------------------	-------------------

Del lado del aire se tienen las siguientes limitaciones.

- De temperatura ambiente

Temperatura máxima en $^{\circ}C$	43
Temperatura mínima en $^{\circ}C$	5

- De cantidad de aire de suministro

Caudal mínimo ( $m^3/s$ )	0.95
---------------------------	------

Todos los valores de los limitantes no restringen su utilización y se encuentran dentro de los parámetros requeridos por el bodymaker.

Un detalle importante que se tiene que tomar en cuenta para continuar con el desarrollo del diseño es que este tipo de equipo tiene valores de rendimiento del conjunto total y también de cada uno de los componentes del mismo, estos valores explicaran y darán una vista

mas real del consumo aproximado de energía que absorbe este sistema, esta potencia suministrada a cada parte tiene valores que se detallaran a continuación en los siguientes puntos.

Potencia del sistema

Potencia Total en kW		2.7
Bomba de Tipo 19 en kW	0.3	
Compresor en kW	2.2	
Ventilador en kW	0.18	
Total	2.68	2.7

Con lo que respecta a las conexiones de entrada y de salida de agua de enfriamiento son de diámetro de 1" y de tipo hembra. Las dimensiones de la unidad instalada son las siguientes.

- Longitud, 890 mm.
- Profundidad, 560 mm.
- Altura, 1520 mm.

El peso neto de todo el paquete es de 210 Kg. mientras que el peso en bruto es de 300 Kg.

Esta unidad tiene partes que no serán detalladas mayormente pues no están totalmente formando parte de los objetivos de esta tesis, estas partes son:

- Circuito de refrigeración
- Circuito de agua
- Circuito de aire
- Controles

En la instalación de esta unidad se deben de tener en cuenta las recomendaciones de los fabricantes tales como, distancia entre la pared adyacente y la unidad, así como también la distancia entre la parte superior de la unidad y el techo de la instalación para que el equipo tenga el flujo de aire necesario para que trabaje de la mejor forma posible, estas distancias son respectivamente 200mm y 500mm respectivamente.

La unidad necesita que el agua tenga las siguientes cualidades para una optimización del trabajo del equipo, estas son:

- Un pH de 7.2
- Contenido de Oxígeno de 4mg. por Kg. de agua
- Dureza de 3 a 4° dH.

#### 4.4 Paletizador de Envases.

Una vez que el envase ha recorrido las unidades multimodulares donde se le coloca el fondo del envase, al salir pasa por un elevador de cinta, el mismo que no tuvo que ser diseñado por el motivo que se encontraba uno listo y trabajando pero no operando en la planta por lo que solo se lo trasladó y se le dió el respectivo mantenimiento para finalmente colocarlo en la línea. La razón de usar este elevador es porque se utilizará la caída por gravedad de los envases, los mismos que se elevarán hasta una altura de 4 m para luego ser acomodados en el paletizador.

En esta parte los envases prácticamente terminados pasan a un acumulador final que es una mesa donde se los ubica uno a continuación de otro esta mesa tiene una medida de 1400 mm por 1500 mm.

Las dimensiones de los palets de madera son de 1400 mm de largo por 1055 mm de ancho con un espesor de 120 mm.

La cantidad de envases que se colocan en el palet depende del tipo de envase que está en proceso de fabricación, pues depende del

diámetro que tenga, a continuación se muestra una tabla con las cantidades de envases que se ubican en el palet,

Cantidad de envases en la superficie del palet

Tipo de envase	Env / long	Env / ancho	Total de envases
Tinapa ( $\phi$ 202)	25	22	550
Tall ( $\phi$ 300)	17	15	255

Cada palet tiene una altura aproximada de 1400 mm, lo que da en el caso del envase tinapa una altura de 15 cuerpos, mientras que en el tall una altura de 12 cuerpos.

Condiciones de diseño.

Para realizar este diseño se tuvo que tener en cuenta la cantidad de envases que se pueden mantener en la mesa que en el caso del envase tinapa es de un mínimo de 550 cuerpos, mientras que para el envase tall es de 255. Con estos datos se puede proceder a realizar un bosquejo de un diseño de forma de la cinta transportadora para que pueda cumplir los siguientes requisitos:

- Tiene que estar a una altura tal que permita que el palet tenga una altura aproximada de 1400mm.
- Los envases se van a deslizar sobre la mesa transportadora no se puede permitir que estos se volteen.

- Debe considerar que cada piso del palet se va acomodando a medida que se va llenando su inmediato superior.
- Debe permitir que los palet se ubiquen por la parte inferior sin molestar a otro sistema.

#### Diseño de forma.

Para que el diseño cumpla con las necesidades anteriormente expresadas, se tiene que el paletizador tendrá una altura de 1800 mm. desde el piso, lo que permitirá que no se tenga ningún problema al ubicar los palets que pasan al mismo tiempo por debajo del sistema.

Estarán las bases o soportes elevados con respecto al piso una altura aproximada de 120 mm lo que permitirá tener un acceso por parte del montacargas para despejar el palet del paletizador, para luego ubicarlo en la maquina plastificadora y poderle colocar un sello hermético lo que permite que los envases no se deterioren al ser transportados a la bodega de productos terminados, o al ser ubicados en las plataformas de transporte para llevarlos a su punto final, lugar donde se lo utilizará para conservar sus productos.

En esta máquina se tiene que considerar que se tienen tres sistemas motrices los que se analizaran por separado y son los siguientes:



- Cinta de mesa transportadora.
- Transportador de palets.
- Elevador de palets.

Para continuar con el estudio se tendrán que analizar cada uno de esos puntos por separado.

### **Cinta de mesa transportadora**

La longitud total del paletizador es de 6000 mm con un ancho de 1800 mm y una altura de 1800 mm, sobre este armazón se encuentra una cinta transportadora la cual permite que los envases se coloquen unos a otros a continuación.

Este tipo de transportador tiene como cinta transportadora una malla metálica que se la emplea por ser mucho más duradera que las de la familia de los plásticos. En primer lugar se tiene que establecer la fuerza requerida para mover el total de envases que se pueden encontrar en la cinta. Para realizar el análisis técnico de este sistema se tienen que tener en consideración lo siguiente:

- Número de envases = 650
- Peso de cada envase = 0.15 Kg.
- Longitud de la cinta = 9000 mm

Conociendo estos datos seguido se realiza un análisis muy empleado en ingeniería mecánica.

$$F_{total} = \mu_k \cdot W_c \cdot N + \mu_k W_t \cdot L$$

Donde,

$\mu_k$  = Coeficiente de fricción antes del movimiento.

$W_c$  = Peso total del envase

$N$  = Número de envases

$W_t$  = Peso por unidad de longitud de la cinta

$L$  = Longitud de la cinta

Por lo tanto

$$F_{total} = 0.65 * 0.15 * 650 + 0.65 * 8.5 * 9$$

$$F_{total} = 113.15 \text{Kg} * 9.8 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}$$

$$F_{total} = 1108.38 \text{N}$$

Por lo tanto la fuerza requerida para mover todos estos envases considerando el peso de la banda transportadora es de 1.108,32 N, toda esta fuerza requerida tiene que ser proporcionada por un motor cuya potencia se calculará a continuación.

Potencia del motor

Para continuar con los cálculos primero se tiene que conocer el diámetro del piñón que se usará con la cadena para el cual se ha asumido un valor de 160 mm.

La velocidad de desplazamiento de los envases en esta mesa es de 35 cm/s (21 m/s) es mucho mas lenta que las partes anteriormente analizadas, con estos datos mencionados anteriormente se calculará la velocidad del piñón motriz.

$$\omega = \frac{V}{r} = \frac{0.21 \text{ m/s}}{0.08 \text{ m}} = 4.375 \text{ rad/seg}$$

$$\omega = 4.375 \text{ rad/seg} = 41.778 \text{ RPM}$$

$$\omega = 41.778 \text{ RPM} \approx 42 \text{ RPM}$$

$$\omega = 42 \text{ RPM}$$

Por lo tanto la velocidad angular será de 41.78 RPM (4.375 rad/seg), se conoce que la potencia está dada por la siguiente ecuación:

$$P = T\omega$$

Donde

$$T = F \times d$$

y

$$d = r$$

Ahora tenemos lo siguiente

$$P = F \times r \times \omega$$

$$P = 1108.38 \text{ N} \times 0.08 \text{ m} \times 4.375 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$P = 387.933 \text{ W}$$

$$P = 0.387 \text{ KW} \times 1.341 \frac{\text{Hp}}{\text{KW}}$$

$$P = 0.520 \text{ Hp} \approx 0.75 \text{ Hp}$$

$$P = 0.75 \text{ Hp} \approx 0.560 \text{ KW}$$

#### Cadena de movimiento.

Esta cadena es la que trasmite el movimiento desde el motoreductor hasta el piñón de la mesa transportadora, el motoreductor tendrá una velocidad de 42 RPM y una potencia de placa de 0.560KW (0.75 Hp) los que son necesarios en el transportador del palet.

Los piñones que se usarán serán idénticos, es decir de iguales dimensiones para no tener ninguna reducción puesto que el motoreductor es quién da directamente al sistema los valores que requiere, para la selección de la cadena se deben conocer los siguientes datos:

- Potencia del motor, 0.560 KW (0.5 Hp).
- Tipo de carga presente, carga fuerte de choque.
- RPM y diámetro de los dos piñones a seleccionar, 42 RPM y 100 mm.
- Limitaciones por espacio, ninguno.

Antes de proceder a la selección de la cadena también se debe de tener en cuenta lo siguiente,

- Si la lubricación no fuese posible use cadenas especiales sin lubricación.

- Se deben seguir los siguientes pasos para la selección de cadenas.

Paso 1. Determine el factor de seguridad para el tipo de carga presente. Multiplique la potencia especificada por el correcto factor de servicio especificado en la tabla No. 1 procedente del catálogo de Rexnord.

El factor de seguridad de acuerdo a las condiciones del trabajo es de 1.7. Con este factor se previenen cargas rítmicas de pulso de choque que es la que se puede producir en la cinta. Por lo tanto el caballaje de selección será el siguiente:

$$DHP = HP \times SF$$

$$DHP = 0.75 \times 1.7$$

$$DHP = 1.275Hp$$

$$DHP \approx 1.5Hp \approx 1.12KW$$

Paso 2. Con la potencia de selección ya calculada y el RPM del piñón es posible entrar a las tablas 2 y 3 de Rexnord donde se obtiene el número de la cadena el número de dientes mínimo del piñón menor y el máximo asiento posible en ese piñón, así pues con  $DHP = 1.5 Hp$  y

$\omega = 42 \text{ RPM}$  se puede obtener lo siguiente

No Cadena = 60

Número mínimo de dientes del Piñón = 22

Asientos (bore) =  $2\frac{3}{4}$ "

Paso 3. El siguiente paso es obtener la relación de velocidades del piñón menor el mayor, esta puede ser de 1 a 6 pues más allá de esta relación puede ocasionar problemas en la transmisión, pero en este caso la relación es de 1 a 1, como los piñones son de idénticas medidas y características, es decir

$$R = \frac{42RPM}{42RPM}$$

$$R = 1$$

Paso 4. Con el número de dientes del piñón menor y la relación anteriormente hallada se obtiene la siguiente información de las tablas 4 y 5 de Rexnord.

Número de dientes mínimo del piñón mayor, 22

Distancia entre centros en pasos, 11

Largo de la cadena en pasos, 44

Luego de haber analizado y seguido los pasos anteriores se escoge la cadena No 60 que tiene un paso de  $\frac{3}{4}$ ", esta cadena necesita dos piñones idénticos con 22 dientes y puede albergar un eje máximo de  $2\frac{3}{8}$ ".

### **Transportador de palets.**

Con los datos ya conocidos del paletizador de las dimensiones proseguimos con el diseño del transportador de palets, en el cual un valor muy importante es la longitud total del paletizador es de 6000 mm y también el ancho de 1800 mm pues por el interior de esas medidas en que pasara interiormente el palet el cual permite que los palets se coloquen uno a continuación del otro.

Este tipo de transportador tiene como cinta transportadora una cadena que se la emplea por ser mucho más duradera y por estar en contacto directo con superficies muy rugosas ya que se arrastrará el palet por todo el largo del paletizador además este puede ser de madera o también de metal.

Seguidamente para realizar los cálculos en primer lugar se tiene que establecer la fuerza requerida para mover el total de palets que se pueden encontrar en la cinta. Para realizar el análisis técnico de este sistema se tienen que tener en consideración lo siguiente:

- Número de palet = 3
- Peso de cada palet = 40 Kg.
- Longitud de la cinta = 12000 mm



Conociendo estos datos seguido se realiza un análisis muy empleado en ingeniería mecánica.

$$F_{total} = W_c \cdot N + \mu_k W_t \cdot L$$

Donde,

$W_c$  = Peso total del palet

$N$  = Número de palet

$W_t$  = Peso por unidad de longitud de la cadena (5.76 Kg/m)

$n$  = Número de cadenas

$L$  = Longitud de la cadena

$\mu_k$  = Coeficiente de fricción antes del movimiento.

Por lo tanto

$$F_{total} = 40 * 3 + 0.65 * 2 * 5.76 * 12$$

$$F_{total} = 209.856 \text{Kg} * 9.8 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}$$

$$F_{total} = 2056.588 \text{N}$$

Por lo tanto la fuerza requerida para mover todos estos palets considerando el peso de las cadenas de transportación es de 2056.588 N, esta fuerza debe ser proporcionada por un motor cuya potencia se calculará a continuación.

### Potencia del motor

Para continuar con los cálculos primero se tiene que conocer el diámetro del piñón que se usará con la cadena para el cual se ha asumido un valor de 160 mm.

La velocidad de desplazamiento de los palets en el transportador es de 30 cm/s (18 m/min) se procede inmediatamente con estos datos a calcular la velocidad angular del piñón motriz.

$$\omega = \frac{V}{r} = \frac{0.30 \text{ m/s}}{0.08 \text{ m}} = 3.75 \text{ rad/seg}$$

$$\omega = 3.75 \text{ rad/seg} = 35.876 \text{ RPM}$$

$$\omega = 35.876 \text{ RPM} \approx 36 \text{ RPM}$$

$$\omega = 36 \text{ RPM}$$

Por lo tanto la velocidad angular será de 35.81 RPM (3.75 rad/seg), se conoce que la potencia está dada por la siguiente ecuación:

$$P = T\omega$$

Donde

$$T = F \times d$$

y

$$d = r$$

Ahora tenemos lo siguiente

$$P = F \times r \times \omega$$

$$P = 2056.588 \text{ N} \times 0.08 \text{ m} \times 3.75 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$P = 616.97W$$

$$P = 0.616KW \times 1.341 \frac{Hp}{KW}$$

$$P = 0.827Hp \approx 1Hp$$

$$P = 1Hp \approx 0.746KW$$

Cadena de movimiento.

Esta cadena es la que trasmite el movimiento desde el motoreductor hasta el piñón del transportador, el motoreductor tendrá una velocidad de 36 RPM y una potencia de placa de 0.746KW (1 Hp) los que son necesarios en el transportador del palet.

Los piñones que se usarán serán idénticos, es decir de iguales dimensiones para no tener ninguna reducción puesto que el motoreductor es quién da directamente al sistema los valores que requiere, para la selección de la cadena se deben conocer los siguientes datos:

- Potencia del motor, 0.746 KW (1 Hp).
- Tipo de carga presente, carga fuerte de choque.
- RPM y diámetro de los dos piñones a seleccionar, 36 RPM y 100 mm.
- Limitaciones por espacio, ninguno.

Antes de proceder a la selección de la cadena también se deben seguir los siguientes pasos:

Paso 1. Determine el factor de seguridad para el tipo de carga presente. Multiplique la potencia especificada por el correcto factor de servicio especificado en la tabla No. 1 procedente del catálogo de Rexnord.

El factor de seguridad de acuerdo a las condiciones del trabajo es de 1.7. Con este factor se previenen cargas rítmicas de pulso de choque que es la que se puede producir en la cinta. Por lo tanto el caballaje de selección será el siguiente:

$$DHP = HP \times SF$$

$$DHP = 1HP \times 1.7$$

$$DHP = 1.7HP$$

$$DHP \approx 2HP \approx 1.492KW$$

Paso 2. Con la potencia de selección ya calculada y el RPM del piñón es posible entrar a las tablas 2 y 3 de Rexnord donde se obtiene el número de la cadena el número de dientes mínimo del piñón menor y el máximo asiento posible en ese piñón, así pues con  $DHP = 2 \text{ Hp}$  y  $\omega = 36 \text{ RPM}$  se puede obtener lo siguiente

No Cadena = 80

Número mínimo de dientes del Piñón = 17

Asientos (bore) =  $2\frac{3}{4}$ "

Paso 3. El siguiente paso es obtener la relación de velocidades del piñón menor el mayor, esta puede ser de 1 a 6 pues más allá de esta relación puede ocasionar problemas en la transmisión, pero en este caso la relación es de 1 a 1, como los piñones son de idénticas medidas y características, es decir

$$R = \frac{36RPM}{36RPM}$$

$$R = 1$$

Paso 4. Con el número de dientes del piñón menor y la relación anteriormente hallada se obtiene la siguiente información de las tablas 4 y 5 de Rexnord.

Número de dientes mínimo del piñón mayor, 17

Distancia entre centros en pasos, 8.5

Largo de la cadena en pasos, 34

Luego de haber analizado y seguido los pasos anteriores se escoge la cadena No 80 que tiene un paso de 1", esta cadena necesita dos piñones idénticos con 17 dientes y puede albergar un eje máximo de  $2\frac{3}{4}$ ".

### **Elevador de palets**

Con las dimensiones del paletizador proseguimos con el diseño del elevador de palets, en el cual un valor muy importante es la altura total que se tiene que elevar el palet en el sistema que es de 1600 mm, otros valores importantes también son las dimensiones del palet que tiene de largo 1410 mm por 1070 mm

Este elevador tiene como medio elevador cadenas de eslabones que se emplean por ser duraderas y resistentes a los esfuerzos diarios que tenga que soportar.

Seguidamente para realizar los cálculos en primer lugar se tiene que establecer la fuerza requerida para elevar el palet y también la fuerza requerida para hacerlo descender con el total de envases que se pueden encontrar sobre el palet. El palet se lo elevará desde cuatro lugares, por este motivo la carga se divide para 4. Para realizar el análisis técnico de este sistema se tienen que tener en consideración lo siguiente:

- Número de envases = 8800
- Peso de cada envase = 0.15 Kg.
- Altura = 1400 mm

Conociendo estos datos seguido se realiza un análisis muy empleado en ingeniería mecánica.

$$F_{total} = W_e \cdot N + W_p + W_E + W_c' \cdot L$$

Donde,

$W_e$  = Peso cada envase

$N$  = Número de envases

$W_p$  = Peso del palet

$W_E$  = Peso del elevador (60 Kg)

$W_c'$  = Peso por unidad de longitud de la cadena (1.1 Kg/m)

$L$  = Longitud de la cadena (8000 mm)

Por lo tanto

$$F_{total} = 0.15 \cdot 8800 + 40 + 60 + 1.1 \cdot 8$$

$$F_{total} = 1428.8 \text{Kg} \cdot 9.8 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}$$

$$F_{total} = 14002.24 \text{N}$$

Por lo tanto la fuerza requerida para descender todo este conjunto de palets y envases considerando el peso de las cadenas de transportación es de 14002.24 N, esta fuerza debe ser proporcionada por un motor cuya potencia se calculará a continuación.

### Potencia del motor

En esta parte para continuar con los cálculos de la potencia del motor primero se tiene que conocer el diámetro del piñón que se usará con la cadena, para el cual se ha asumido un valor de 160 mm.

La velocidad de desplazamiento para elevar el palet con los envases en el transportador es de 10 cm/s (6 m/min) se procede inmediatamente con estos datos a calcular la velocidad angular del piñón motriz.

$$\omega = \frac{V}{r} = \frac{0.10m/s}{0.08m} = 1.25 \text{ rad/seg}$$

$$\omega = 1.25 \text{ rad/seg} = 11.936 \text{ RPM}$$

$$\omega = 11.39 \text{ RPM} \approx 12 \text{ RPM}$$

$$\omega = 12 \text{ RPM}$$

Por lo tanto la velocidad angular será de 12 RPM (1.25 rad/seg), se conoce que la potencia está dada por la siguiente ecuación:

$$P = T\omega$$

Donde

$$T = F \times d$$

y

$$d = r$$

Ahora tenemos lo siguiente

$$P = F \times r \times \omega$$

$$P = 14002.24N \times 0.08m \times 1.25 \frac{rad}{s}$$

$$P = 1400W$$

$$P = 1.4KW \times 1.341 \frac{Hp}{KW}$$

$$P = 1.877Hp \approx 2Hp$$

$$P = 2Hp \approx 1.492KW$$



Con este valor de la potencia para el motoreductor de transmisión de movimiento de 1.492KW (2 Hp) el cual tiene una velocidad de rotación de 12 RPM el mismo que se encuentra unido por un acople

Cadena de transmisión de movimiento.

Esta cadena es la que transmite el movimiento desde el eje motriz del motoreductor hasta el otro eje del elevador, en este caso el único trabajo que realizaría la cadena rodillos es transmitir el movimiento y también la potencia para elevar o bajar la carga que en este caso es el elevador del transportador, el motoreductor tendrá una velocidad de 12 RPM y una potencia de placa de 1.492KW (2Hp) los que son necesarios en el transportador del palet.

Los piñones que se usarán serán idénticos, es decir de iguales dimensiones para no tener ninguna reducción puesto que están conectados entre sí para transmitir principalmente movimiento, para la selección de la cadena se deben conocer los siguientes datos:

- La potencia del motor, 1.492KW (2Hp).
- Tipo de carga presente, carga fuerte de choque.
- RPM y diámetro de los dos piñones a seleccionar, 12 RPM y 100 mm.
- Limitaciones por espacio, ninguno.

Antes de proceder a la selección de la cadena también se deben seguir los siguientes pasos:

Paso 1. Determine el factor de seguridad para el tipo de carga presente. Multiplique la potencia especificada por el correcto factor de servicio especificado en la tabla No. 1 procedente del catálogo de Rexnord.

El factor de seguridad de acuerdo a las condiciones del trabajo es de 1.7. Con este factor se previenen cargas rítmicas de pulso de choque que es la que se puede producir en la cinta. Por lo tanto el caballaje de selección será el siguiente:

$$DHP = HP \times SF$$

$$DHP = 2HP \times 1.7$$

$$DHP = 3.4HP$$

$$DHP \approx 4HP \approx 2.984KW$$

Paso 2. Con la potencia de selección ya calculada y el RPM del piñón es posible entrar a las tablas 2 y 3 de Rexnord donde se obtiene el número de la cadena el número de dientes mínimo del piñón menor y el máximo asiento posible en ese piñón, así pues con  $DHP = 4 \text{ Hp}$  y  $\omega = 12 \text{ RPM}$  se puede obtener lo siguiente

No Cadena = 140

Número mínimo de dientes del Piñón = 19

Asientos (bore) =  $4\frac{1}{4}$ "

Paso 3. El siguiente paso es obtener la relación de velocidades del piñón menor el mayor, esta puede ser de 1 a 6 pues más allá de esta relación puede ocasionar problemas en la transmisión, pero en este caso la relación es de 1 a 1, como los piñones son de idénticas medidas y características, es decir

$$R = \frac{12RPM}{12RPM}$$
$$R = 1$$

Paso 4. Con el número de dientes del piñón menor y la relación anteriormente hallada se obtiene la siguiente información de las tablas 4 y 5 de Rexnord.

Número de dientes mínimo del piñón mayor, 19

Distancia entre centros en pasos, 9.5

Largo de la cadena en pasos, 38

Luego de haber analizado y seguido los pasos anteriores se escoge la cadena No 140 que tiene un paso de  $1\frac{3}{4}$ " , esta cadena necesita dos piñones idénticos con 19 dientes y puede albergar un eje máximo de  $4\frac{1}{4}$ " .

#### **4.5 Montaje y Puesta a Punto**

Para realizar el montaje de la línea de producción debe partir desde el inicio del proyecto, también se debe tener en cuenta los cuellos de botella que se pueden presentar al realizar diferentes operaciones al mismo tiempo o también por separado.

Para ganar la mayor cantidad de tiempo en los cuellos de botella que se pueden presentar en el proceso de la puesta en marcha de la línea se debe realizar una planificación adecuada en la que se tienen que revisar todos los puntos que pueden ocasionar un problema en el montaje.

Los montajes por medio de los diagramas de Pert en el proceso, se pueden observar gráficamente, pero para estimar los tiempos de cada paso es mejor usar el diagrama de Gantt.

Se debe aclarar que los diagramas de Pert se incluyen tanto en la producción como en la instalación para tener un mayor control del tiempo de instalación de la maquinaria y de su producción una vez ya instalada.

También se encuentran los famosos diagramas de Pert/Costo que es el que integra tanto a los datos de tiempo con los de costo e incorpora tanto el tiempo como un costo en una red con el fin de calcular los intercambios de costos con el tiempo.

La introducción de estos conceptos requieren de un alto grado de coordinación entre las actividades de ingeniería, evaluación, control y contabilidad.

Para tener más claros los términos empleados en el diagrama Pert/Costo se aclararán cada uno de ellos a continuación.

La estimación normal del tiempo es análoga a la estimación del tiempo esperado, el costo normal es el asociado con la terminación del programa dentro del tiempo normal.

La estimación del tiempo de urgencia es el tiempo que se requeriría si no se ahorran costos para tratar de disminuir el tiempo de programa, el costo de urgencia es el asociado con la ejecución del trabajo sobre una base de urgencia a fin de disminuir el tiempo de terminación de la obra.

Durante el montaje de cualquier sistema se utilizan dos tipos de diagramas para seguir un orden y evitar algún cuello de botella que se pueda presentar, en este caso se usará el diagrama de Gantt y de Pert para el montaje y puesta a punto de esta línea.

El diagrama de gantt nos muestre los paso a seguir en la instalación dándonos una idea más clara del tiempo y número de personas a utilizar, pero el diagrama de Pert es mas sencillo de ver los pasos previos a seguir para realizar una operación pues lo hace de un modo gráfico. Esto se muestra en la figura del Apéndice C.

Sin embargo no deja de ser una herramienta muy valiosa a la hora de realizar los montajes pues es de sencilla visualización. También el diagrama de Gantt durante el proceso de instalación para así irlos procesando planificadamente y en forma adecuada ir avanzando paso a paso cada etapa que se pueda realizar al mismo tiempo.

Para lograr optimizar todo este tiempo, se deben observar los graficos para un mejor tratamiento de los tiempos se utilizan los diagramas mencionados. Necesariamente para poder usar estos diagramas es necesario realizar una lista de las actividades a seguir con sus respectivos tiempos toda esta información se encuentra en el siguiente apéndice D.

En el análisis de los diagramas se pueden observar claramente y diferenciar cuales serán los puntos críticos que se pueden presentar en el proceso de montaje.

Tiene que quedar claro que estos diagramas son herramientas útiles en la hora de realizar una secuencia de construcción pues por ejemplo en el paso número 2 de diseño de equipos donde se derivan a la construcción de los equipos adicionales de línea, se muestra claramente que podría formarse un cuello de botella, pues de no tener



completamente desarrollados cada uno de estos equipos no se podría proceder al siguiente paso que es construirlo, en forma paralela también se tienen otros pasos a seguir que son el de comprar los equipos ya sea en el mercado local y peor aun si son importados ya que deben tener un seleccionamiento previo de cada una de estas maquinarias para iniciar las gestiones de compra. También se podría considerar otro punto, el financiero, que está ligado a este paso, pero este tema debe ser tratado con mucha anterioridad para darle forma al proyecto.

Otro punto que en realidad va a presentarnos problemas es el montaje de la línea completa en el cual se tienen que tener todos los elementos necesarios y listos para ubicarlos en sus respectivos lugares.

Esto provocaría una mayor presencia de personal de diferentes áreas que estarían trabajando en forma conjunta, para enlazar las diferentes partes una a continuación de otra lo que ocasionaría un incremento del número de personas interactuando entre llegando a necesitar un mayor control de ese personal.

Los diferentes puntos presentados a lo largo de todo el proyecto son secuenciales e importantes entre sí, lo que indica que no se puede

adelantar un punto sin antes haber culminado el previo, pero en algunos caso se pueden iniciar ítems que se trabajan tranquilamente en forma paralela.

Los puntos que se deben analizar y tener presentes son los que tardarán un mayor tiempo, estos pueden ser las compras de maquinaria importada (ítem 4), la construcción de los equipos adicionales de línea (ítems 6,7). Son los puntos que más atención se deben prestar para evitar una pérdida innecesaria del tiempo; por este motivo se deben planificar algunas actividades para que se desarrollen en forma paralela.

Por medio del diagrama de Gantt se puede observar claramente el tiempo que se puede optimizar o desperdiciar, y realizar una estimación que puede ser muy productiva.

## **CAPITULO V**

### **5. ANALISIS COSTO BENEFICIO**

En el siguiente capitulo se tendrá en cuenta algunas variable que se presentan a lo largo del montaje, como lo son el número de personas trabajando, materiales, montaje y pruebas y puesta a punto.

Los diseños estructurados y construidos en la línea pasan a ser evaluados en sus costos para así conocer el costo de la inversión que se requiere para implementar el presente proyecto.

#### **5.1 Descripción del Proyecto**

En este trabajo para su realización se tuvieron el uso de algunos programas de computadora, entre los cuales se encuentra Microsoft

Project, el cual permite tener una idea más real del desarrollo del proyecto y el tiempo que va a tomar ponerlo en marcha.

El diagrama de Gantt ayuda a tener una idea más concreta del proyecto y fue analizado en el capítulo anterior, se puede observar el tiempo que tomará implementar el mismo, el cual está evaluado en 39 días laborables con semanas de trabajo de 5 días, es decir casi en 8 semanas el montaje se terminará de realizar, esta inversión se encuentra dividida en 5 etapas funcionales y que son:

- a. Análisis del proyecto. El desarrollo de una nueva línea está ligado a una inversión que procede a encaminarse a fructificar su costo.
- b. Implementación de la línea.- Conlleva al montaje de la nueva maquinaria que va a aumentar capacidad de producción de la empresa.
- c. Adecuación de la línea.- Especifica el mantenimiento, distribución y ubicación de los diferentes accesorios de la línea.
- d. Implementación de controles eléctricos.- Emplea el diseño de conexiones eléctricas, controles eléctricos, que permitirán habilitar el proceso cuando existan problemas tales como envases defectuosos o paradas fortuitas originadas por un sinnúmero de problemas que se pueden presentar.

- e. Montaje y prueba.- El proceso final que obliga a poner en funcionamiento el proyecto.

Observando el Diagrama de Gantt, se puede visualizar el tiempo estimado para cada etapa, así como también el día aproximado que cada una de ellas empezaría a funcionar.

Los factores que mayormente pueden incidir en esta planificación son la falta de materiales y también la no presencia del técnico enviado para realizar la supervisión de la puesta en marcha de la maquinaria, esto por asunto de la garantía de las empresas creadoras de las máquinas, que pueden retrasar el trabajo ya en la parte operativa del proyecto.

El programa sirve para establecer de una manera más precisa, el personal con que se va a contar, logrando esto a través de estimaciones del grupo humano que está tomado en cuenta para cada etapa y proceso.

Teniendo estos datos, se logra tener el diagrama de personal con que se cuenta y que se necesitará. Y de cómo esta diferencia se puede volver crítica, debido a que algunas tareas son simultáneas y sin

depender de otra, involucran personal. Todo esto implica tener que estimar el personal con el que muchas veces no se cuenta, por ende contar con los recursos resulta satisfactorio ya que nos especifica el número de personas que serán necesarias para cada mes, y de que al establecer el número limitado de personal con que se cuenta, servirá para evaluar los meses críticos y de las acciones a tomar para evitar caer en riesgo de falla, lo que anteriormente se había explicado.

Para tener una mejor idea de la magnitud del proyecto desarrollado, a continuación se especifica la cantidad de personal necesario para trabajar en la instalación y montaje de línea, conociendo el número de mecánicos que se necesitará por mes, y que teniendo como antecedente que el número límite de mecánicos con que cuenta la compañía es de 12, se tendrá que tomar mecánicos de otras áreas de la planta para suplir la demanda puesto que se van a necesitar 16 mecánicos en total, el número de mecánicos que hacen falta de acuerdo al límite de personal con que se cuenta está remarcado de color rojo. En lo que se refiere a los demás recursos, todo está bajo control debido a que se tiene personal para lograrlo. Se observa a continuación el siguiente esquema que indica la cantidad de personal que se requiere.

- Construcción del sistema de elevación de envases, 12 días, 2 mecánicos.
- Construcción del sistema de transportación y acumulación de envases, 25 días, 4 mecánicos.
- Construcción del paletizador de envases, 25 días, 5 mecánicos.
- Instalación y conexión de agua aire y gas, 6 días, 2 mecánicos.
- Montaje de la línea FBB 630, a día, 6 mecánicos.
- Instalación del sistema multimodular de colocación de fondo del envase, 1 día, 6 mecánicos.
- Asistencia técnica otorgada para la instalación y preparación para la fabricación de los cuerpos enviado por Soudronic, 5 días.
- Asistencia técnica otorgada para la instalación y preparación para la colocación de fondos en los envases enviado por Krupp, 5 días.

El programa nutre de información el proyecto, para poder aproximar el número de horas que van a trabajar cada uno de los recursos, tanto humanos como equipos. Así también ingresando el dato del costo que tiene cada uno de estos rubros, se obtiene un aproximado de los gastos del proyecto y del costo que va a generar a través de cada mes.

Todo el proyecto recoge la información de número de horas trabajadas, por semana, mes y año, costo generados por esos rubros, recursos utilizados. Todo esto tiene el beneficio dar una ruta de cómo va a comportarse el proyecto y de cómo puede diferirse si se tiene algún contratiempo.

## 5.2. Resumen de los Costos del Sistema

El implementar o hacer la instalación de un proyecto generan costos, los del sistema incluyen:

- Costos por Mano de Obra
- Costos por Materiales
- Costos por Dirección Técnica

Cada uno de los costos que son encontrados al realizar un proyecto de gran importancia, y el desarrollo dependerá de la claridad que se tenga del significado de cada uno de ellos, por tal motivo se procede a la explicación de los puntos anteriormente citados.

- **Costos por Mano de Obra.** En lo que se refiere a costos por mano de obra se incluyen a todo el personal involucrado en la etapa de montaje y mantenimiento. Todo este personal está compuesto por Mecánicos, Electricistas, Operadores, Supervisores y ayudantes, etc. Se debe tener presente que todo

este personal es calificado y es asignado a este proyecto por sus conocimientos y experiencias que ellos tienen. Nuestra plantilla consta de 12 Mecánicos, 4 Electricistas, 2 Operadores, 1 Supervisor, esto no indica que siempre necesitaremos solo de ellos, sino que habrán semanas críticas en las que necesitaremos más personal del que contamos, siendo contratados de otras áreas de la empresa para su aplicación.

- **Costos por Materiales.** Estos costos están representados por equipos, materiales, herramientas, insumos mecánicos, insumos eléctricos y otros. Además se puede acotar a este rubro de equipos: herramientas y accesorios que van a ser importados para complementar esta etapa del proyecto.
- **Costos por Dirección Técnica.** Estos costos están generados directamente por el personal del área técnica, donde intervienen la parte de ingeniería que se encarga del desarrollo, evaluación, dirección y supervisión del proyecto hasta que este se cumpla y cuyo valor está estimado en el orden del 10 % del costo total del proyecto.

En la parte final del proyecto se tiene que evaluar su costo con lo cual se puede saber las posibilidades de realizarlo y a la vez para

compararlo con otros proyectos que harán tomar la decisión de poder realizar o no la inversión.

Esta es una tesis que reúne campos administrativos y económicos, pero no son de esos campos el análisis que se realizará, solo se realizará el costo total de la línea sin tomar en cuenta un análisis financiero.

Todo el proyecto llevado hasta ahora tendrá una evaluación y cotización de los equipos diseñados, los costos de mano de obra, diseño y de dirección técnica. Todos estos costos son realizados a continuación en las siguientes tablas.

<b>Equipos Importados</b>	<b>Valor en dólares (\$)</b>
FBB 630 Y ACCESORIOS	400.000
KOPCO SISTEMA MODULAR	150.000
<b>TOTAL</b>	<b>550.000</b>

Los valores del equipo importado son los más alto de todo el proceso para la instalación de la línea, cada uno de ellos ocupa un costo muy elevado dentro de este análisis, y en lo posterior para la recuperación de los costos de inversión.

<b>Diseño de equipos</b>	<b>Valor en dólares (\$)</b>
Elevador magnético de envases	800
Acumulador y transportador de envases	500
Sistema de refrigeración	500
Paletizador de envases	800
Controles eléctricos	800
<b>TOTAL</b>	<b>3.400</b>

Los diseños de los equipos adicionales de línea representan un porcentaje menor comparado a toda la instalación de los equipos, en la construcción de los equipos se procederá con la evaluación de los costos, estos equipos tienen una gran importancia para hacer el enlace entre cada uno de estos sistemas.

<b>Equipos Construidos</b>	<b>Valor en dólares (\$)</b>
Elevador magnético de envases	6.900
Acumulador y transportador de envases	5.800
Paletizador de envases	9.400
<b>TOTAL</b>	<b>22.100</b>

El equipo con un mayor costo es el paletizador de envases, se debe a que tiene algunos mecanismos a diferencia de otros equipos, que

tienen un solo sistema motriz, para la selección de los accesorios de la línea como son los controles eléctricos, accesorios hidráulicos, neumáticos, mecánicos y otros son los que también representan un alto costo para la instalación.

<b>Accesorios</b>	<b>Valor en dólares (\$)</b>
Chiller de enfriamiento	2.800
Motores eléctricos	7.800
Controles eléctricos	3.800
Accesorios Hidráulicos	1950
Accesorios neumáticos	1.850
Accesorios mecánicos	1.800
<b>TOTAL</b>	<b>20.000</b>

Para el montaje se necesita utilizar otros equipos se listarán por cada parte de la línea. Estos incluyen materiales y movilización, principalmente.

<b>Montaje</b>	<b>Valor en dólares (\$)</b>
FBB 630	800
KOPCO SSITEMA MODULAR	800
Chiller de enfriamiento	500

Elevador magnético de envases	1.200
Acumulador y transportador de envases	1.200
Paletizador de envases	1.300
Controles eléctricos	1.300
<b>TOTAL</b>	<b>7.100</b>

---

La mano de obra empleada para la puesta a punto de cada uno de los accesorios de la línea completa se detallan a continuación, están separados en grupos dependiendo si los empleados son mecánicos, eléctricos, soldadores, torneros, supervisores.

Mano de obra	Valor en dólares (\$)
Mecánicos	5.400
Eléctricos	1.800
Varios (torneros, soldadores)	2.400
Supervisores	2.400
<b>TOTAL</b>	<b>12.000</b>

---

En la instalación de la obra, todos los costos se agrupan en la siguiente tabla de costos generales los cuales permitirán saber a cuanto asciende la inversión en su totalidad, y será posteriormente analizada.

<b>Costos Generales</b>	<b>Valor en dólares (\$)</b>
Equipos importados	550.000
Diseños de equipos	3.400
Equipos Construidos	22.100
Accesorios	20.000
Montaje	7.100
Mano de obra	12.000
<b>TOTAL</b>	<b>604.100</b>

Como se puede ver los mayores costos para la implementación de la línea es la presencia de tecnología de punta la que permite un mejor desarrollo de todo el proyecto. La producción al final es la que permitirá recuperar la inversión que se está realizando.

### **5.3. Análisis de los Costos de Inversión**

El costo de este proyecto esta ligado estrictamente por los valores que se lograrán obtener gracias a una mayor cantidad de venta de envases, al implementar la nueva línea.

Esto implica hacer una tabla que explicaría como se recuperarán esos valores invertidos, la realización de este proyecto ha llevado una gran

cantidad de variables, los mismos que son analizados razón por la cual justificaría la realización de este proyecto.

El cálculo para determinar el retorno de la inversión en la implantación del nuevo sistema que tiene un costo de 604.100 US, la empresa contó con el financiamiento de la Banca Privada internacional, ya que los valores de las tasas de interés eran mucho menor, es así que la misma estipula una tasa de interés anual del orden del 8 %, en un periodo de 5 años. Uno de los índices que se tienen que conocer para realizar este análisis es el porcentaje de inflación promedio anual que se encuentre en este periodo.

#### **Inversión Total**

Costo del sistema	604.100
Costo por Amortización	229.558
<b>Total</b>	<b>833.658</b>

$$F = P(1+i)^n$$

Siendo :

*F = valor Futuro*

*P = Valor Presente*

*I = interés*

$N = \text{tiempo}$

$$F = 604.100(1 + 0.08)^5$$

$$F = 887.621$$

Inversión Neta	887.621 US
Duración Económica	5 Años
Ahorro Anual	833.658 US

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Inversión.Neta}}{\text{Duración.Económica}}$$

$$\text{Depreciación} = \frac{887.621}{5}$$

$$\text{Depreciación} = 177.524\text{US}$$

$$\text{Beneficio.Contable} = \text{Ahorro.Anual} - \text{Depreciación}$$

$$\text{Beneficio.Contable} = 833.658 - 177.524$$

$$\text{Beneficio.Contable} = 656.134\text{US}$$

$$\text{Recuperación} = \frac{\text{Inversión.Neta}}{\text{Beneficio.Contable}}$$

$$\text{Recuperación} = \frac{887.621}{656.134}$$

$$\text{Recuperación} = 1.352.\text{Años}$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ahorro.Anual}}{\text{Inversión.Neta}}$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{833.658}{887.621}$$

$$\text{Rentabilidad} = 0.9392 \approx 93.9\%$$

Por lo tanto, el costo de inversión de la nueva línea (mostrado en la línea anterior), será recuperado al cabo de 1.352 años, siendo rentable aplicar este proyecto por tener una rentabilidad del orden del 93.9 %.

## CAPITULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para llegar a terminar el presente trabajo se tiene que sacar las respectivas recomendaciones y conclusiones sobre la puesta en marcha de la línea para formar envases de hojalata de diferentes medidas, lo cual permite tener nuevas experiencias como llevar a cabo una tesis. En los siguientes ítems se detallarán las vivencias obtenidas por su autor, todo esto sin un orden de importancia, las que son:

1. Con una planta en producción los diseños de la nueva línea ocupan la mayor importancia del personal, pero las exigencias que se presentan en otros puntos ya sea por producción, por mantenimiento o por averías no permiten completamente desarrollar el programa según el cronograma de actividades, para saltar estos obstáculos se tiene que prever estos incidentes que fueron solucionados manteniendo al margen de estos

problemas al personal encargado del montaje y de la puesta en operación.

2. La línea formará envases de hojalata del tipo sanitario que es un producto en el cual se va a colocar algún tipo de alimento, para poder realizar esto los accesorios de la línea no deben permitir que los envases se ensucien antes de salir a la venta. Todo esto se puede llevar a cabo gracias a que los equipos son construidos bajo normas de calidad que permiten que durante el proceso de producción los envases no tengan defectos a causa del manipuleo.
3. Cuando se diseña algún equipo, sea cual sea, nos permite desarrollar cada uno de los conocimientos aprendidos durante nuestra enseñanza realizada en la ESPO, pero también es importante recalcar que se necesita algo de experiencia para realizar los diseños, pues uno puede llegar a puntos que no son prácticos de realizar, y que ocasionarían dificultades a la hora de construirlos con toda esta experiencia es mejor siempre preguntar a personas experimentadas que tengan los conocimientos y habilidades que nos ayuden a tomar una decisión adecuada.
4. También, durante el proceso de diseño de la línea se tiene que tener conocimientos no solo del área de Ingeniería Mecánica, sino también de otras carreras a fines como Química o Eléctrica. Las especialidades en Mecánica están ligadas entre sí, pues durante el desarrollo de esta tesis,

- se tuvo que revisar ciertos conocimientos de Metalurgia y de Termofluidos, que han servido para poder realizar la selección de la hojalata o de otros equipos que permitan una mejor operabilidad.
5. Durante la selección de las diferentes maquinarias a importar como el bodymaker FBB 630 y el sistema multimodular de estaciones CAN-O-MAT, ha permitido que la industria ENLIT S.A. tenga un mayor potencial de producción. Por lo tanto se ha cumplido con uno de los objetivos principales que se ha nombrado a lo largo del desarrollo de esta tesis que es la de utilizar un sistema moderno de producción que permita fabricar grandes cantidades de envases y con la seguridad de tener una excelente calidad.
  6. Toda la línea se encuentra sobre una superficie que no ha impedido el desarrollo del proyecto, ya que los diseños se los ha creado de acuerdo a los espacios físicos y características de la planta manteniendo una línea de proceso de producción. Todo esto ha facilitado el desarrollo de las habilidades que debe tener siempre un ingeniero las que son el ingenio y la imaginación que son necesarios para resolver problemas,
  7. Estar presente durante el desarrollo de la instalación de esta nueva tecnología, que por cierto no se lo realiza muy a menudo en nuestro país, durante este montaje se sienten presiones por todos lados, te preguntan cuando estamos listos para el arranque, eso apresura todos los componentes del ensamblaje lo cual permite optimizar los tiempos;

también es motivante para el personal la presencia de los dueños de la empresa en un recorrido por la planta.

8. Algo que se debe de considerar, es que si se importan máquinas de gran desarrollo técnico, se tiene que enviar personal de la empresa que se encuentre en la capacidad de verificar que las máquinas que están comprando van a estar dentro de las necesidades que la empresa requiera, lo que permite mantener al personal de proyectos y mantenimiento siempre actualizado acerca de las diferentes máquinas que puedan servir en lo posterior.
9. La preparación que recibimos durante la vida estudiantil es importante ya que uno se encuentra listo teóricamente, pero en la práctica uno no se encuentra completo, y durante los diseños uno parece complicarse, aunque si desarrollas el ingenio y el sentido práctico, siempre lograrás ver las cosas desde un plano más objetivo que te ayudará a solucionarlos de una mejor manera.
10. En este tipo de proyectos de inversiones altas lo que realmente importa es que la producción pague el costo invertido y a la vez genere una alta rentabilidad. En este caso, la inversión realizada presenta un corto tiempo de retorno permitiendo que esta se recobre con gran facilidad, esto ocasiona un alto rendimiento económico, que se traduce en la gran cantidad de envases fabricados y vendidos.



El desarrollo de una tesis es una experiencia que te prepara para ser mejor entre los mejores, y has adquirido los conocimientos necesarios para que puedas realizarte como una persona capaz de desenvolverte frente a los problemas que se te presenten y que las vivencias hasta hoy acumuladas en tu mente te servirán en lo posterior, pero lo mejor que puedes sacar de toda esta tesis son los conocimientos que siguen aumentando, con un desarrollo industrial que no se detiene permitiéndonos acelerar nuestros pasos para nivelar nuestros conocimientos y mejor aún, donde las mejores fuentes de conocimientos son las experiencias y el intercambio de ideas entre colegas; sin dejar de lado al internet, que nos hace llegar información por diferentes vías, y de cada uno de nosotros depende el uso que le demos para desarrollarnos y lograr el éxito.

## BIBLIOGRAFIA

1. MARKS. Manual del Ingeniero Mecánico. Novena Edición Tomo I y II  
Editorial Mc Graw Hill.
2. SOUDRONIC. Manual de Operación FBB 630. 1998
3. SOUDRONIC. Manual de Piezas FBB 630. 1998
4. SHIGLEY J. E y MISCHKE CR. Diseño de Ingeniería Mecánica. Quinta  
Edición Mc Graw Hill. 1990
5. KRUPP. Manual de Operación CAN - O - MAT. 1998
6. ALFA LAVAL. Microtherm Handbook. 1990
7. HANDBOOK, Barnices y Resinas para Hojalata. Líneas de Barnizado  
ENLIT 1986
8. RONALD Y ASOCIADOS. Cost Handbook, Editorial Ronald y Asociados  
Segunda Edición 1960
9. ROBERT THIERAUF Y RICHARD GROSSE. Toma de Decisiones por  
medio de Investigación de Operaciones. Primera Edición 1972. Décima  
Reimpresión 1984. Editorial Limusa

# TABLAS

## TABLA 1

### Como seleccionar una cadena de rodillos (A - 38)

#### Selection Procedure

For economy, consider using **Double-Pitch Roller Chain** (page A-14) for relatively long distances between shaft centers.

Where lubrication is not practical or possible, consider using the corresponding **Ultr-O-Life™ O-Ring chain** or **Redi-Lube™ Chain** (page A-20 and A-21).

**Step 1.**

Determine the Load Classification and, thereby, the Service Factor from Table 1, below. Multiply the Specified Horsepower (HP) by the correct Service Factor (SF) to obtain the Design Horsepower (DHP), before selecting the chain and DriveR sprocket.

$$DHP = HP \times SF$$

If the driving machinery already incorporated adequate Service Factor, no further factor need be applied. Proceed directly to Step 2.

**Step 2.**

Select the chain number and DriveR sprocket size from Table 2, pages A-39 and A-41, using Design Horsepower, Step 1.

The table also lists the maximum normal standard-key-seated bore of DriveR sprockets (check against required shaft diameter for the DriveR) and type of lubrication.

**Step 3.**

Compute the speed ratio (R) by dividing the RPM of the DriveR shaft by the RPM of the DriveN shaft.

$$R = \frac{\text{DriveR Shaft RPM}}{\text{DriveN Shaft RPM}}$$

For full chain life, the speed ratio should not exceed six to one.

**Step 4.**

Using the number of teeth on DriveR sprocket from Step 2 and speed ratio from Step 3, obtain from Table 3, pages A-42 and A-43.

- (a) The number of teeth on DriveN sprocket (across top of table)
- (b) The recommended shaft center distance, in pitches
- (c) The chain length, in pitches.

**Table 1 - Load Classifications and Service Factors**

Class A - Steady Load Service Factor - 1.0	Class B - Pulsating Load Service Factor - 1.5	Class C - Heavy Shock Load Service Factor - 1.7
<p style="text-align: center;">Typical Examples are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conveyors - Liquid</li> <li>Conveyors - Uniformly loaded or fed - Apron, assembly, belt, flight, oven, and screw</li> <li>Conveyors - Electrical</li> <li>Shafts - Light service</li> <li>Drives - All types with uniform nonreversing loads</li> <li>Drives - Centrifugal, rotary, gear</li> <li>Drives - Rotary (Uniformly fed)</li> <li>Waste Disposal Equipment - (Uniformly fed)</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Typical examples are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Clay Working Machinery - Pug mills</li> <li>Conveyors - Heavily loaded, not uniformly fed - Apron, assembly, belt, bucket, flight, oven, and screw</li> <li>Dredges</li> <li>Elevators, Bucket - Centrifugal discharge, positive discharge, super-capacity, continuous</li> <li>Food Slicers, Dough Mixers, Meat Grinders</li> <li>Grinders and Shredders - (Not including crushers)</li> <li>Laundry - Washers, tumblers</li> <li>Line Shafts - Heavy service</li> <li>Machine Tools - Drives</li> <li>Machines - All types with moderate shock nonreversing loads</li> <li>Pumps - Reciprocating, vacuum</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Typical examples are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Briquetting Machinery</li> <li>Conveyors - Reciprocating and shaker, crusher feeders</li> <li>Cranes and Hoists - Heavy-duty, including log skidders, lumbering, and rotary drilling rigs</li> <li>Dredges - Cutter-head drives, jig drives</li> <li>Dredge Pumps - Slush pumps</li> <li>Hammer Mills</li> <li>Machine Tools - Punch presses, shears, plate planers</li> <li>Machines - All types with severe impact, shock loads and reversing service</li> <li>Metal Mills - Draw benches, forming machines, slitters, rolling mill drives, wire-drawing, &amp; flattening</li> <li>Mills, Rotary Type - Ball, rod mills, tumbling mi</li> </ul>

**Multiple Strand Factors**

When making non-stock chain selection, it may be necessary to utilize multiple strand chain. In such cases, the multiple strand factors shown at right should be used to determine the number of strands required.

$$\text{Multiple Strand Factor} = \frac{DHP}{\text{Chain Capacity}}$$

**Multiple Strand Factor**

Number of Strands	Multiple Strand Factor
1	1.0
2	1.9
3	2.8
4	3.7

If calculation of required M.S.F. is between any two factors given in table, larger factor must be used.

TABLA 2

Selección de cadena de rodillos ANSI (A - 40)

chain

SELECTION OF CHAIN DRIVES



ANSI ROLLER CHAIN

Table 2 - Chain Numbers and Driver Sprockets

U.S.M. of Driver Sprocket (Specify the number)	DESIGN HORSEPOWER																										
	1/2		1		1 1/2		2		3		4		5		7 1/2		10										
	Chain No.	Min. Teeth on Driver	Bore, in.*	Chain No.	Min. Teeth on Driver	Bore, in.*	Chain No.	Min. Teeth on Driver	Bore, in.*	Chain No.	Min. Teeth on Driver	Bore, in.*	Chain No.	Min. Teeth on Driver	Bore, in.*	Chain No.	Min. Teeth on Driver	Bore, in.*	Chain No.	Min. Teeth on Driver	Bore, in.*						
2000	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	35	(15)	3/4	35	(15)	3/4	35	(18)	1 1/16	35	(22)	1 1/8	40	(15)	1 1/8	40	(20)	1 1/4
1699	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	35	(15)	3/4	35	(16)	1 1/16	35	(22)	1 1/8	40	(15)	1 1/8	40	(17)	1 1/16	40	(22)	1 1/4
1399	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(19)	1 1/8	41	(22)	2	40	(15)	1 1/8	40	(20)	1 1/8	50	(15)	1 1/4
1149	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(21)	1 1/8	40	(15)	1 1/8	40	(17)	1 1/16	50	(15)	1 1/2	50	(16)	1 3/4
949	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(22)	2	40	(16)	1 1/8	40	(19)	1 1/8	50	(15)	1 1/8	50	(19)	2
799	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(17)	1 1/2	40	(15)	1 1/8	40	(18)	1 1/8	40	(22)	1 1/8	50	(17)	1 1/8	50	(22)	2
649	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(16)	1 1/8	41	(20)	1 1/4	40	(17)	1 1/16	40	(21)	1 1/4	50	(15)	1 1/8	50	(20)	2	60	(17)	2 1/4
524	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(19)	1 3/4	40	(15)	1 1/4	40	(20)	1 1/4	50	(15)	1 1/8	50	(17)	1 1/4	60	(15)	1 1/8	60	(20)	2 3/4
424	41	(15)	1 1/16	41	(15)	1 1/16	41	(20)	1 1/4	40	(15)	1 1/4	40	(22)	1 1/4	50	(16)	1 1/4	50	(19)	2	60	(17)	2 1/4	60	(23)	2 3/4
374	41	(15)	1 1/16	41	(16)	1 1/8	40	(15)	1 1/4	40	(17)	1 1/16	50	(15)	1 1/8	50	(17)	1 1/8	50	(21)	2	60	(19)	2 1/8	80	(15)	2 1/2
324	41	(15)	1 1/16	41	(18)	1 1/4	40	(15)	1 1/4	40	(19)	1 3/4	50	(15)	1 1/8	50	(20)	2	60	(15)	1 1/8	60	(22)	2 1/4	80	(15)	2 1/4
274	41	(15)	1 1/16	41	(22)	2	40	(17)	1 1/16	40	(22)	1 1/4	50	(18)	1 1/8	60	(15)	1 1/8	60	(18)	2 1/4	80	(15)	2 1/8	80	(15)	2 1/4
224	41	(15)	1 1/16	41	(22)	2	40	(20)	1 1/4	60	(15)	1 1/4	50	(21)	2	60	(17)	2 1/4	60	(21)	2 1/4	80	(15)	2 1/8	80	(16)	2 3/4
184	41	(15)	1 1/16	40	(16)	1 1/8	50	(15)	1 1/8	50	(17)	1 1/4	60	(15)	1 1/8	60	(18)	2 1/4	80	(15)	2 1/8	80	(15)	2 1/8	80	(20)	2 3/4
159	41	(17)	1 1/8	40	(18)	1 1/4	50	(15)	1 1/2	50	(18)	1 3/4	80	(16)	2	60	(22)	2 1/4	70	(15)	2 1/8	80	(17)	2 1/4	80	(22)	2 3/4
139	41	(19)	3/4	40	(20)	1 1/4	50	(18)	1 3/4	50	(21)	2	60	(18)	2 1/4	80	(15)	2 1/8	80	(15)	2 1/8	80	(20)	2 3/4	100	(15)	3
119	40	(15)	1 1/4	50	(15)	1 1/4	60	(20)	2	60	(17)	2 1/4	80	(15)	2 1/8	80	(15)	2 1/8	80	(17)	2 1/4	100	(15)	3	100	(18)	3
99	40	(16)	1 1/4	50	(17)	1 1/4	80	(15)	1 1/2	60	(19)	2 1/4	80	(15)	2 1/8	80	(16)	2 1/4	80	(20)	2 3/4	100	(16)	3	100	(21)	3
74	40	(18)	1 1/2	50	(18)	1 1/4	80	(17)	2 1/4	60	(22)	2 1/4	80	(15)	2 1/8	80	(18)	2 3/4	80	(23)	2 3/4	100	(18)	3	100	(24)	3
54	40	(21)	1 3/4	50	(21)	2 1/4	80	(18)	2 3/4	80	(15)	2 1/2	80	(16)	2 1/4	80	(21)	2 1/4	100	(15)	3	100	(20)	3	120	(17)	3 1/2
44	50	(15)	1 3/4	60	(16)	2 1/4	60	(22)	2 3/4	80	(18)	2 3/4	80	(19)	2 3/4	100	(15)	3	100	(17)	3	120	(15)	3 1/4	120	(21)	3 1/4
34	50	(17)	1 3/4	60	(19)	2 3/4	80	(15)	2 1/2	80	(17)	2 3/4	100	(15)	3	100	(17)	3	100	(20)	3	120	(19)	3 1/2	140	(17)	4 1/4
24	50	(18)	1 3/4	60	(21)	2 3/4	80	(15)	2 1/2	80	(18)	2 3/4	100	(15)	3	100	(19)	3	120	(15)	3 1/4	120	(21)	3 1/2	140	(19)	4 1/4
19	50	(21)	2 1/4	80	(15)	2 1/2	80	(18)	2 3/4	80	(21)	2 3/4	100	(17)	3	100	(21)	3	120	(17)	3 1/2	140	(17)	4 1/4	140	(21)	4 1/4
13	50	(16)	1 3/4	80	(15)	2 1/2	80	(19)	2 3/4	100	(15)	3	100	(20)	3	120	(16)	3 1/4	120	(21)	3 1/2	140	(21)	4 1/4	160	(18)	5 1/4
9	50	(19)	2 1/4	80	(17)	2 3/4	100	(15)	3	100	(17)	3	120	(15)	3 1/4	120	(21)	3 1/2	140	(17)	4 1/4	160	(18)	5 1/4	160	(21)	5 1/4
6	50	(15)	2 1/4	80	(22)	2 3/4	100	(18)	3	120	(15)	3 1/4	120	(21)	3 1/2	140	(19)	4 1/4	140	(21)	4 1/4	160	(26)	5 1/4			
4	80	(23)	2 3/4	120	(15)	3 1/4	140	(15)	4 1/4	140	(19)	4 1/4	160	(19)	5 1/4	160	(26)	5 1/4									

\* If the required horsepower is not listed, use the next higher.  
 \* Bore, in." is the largest standard keyseated bore that normally can be accommodated.

TABLA 3

Selección de cadena de rodillos ANSI (A - 41)

SELECTION OF CHAIN DRIVES

roller chain A

ANSI ROLLER CHAIN

Table 2 - Chain Numbers and Drive Sprockets

Chain No.	DESIGN HORSEPOWER									Type of Lubrication		
	15	20	25	30	40	50	60	75	100			
Chain No. Min. Teeth on Driver Bore, in.*												
200	40 (28) 2 1/4	40-2 (26) 2 1/4	40-2 (30) 2 1/4	40-3 (26) 2 1/4	50-3 (26) 2 1/4	60-3 (26) 2 1/4					TYPE C 	
399	50 (20) 2	50 (26) 2	50-2 (20) 2 1/4	50-2 (21) 2 1/4	60-2 (26) 2 1/4	60-3 (21) 2 1/4	60-3 (26) 2 1/4					
499	50 (20) 2	60 (18) 2 3/4	60 (21) 2 3/4	80 (21) 2 3/4	80 (25) 2 3/4	60-2 (26) 2 1/4	60-3 (21) 2 1/4	60-3 (21) 2 1/4	60-3 (26) 2 1/4		Oil Stream Lubrication	
549	60 (15) 1 3/4	60 (20) 2 3/4	80 (15) 2 1/2	80 (17) 2 1/2	80 (20) 2 3/4	80 (24) 2 3/4	80-2 (18) 3 1/4	80-2 (21) 3 1/4				
649	60 (17) 2 1/4	60 (23) 2 3/4	80 (15) 2 1/2	80 (15) 2 1/2	80 (19) 2 3/4	80 (23) 2 3/4	100 (20) 3	100 (24) 3	120 (26) 3 1/2			
799	60 (20) 2 3/4	80 (15) 2 1/2	80 (15) 2 1/2	80 (17) 2 1/4	80 (23) 2 3/4	100 (15) 3	100 (18) 3	100 (22) 3	120 (21) 3 1/2	120 (21) 3 1/2		
849	80 (15) 2 1/2	80 (15) 2 1/2	80 (18) 2 3/4	80 (20) 2 3/4	100 (15) 3	100 (18) 3	100 (22) 3	120 (17) 3 1/2	120 (21) 3 1/2	120 (21) 3 1/2		
924	80 (15) 2 1/2	80 (17) 2 3/4	80 (21) 2 3/4	100 (15) 3	100 (18) 3	100 (22) 3	120 (17) 3 1/2	120 (17) 3 1/2	120 (21) 3 1/2	140 (17) 4 1/4		
1024	80 (15) 2 1/2	80 (17) 2 3/4	100 (15) 3	100 (15) 3	100 (20) 3	120 (16) 3 1/2	120 (18) 3 1/2	120 (21) 3 1/2	140 (19) 4 1/4			
1174	80 (16) 2 3/4	80 (21) 2 3/4	100 (15) 3	100 (17) 3	100 (22) 3	120 (17) 3 1/2	120 (21) 3 1/2	140 (16) 4 1/4	140 (21) 4 1/4	140 (21) 4 1/4		TYPE B 
1324	80 (18) 2 3/4	80 (24) 2 3/4	100 (17) 3	100 (20) 3	120 (16) 3 1/2	120 (21) 3 1/2	140 (16) 4 1/4	140 (19) 4 1/4	160 (18) 5 1/4			
1524	80 (22) 2 3/4	100 (16) 3	100 (20) 3	120 (15) 3 1/2	120 (19) 3 1/2	140 (16) 4 1/4	140 (18) 4 1/4	140 (21) 4 1/4	160 (21) 5 1/4	160 (21) 5 1/4		
1624	100 (15) 3	100 (18) 3	120 (15) 3 1/2	120 (17) 3 1/2	120 (21) 3 1/2	140 (18) 4 1/4	140 (21) 4 1/4	160 (18) 5 1/4	160 (18) 5 1/4	160 (26) 5 1/4		
184	100 (16) 3	100 (21) 3	120 (17) 3 1/2	120 (19) 3 1/2	140 (17) 4 1/4	140 (21) 4 1/4	160 (18) 5 1/4	160 (21) 5 1/4				
1959	100 (18) 3	120 (15) 3 1/2	120 (16) 3 1/2	120 (21) 3 1/2	140 (19) 4 1/4	160 (16) 5 1/4	160 (19) 5 1/4	160 (26) 5 1/4				
2139	100 (20) 3	120 (17) 3 1/2	120 (21) 3 1/2	140 (17) 4 1/4	140 (21) 4 1/4	160 (18) 5 1/4	160 (21) 5 1/4					
22119	120 (16) 3 1/2	120 (21) 3 1/2	140 (18) 4 1/4	140 (21) 4 1/4	160 (19) 5 1/4	160 (26) 5 1/4						
2569	120 (19) 3 1/2	140 (17) 4 1/4	140 (21) 4 1/4	160 (18) 5 1/4	160 (21) 5 1/4							
2674	120 (21) 3 1/2	140 (19) 4 1/4	160 (17) 5 1/4	160 (19) 5 1/4	160 (26) 5 1/4							
2864	140 (17) 4 1/4	140 (21) 4 1/4	160 (16) 5 1/4	160 (21) 5 1/4								
3154	140 (21) 4 1/4	160 (18) 5 1/4	160 (21) 5 1/4	160 (26) 5 1/4								
3544	160 (17) 5 1/4	160 (21) 5 1/4									TYPE A 	
31-34	160 (19) 5 1/4	160 (26) 5 1/4										
26-30	160 (21) 5 1/4											
21-25	160 (26) 5 1/4											
16-20												
11-15												
5-10												

\*If the required horsepower is not listed, use the next higher.  
 \*Bore, in. is the largest standard keyseated bore that normally can be accommodated.

## TABLA 4

### Selección de cadena de rodillos ANSI (A - 42)

Table 3 -- Speed Ratios • Center Distance • Chain Lengths

Teeth on Drive Sprocket		TEETH ON DRIVEN SPROCKET														
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
11	Speed Ratio	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.55	1.64	1.73	1.82	1.91	2.00	2.09	2.18	2.27
	Center Distance▲	5.500	6.248	5.992	6.734	6.469	7.207	7.943	7.669	8.404	8.124	8.857	9.590	9.304	10.037	9.744
	Chain Length▲	22	24	24	26	26	28	30	30	32	32	34	36	36	38	38
12	Speed Ratio		1.00	1.08	1.17	1.25	1.33	1.42	1.50	1.58	1.67	1.75	1.83	1.92	2.00	2.08
	Center Distance▲		6.000	6.748	6.493	7.235	6.971	7.710	8.446	8.174	8.909	8.632	9.365	10.098	9.815	10.547
	Chain Length▲		24	26	26	28	28	30	32	32	34	34	36	38	38	40
13	Speed Ratio			1.00	1.08	1.15	1.23	1.31	1.38	1.46	1.54	1.61	1.69	1.77	1.85	1.92
	Center Distance▲			6.500	7.248	6.993	7.736	7.473	8.212	8.949	8.679	9.414	9.139	9.872	10.605	10.324
	Chain Length▲			26	28	28	30	30	32	34	34	36	36	38	40	40
14	Speed Ratio				1.00	1.07	1.14	1.21	1.29	1.36	1.43	1.50	1.57	1.64	1.72	1.79
	Center Distance▲				7.000	7.748	7.494	8.237	7.975	8.714	9.452	9.183	9.918	9.645	10.378	11.112
	Chain Length▲				28	30	30	32	32	34	36	36	38	38	40	42
15	Speed Ratio					1.00	1.07	1.13	1.20	1.27	1.33	1.40	1.47	1.53	1.69	1.67
	Center Distance▲					7.500	8.249	7.994	8.737	8.477	9.216	8.955	9.686	10.422	10.150	10.884
	Chain Length▲					30	32	32	34	34	36	36	38	40	40	42
16	Speed Ratio						1.00	1.06	1.13	1.19	1.25	1.31	1.37	1.44	1.50	1.56
	Center Distance▲						8.000	8.749	8.495	9.238	8.978	9.718	10.457	10.189	10.926	10.654
	Chain Length▲						32	34	34	36	36	38	40	40	42	42
17	Speed Ratio							1.00	1.06	1.12	1.18	1.24	1.29	1.35	1.41	1.47
	Center Distance▲							8.500	9.249	8.995	9.739	9.479	10.220	10.959	10.692	11.429
	Chain Length▲							34	36	36	38	38	40	42	42	44
18	Speed Ratio								1.00	1.06	1.11	1.17	1.22	1.28	1.33	1.39
	Center Distance▲								9.000	9.749	9.495	10.239	9.980	10.721	11.461	11.195
	Chain Length▲								36	38	38	40	40	42	44	44
19	Speed Ratio									1.00	1.05	1.11	1.16	1.21	1.26	1.31
	Center Distance▲									9.500	10.249	9.995	10.740	10.481	11.222	11.963
	Chain Length▲									38	40	40	42	42	44	46
20	Speed Ratio										1.00	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25
	Center Distance▲										10.000	10.749	10.496	11.240	10.982	11.723
	Chain Length▲										40	42	42	44	44	46
21	Speed Ratio											1.00	1.05	1.10	1.14	1.19
	Center Distance▲											10.500	11.249	10.996	11.741	11.483
	Chain Length▲											42	44	44	46	46
22	Speed Ratio												1.00	1.05	1.09	1.14
	Center Distance▲												11.000	11.749	11.496	12.241
	Chain Length▲												44	46	46	48
23	Speed Ratio													1.00	1.04	1.09
	Center Distance▲													11.500	12.249	11.996
	Chain Length▲													46	48	48
24	Speed Ratio														1.00	1.04
	Center Distance▲														12.000	12.750
	Chain Length▲														48	50
25	Speed Ratio															1.00
	Center Distance▲															12.500
	Chain Length▲															50
26	Speed Ratio															
	Center Distance▲															
	Chain Length▲															
28	Speed Ratio															
	Center Distance▲															
	Chain Length▲															
30	Speed Ratio															
	Center Distance▲															
	Chain Length▲															
32	Speed Ratio															
	Center Distance▲															
	Chain Length▲															
35	Speed Ratio															
	Center Distance▲															
	Chain Length▲															
36	Speed Ratio															
	Center Distance▲															
	Chain Length▲															
40	Speed Ratio															
	Center Distance▲															
	Chain Length▲															

▲The center distances and lengths are shown in pitches. To obtain the center distances and lengths in inches, multiply number of pitches by the chain pitch.

TABLA 5

Selección de cadena de rodillos ANSI (A - 43)

Table J - Speed Ratios • Center Distance • Chain Lengths

		TEETH ON DRIVEN SPROCKET														Teeth on Drive Sprocket	
		32	35	36	40	42	45	48	54	60	70	72	80	84	96		112
2.72	2.91	3.18	3.27	3.64	3.82	4.09	4.36	4.91	5.45								
45	12.812	13.976	13.668	15.561	15.983	17.139	18.294	19.539	21.843								11
48	48	52	52	58	60	64	68	74	82								
50	2.66	2.92	3.00	3.34	3.50	3.75	4.00	4.50	5.00	5.83	6.00						
61	12.597	13.761	14.495	15.349	15.773	16.930	18.085	20.396	21.637	25.834	26.244						12
48	48	52	54	58	60	64	68	76	82	96	98						
31	2.46	2.69	2.77	3.08	3.23	3.46	3.69	4.15	4.61	5.39	5.54						
43	12.379	13.546	14.279	15.136	15.605	16.719	18.225	20.186	22.496	25.628	26.038						13
48	48	52	54	58	62	64	70	76	84	96	98						
2.14	2.28	2.50	2.57	2.86	3.00	3.22	3.43	3.86	4.29	5.00	5.14	5.71	6.00				
46	13.188	14.361	14.063	15.961	16.391	17.553	18.713	19.977	22.287	25.422	25.834	28.545	30.439				14
48	50	54	54	60	62	66	70	76	84	96	98	108	114				
2.00	2.14	2.33	2.40	2.67	2.80	3.00	3.20	3.60	4.00	4.67	4.80	5.33	5.60				
52	12.967	14.141	14.874	15.746	16.177	17.340	18.500	20.819	22.079	26.279	26.964	29.413	30.234				15
48	50	54	56	60	62	66	70	78	84	98	100	110	114				
1.83	2.00	2.19	2.25	2.50	2.62	2.81	3.00	3.38	3.75	4.37	4.50	5.00	5.25	6.00			
61	13.765	13.921	14.653	15.528	16.994	18.161	18.287	20.607	22.923	26.071	26.487	29.206	31.098	34.633			16
48	52	54	56	60	64	68	70	78	86	98	100	110	116	130			
1.76	1.88	2.06	2.12	2.35	2.47	2.65	2.82	3.18	3.53	4.12	4.24	4.70	4.94	5.64			
67	13.539	14.721	14.433	16.339	16.777	17.945	19.110	20.395	22.712	25.863	27.337	29.000	30.891	34.429			17
50	52	56	56	62	64	68	72	78	86	98	102	110	116	130			
1.67	1.78	1.94	2.00	2.22	2.34	2.50	2.67	3.00	3.33	3.89	4.00	4.44	4.66	5.33			
68	13.314	14.497	15.230	16.119	16.557	17.728	18.894	21.233	22.501	26.708	27.128	29.855	30.685	35.295			18
50	52	56	58	62	64	68	72	80	86	100	102	112	116	132			
1.58	1.68	1.84	1.89	2.10	2.21	2.37	2.52	2.84	3.16	3.68	3.79	4.21	4.41	5.05	5.90		
63	14.099	15.288	15.006	16.920	17.364	18.536	18.677	21.008	23.332	26.498	26.918	29.647	31.539	35.088	40.516		19
52	54	58	58	64	66	70	72	80	88	100	102	112	118	132	152		
1.50	1.60	1.75	1.80	2.00	2.10	2.25	2.40	2.70	3.00	3.50	3.60	4.00	4.20	4.80	5.60		
64	13.869	15.061	15.795	16.697	17.142	18.317	19.489	21.827	23.119	26.287	27.758	30.493	31.330	34.882	40.312		20
52	54	58	60	64	66	70	74	82	88	100	104	114	118	132	152		
1.43	1.52	1.67	1.71	1.90	2.00	2.14	2.28	2.57	2.86	3.33	3.43	3.81	4.00	4.57	5.33		
65	14.646	14.833	15.567	16.473	17.939	18.096	19.270	21.609	23.492	27.121	27.547	30.283	31.122	35.738	41.177		21
52	56	58	60	64	68	70	74	82	90	102	104	114	118	134	154		
1.36	1.45	1.59	1.64	1.82	1.91	2.04	2.18	2.46	2.73	3.18	3.27	3.64	3.82	4.36	5.03		
66	14.413	15.613	15.338	17.262	17.714	18.895	20.073	21.392	23.726	26.910	27.334	30.073	31.965	35.531	40.971		22
54	56	60	60	66	68	72	76	82	90	102	104	114	120	134	154		
1.30	1.39	1.52	1.56	1.74	1.83	1.96	2.08	2.34	2.61	3.04	3.13	3.48	3.65	4.17	4.87		
67	14.178	15.382	16.117	17.035	17.489	18.671	18.829	22.200	23.510	26.695	28.164	30.910	31.753	35.322	40.765		23
54	56	60	62	66	68	72	74	84	90	102	106	116	120	134	154		
1.25	1.33	1.46	1.50	1.67	1.75	1.88	2.00	2.25	2.50	2.92	3.00	3.33	3.50	4.00	4.67		
68	14.946	16.155	15.886	17.818	18.275	19.463	19.628	21.980	24.323	27.522	27.951	30.699	31.541	36.170	41.622		24
56	58	62	62	68	70	74	76	84	92	104	106	118	120	136	156		
1.20	1.28	1.40	1.44	1.60	1.68	1.80	1.92	2.16	2.40	2.80	2.88	3.20	3.36	3.84	4.48		
69	14.728	15.921	16.658	17.588	18.047	19.237	20.422	21.760	24.104	27.306	27.736	30.486	32.380	35.960	41.414		25
56	58	62	64	68	70	74	78	84	92	104	106	116	122	136	156		
1.15	1.23	1.35	1.38	1.54	1.62	1.73	1.85	2.08	2.31	2.69	2.77	3.08	3.23	3.69	4.31		
70	15.471	16.685	16.423	17.357	18.828	19.010	20.197	22.559	23.885	28.124	28.557	31.314	32.167	36.802	41.206		26
56	60	62	64	68	72	74	78	86	92	106	108	118	122	138	156		
1.07	1.14	1.25	1.29	1.43	1.50	1.61	1.71	1.93	2.14	2.50	2.57	2.86	3.00	3.43	4.00		
71	14.987	16.212	16.953	17.898	18.365	19.563	20.756	23.130	24.469	27.690	29.157	30.885	32.782	36.379	41.847		28
58	60	64	66	70	72	76	80	88	94	106	110	118	124	138	158		
1.00	1.07	1.17	1.20	1.33	1.40	1.50	1.60	1.80	2.00	2.33	2.40	2.67	2.80	3.20	3.74		
72	15.497	16.732	17.474	18.432	18.904	20.109	20.298	22.678	25.044	28.282	28.720	31.490	33.389	37.000	42.481		30
60	62	66	68	72	74	78	80	88	96	108	110	120	126	140	160		
1.00	1.09	1.13	1.15	1.31	1.41	1.50	1.60	1.80	2.00	2.33	2.40	2.67	2.80	3.20	3.74		
73	16.000	17.244	16.989	18.958	19.435	20.647	20.845	23.237	25.612	28.865	29.307	32.087	32.957	37.613	43.106		32
64	68	68	74	76	78	80	82	90	98	110	112	122	126	142	162		
1.00	1.00	1.03	1.14	1.20	1.29	1.37	1.54	1.72	2.00	2.06	2.28	2.40	2.74	3.20	3.74		
74	17.500	18.250	19.234	19.719	20.940	22.154	23.557	25.942	29.218	29.664	32.458	33.335	38.005	43.514	164		35
70	70	72	76	78	82	86	92	98	100	112	114	124	128	144	164		
1.00	1.11	1.17	1.25	1.33	1.50	1.67	1.94	2.00	2.22	2.33	2.66	3.11	3.788	43.301			
75	18.000	18.990	20.478	20.701	21.917	24.332	25.717	28.994	30.460	32.237	34.143	37.788	41.64	164			36
72	76	80	82	86	90	94	100	108	112	116	124	130	144	164			
1.00	1.05	1.12	1.20	1.35	1.50	1.75	1.80	2.00	2.10	2.40	2.80	3.11	3.788	43.301			
76	20.000	20.498	21.736	22.965	24.399	26.812	30.122	30.576	33.392	34.283	38.978	43.482	166				40
80	82	86	88	90	96	104	110	116	118	128	132	148	166				

**TABLA 6**

**Selección de cadena doble paso de rodillos ANSI (A - 43)**

**Coefficients of Friction**

**Standard Roller Series:**

When Conveyed Load is Carried by Link Plate Edges (fs)

Type of Friction	Dry	Lubricated
Static	.45	.25
Sliding	.40	.20

Ident values apply to steel tracks. For other material tracks, consult

**Carrier Roller Series:**

When Conveyed Load is Carried by Rollers (fr)

Roller Size in Inches	Static		Rolling	
	Dry	Lubricated	Dry	Lubricated
1	.17	.12	.14	.10
1¼	.16	.11	.13	.09
1½	.16	.11	.13	.09
2	.15	.10	.12	.08
2½	.14	.09	.11	.07
3	.14	.09	.11	.07
4	.13	.08	.10	.07

Ident values apply to steel tracks. For other material tracks, consult

**Chain Type Design Factor**

Chain Type and Material	Oil Lubrication	Water Lubrication	No Lubrication
ANSI Double-Pitch	1	1	1
ANSI Plated Double-Pitch	1.1	1.1	1.1
ANSI Stainless Steel Double-Pitch	1.5	2.0	10.0
Hollow Pin Double-Pitch	1.3	1.3	1.3

**Chain Performance -- Load/Speed Capacities (Dahin Carrier Rollers)**

(Use 15 Effective Teeth Minimum in All Selections\*)

Pitch in Inches	Recommended Maximum Working Load -- Pounds			
	Chain Speed -- Feet Per Minute			
	5-200	300	400	500
1	320	230	160	115
1¼	495	380	265	190
1½	785	530	370	265
2	1300	905	630	455
2½	1950	1500	1040	750
3	3050	2125	1480	1065
4	4950	3625	2520	1815

\* Number of effective teeth -- the number engaged by the chain rollers (or bushings) in one revolution of the sprocket.

**Conveyor Chain Working Load (Steel -- Standard & Carrier Rollers)**

(Use 15 Effective Teeth Minimum in All Selections\*)

Pitch in Inches	Recommended Maximum Working Load -- Pounds								
	Chain Speed -- Feet per Minute								
	5	25	50	75	100	200	300	400	500
1	530	525	510	490	465	335	230	160	115
1¼	870	865	840	805	765	555	380	265	190
1½	1215	1205	1170	1125	1065	775	530	370	265
2	2070	2055	2000	1915	1815	1320	905	630	455
2½	3425	3400	3310	3175	3000	2180	1500	1040	750
3	4855	4815	4690	4495	4250	3090	2125	1480	1065
4	8585	8210	8000	7670	7250	5275	3625	2520	1815

**Chain Numbers and Pitches**

Chain Pitch -- Inches						
1	1¼	1½	2	2½	3	4
Chain Numbers						
C2040	C2050	C2060H	C2080H	C2100H	C2120H	C2160H
C2040L▲	C2050L▲	C2060HL▲	C2080HL▲	C2102H	C2122H	C2162H
C2040SS	C2050SS	C2060HSS	C2082H			
C2402	C2052	C2060L▲	C2082HD			
C2042D	C2052D	C2062H	C2082HL▲			
C2042L▲	C2052L▲	C2062HD				
C2042SS	C2052SS	C2062HL▲				
C2042SSD	C2052SSD	C2062HSS				
C2048	C2058	C2062HSSD				
C2049	C2059	C2068				
		C2069				

When lubrication is not permissible or practical, use Redi-Lube chain within speed ranges as noted on page A-22.

TABLA 7

Tabla de cadena seleccionada vs. potencia (A - 43)

REVOLUTIONS PER MINUTE -- SMALL SPROCKET																			Recommended Max. R.P.M.
10	20	30	40	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	
60	1.04	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	20
74	1.32	1.82	2.25	2.62	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	50
87	1.59	2.22	2.78	3.29	3.74	4.14	4.51	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	80
100	1.85	2.61	3.30	3.93	4.51	5.04	5.52	6.38	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	110
113	2.11	2.99	3.80	4.55	5.25	5.89	6.50	7.50	8.51	...	...	...	...	...	...	...	...	...	135
126	2.36	3.37	4.29	5.15	5.96	6.72	7.45	8.74	9.87	10.9	11.8	...	...	...	...	...	...	...	160
139	2.61	3.74	4.77	5.74	6.65	7.53	8.36	9.86	11.2	12.4	13.5	14.5	...	...	...	...	...	...	185
152	2.86	4.10	5.25	6.32	7.33	8.32	9.24	11.0	12.5	13.9	15.2	16.3	17.3	...	...	...	...	...	210
164	3.10	4.45	5.72	6.90	8.00	9.09	10.1	12.0	13.8	15.3	16.8	18.0	19.2	20.3	...	...	...	...	230
176	3.34	4.80	6.18	7.47	8.66	9.84	10.9	13.0	15.0	16.6	18.3	19.7	21.1	22.3	23.4	...	...	...	245
188	3.57	5.14	6.63	8.03	9.31	10.6	11.7	14.0	16.1	18.0	19.8	21.4	22.8	24.2	25.4	26.6	...	...	260
200	3.80	5.48	7.07	8.58	9.95	11.3	12.5	15.0	17.3	19.3	21.2	22.9	24.5	26.1	27.4	28.7	...	...	275
212	4.03	5.82	7.50	9.12	10.6	12.0	13.3	16.0	18.4	20.6	22.6	24.5	26.2	27.9	29.3	30.6	31.9	...	285
224	4.26	6.15	7.92	9.65	11.2	12.7	14.1	16.9	19.5	21.8	23.9	26.0	27.8	29.6	31.1	32.6	33.9	...	295
236	4.49	6.48	8.34	10.2	11.8	13.4	14.9	17.8	20.5	23.0	25.2	27.4	29.4	31.3	32.9	34.4	35.8	37.1	305
248	4.72	6.81	8.76	10.7	12.4	14.1	15.7	18.7	21.6	24.2	26.5	28.8	30.9	32.9	34.6	36.2	37.7	39.1	310
260	4.95	7.14	9.17	11.2	13.0	14.8	16.4	19.6	22.6	25.4	27.8	30.2	32.3	34.5	36.3	38.0	39.5	41.0	315
272	5.17	7.46	9.58	11.7	13.6	15.5	17.2	20.5	23.6	26.5	29.1	31.6	33.8	36.0	37.9	39.7	41.3	42.8	320
284	5.39	7.78	9.99	12.2	14.2	16.1	17.9	21.4	24.7	27.6	30.4	32.9	35.3	37.5	39.4	41.3	43.0	44.6	325
296	5.61	8.09	10.4	12.6	14.7	16.8	18.7	22.3	25.7	28.7	31.5	34.2	36.7	39.0	41.0	42.9	44.7	46.3	330
308	5.83	8.40	10.9	13.0	15.1	17.2	19.1	23.2	26.7	29.7	32.5	35.2	37.6	39.6	41.5	43.3	45.0	46.6	335
320	6.05	8.71	11.4	13.4	15.5	17.6	19.5	24.1	27.6	30.6	33.4	36.0	38.3	40.2	42.0	43.7	45.3	46.9	340
332	6.27	9.02	11.9	13.8	16.0	18.1	20.0	25.0	28.5	31.5	34.3	36.8	39.0	40.8	42.5	44.1	45.6	47.1	345
344	6.49	9.33	12.4	14.2	16.5	18.6	20.5	25.9	29.4	32.4	35.1	37.5	39.6	41.3	43.0	44.5	46.0	47.5	350
356	6.71	9.65	12.9	14.6	17.0	19.1	21.0	26.8	30.3	33.3	35.9	38.2	40.2	41.9	43.5	45.0	46.4	47.8	355
368	6.93	9.96	13.4	15.0	17.5	19.6	21.5	27.7	31.2	34.1	36.6	38.8	40.7	42.3	43.9	45.3	46.7	48.1	360
380	7.15	10.27	13.9	15.4	18.0	20.1	22.0	28.6	32.1	34.9	37.3	39.4	41.3	42.8	44.3	45.7	47.0	48.4	365
392	7.37	10.58	14.4	15.8	18.5	20.6	22.5	29.5	33.0	35.7	38.0	40.0	41.8	43.2	44.6	45.9	47.2	48.6	370
404	7.59	10.89	14.9	16.2	19.0	21.1	23.0	30.4	33.9	36.5	38.7	40.6	42.3	43.7	45.0	46.3	47.5	48.8	375
416	7.81	11.20	15.4	16.6	19.5	21.6	23.5	31.3	34.8	37.3	39.4	41.2	42.9	44.2	45.5	46.7	47.9	49.1	380
428	8.03	11.51	15.9	17.0	20.0	22.1	24.0	32.2	35.7	38.1	40.0	41.7	43.3	44.5	45.7	46.9	48.0	49.2	385
440	8.25	11.82	16.4	17.4	20.5	22.6	24.5	33.1	36.6	38.9	40.6	42.2	43.7	44.9	46.1	47.2	48.3	49.4	390
452	8.47	12.13	16.9	17.8	21.0	23.1	25.0	34.0	37.5	39.7	41.4	43.0	44.4	45.5	46.6	47.7	48.7	49.7	395
464	8.69	12.44	17.4	18.2	21.5	23.6	25.5	34.9	38.4	40.5	42.1	43.6	44.9	46.0	47.1	48.1	49.1	50.1	400
476	8.91	12.75	17.9	18.6	22.0	24.1	26.0	35.8	39.3	41.3	42.8	44.3	45.5	46.6	47.6	48.6	49.5	50.4	405
488	9.13	13.06	18.4	19.0	22.5	24.6	26.5	36.7	40.2	42.1	43.5	44.8	45.9	46.9	47.9	48.8	49.7	50.5	410
500	9.35	13.37	18.9	19.4	23.0	25.1	27.0	37.6	41.1	42.9	43.9	45.1	46.1	47.1	48.0	48.9	49.8	50.6	415
512	9.57	13.68	19.4	19.8	23.5	25.6	27.5	38.5	42.0	43.7	44.6	45.7	46.6	47.5	48.4	49.3	50.1	50.7	420
524	9.79	13.99	19.9	20.2	24.0	26.1	28.0	39.4	42.9	44.5	45.4	46.4	47.3	48.1	49.0	49.8	50.6	50.8	425
536	10.01	14.30	20.4	20.6	24.5	26.6	28.5	40.3	43.8	45.3	46.1	47.0	47.8	48.6	49.4	50.2	50.9	50.9	430
548	10.23	14.61	20.9	21.0	25.0	27.1	29.0	41.2	44.7	46.1	46.8	47.6	48.3	49.1	49.8	50.5	51.1	51.0	435
560	10.45	14.92	21.4	21.4	25.5	27.6	29.5	42.1	45.6	46.9	47.5	48.2	48.9	49.5	50.2	50.8	51.3	51.1	440
572	10.67	15.23	21.9	21.8	26.0	28.1	30.0	43.0	46.5	47.7	48.2	48.8	49.4	50.0	50.6	51.1	51.5	51.2	445
584	10.89	15.54	22.4	22.2	26.5	28.6	30.5	43.9	47.4	48.5	49.0	49.5	50.0	50.5	51.0	51.4	51.8	51.3	450
596	11.11	15.85	22.9	22.6	27.0	29.1	31.0	44.8	48.3	49.3	49.7	50.1	50.5	50.9	51.3	51.6	51.9	51.4	455
608	11.33	16.16	23.4	23.0	27.5	29.6	31.5	45.7	49.2	49.9	50.2	50.5	50.8	51.1	51.4	51.7	52.0	51.5	460
620	11.55	16.47	23.9	23.4	28.0	30.1	32.0	46.6	50.1	50.6	50.7	51.0	51.2	51.4	51.6	51.8	52.0	51.6	465
632	11.77	16.78	24.4	23.8	28.5	30.6	32.5	47.5	51.0	51.1	51.1	51.3	51.5	51.6	51.7	51.8	51.9	51.7	470
644	11.99	17.09	24.9	24.2	29.0	31.1	33.0	48.4	51.9	51.6	51.5	51.6	51.7	51.8	51.9	52.0	52.0	51.8	475
656	12.21	17.40	25.4	24.6	29.5	31.6	33.5	49.3	52.8	52.1	51.6	51.7	51.8	51.9	52.0	52.0	52.0	51.9	480
668	12.43	17.71	25.9	25.0	30.0	32.1	34.0	50.2	53.7	52.6	51.7	51.8	51.9	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	485
680	12.65	18.02	26.4	25.4	30.5	32.6	34.5	51.1	54.6	53.1	51.8	51.9	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	490
692	12.87	18.33	26.9	25.8	31.0	33.1	35.0	52.0	55.5	53.6	51.9	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	495
704	13.09	18.64	27.4	26.2	31.5	33.6	35.5	52.9	56.4	54.1	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	500
716	13.31	18.95	27.9	26.6	32.0	34.1	36.0	53.8	57.3	54.6	52.1	52.1	52.1	52.1	52.1	52.1	52.1	52.1	505
728	13.53	19.26	28.4	27.0	32.5	34.6	36.5	54.7	58.2	55.1	52.2	52.2	52.2	52.2	52.2	52.2	52.2	52.2	510
740	13.75	19.57	28.9	27.4	33.0	35.1	37.0	55.6	59.1	55.6	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	515
752	13.97	19.88	29.4	27.8	33.5	35.6	37.5	56.5	60.0	56.0	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	520
764	14.19	20.19	29.9	28.2	34.0	36.1	38.0	57.4	60.9	56.5	52.5	52.5	52.5	52.5	52.5	52.5	52.5	52.5	525
776	14.41	20.50	30.4	28.6	34.5	36.6	38.5	58.3	61.8	57.0	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	530
788	14.63	20.81	30.9	29.0	35.0	37.1	39.0	59.2	62.7	57.5	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	535
800	14.85	21.12	31.4	29.4	35.5	37.6	39.5	60.1	63.6	58.0	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8	540
812	15.07	21.43	31.9	29.8	36.0	38.1	40.0	61.0	64.5	58.5	52.9	52.9	52.9	52.9	52.9	52.9	52.9	52.9	545
824	15.29	21.74	32.4	30.2	36.5	38.6	40.5	61.9	65.4	59.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	550
836	15.51	22.05	32.9	30.6	37.0	39.1	41.0	62.8	66.3	59.5	53.1	53.1	53.1	53.1	53.1	53.1	53.1	53.1	555
848	15.73	22.36	33.4	31.0	37.5	39.6	41.5	63.7	67.2	60.0	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	560
860	15.95	22.67	33.9	31.4	38.0	40.1	42.0												

# PLANOS

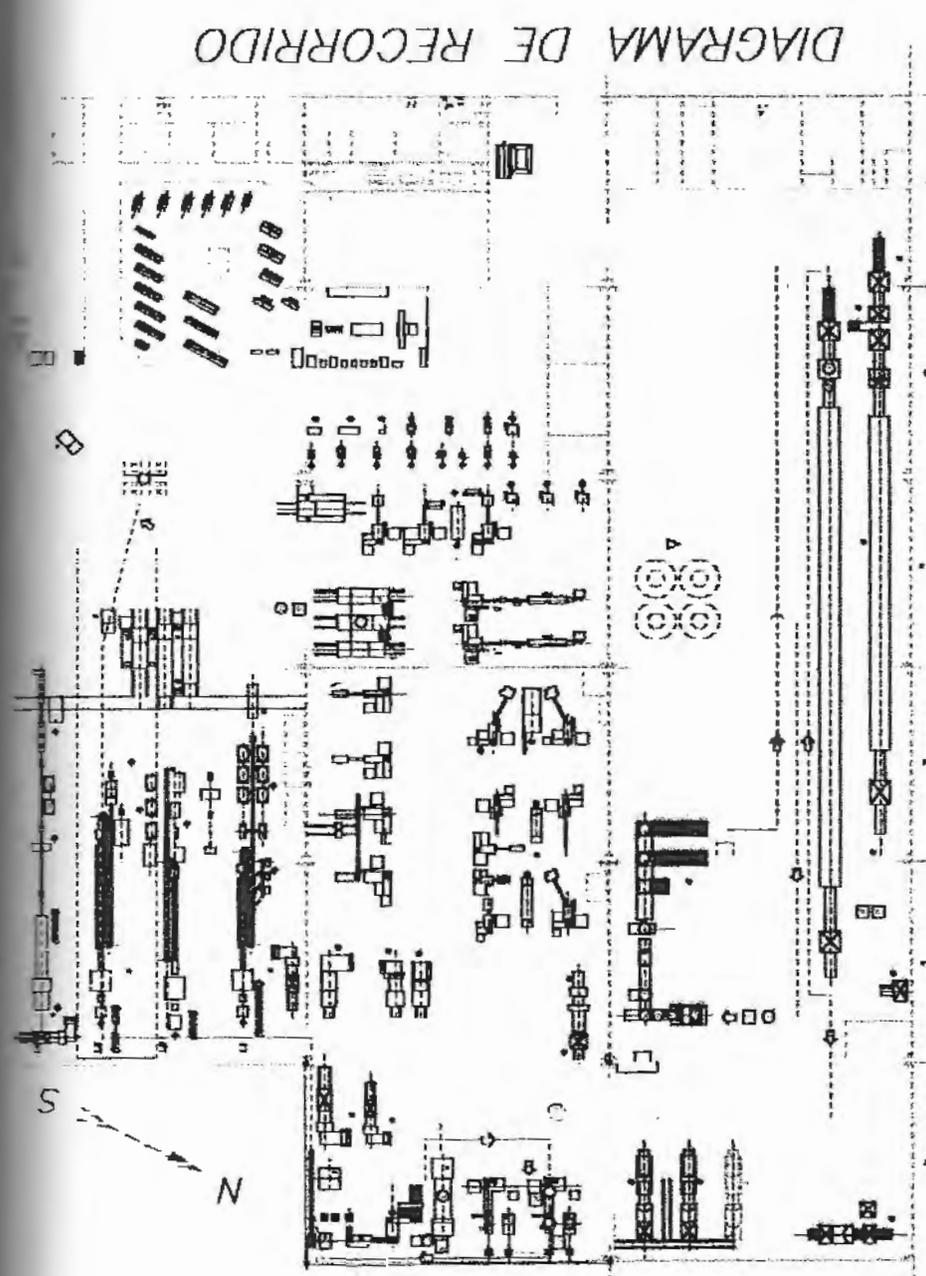
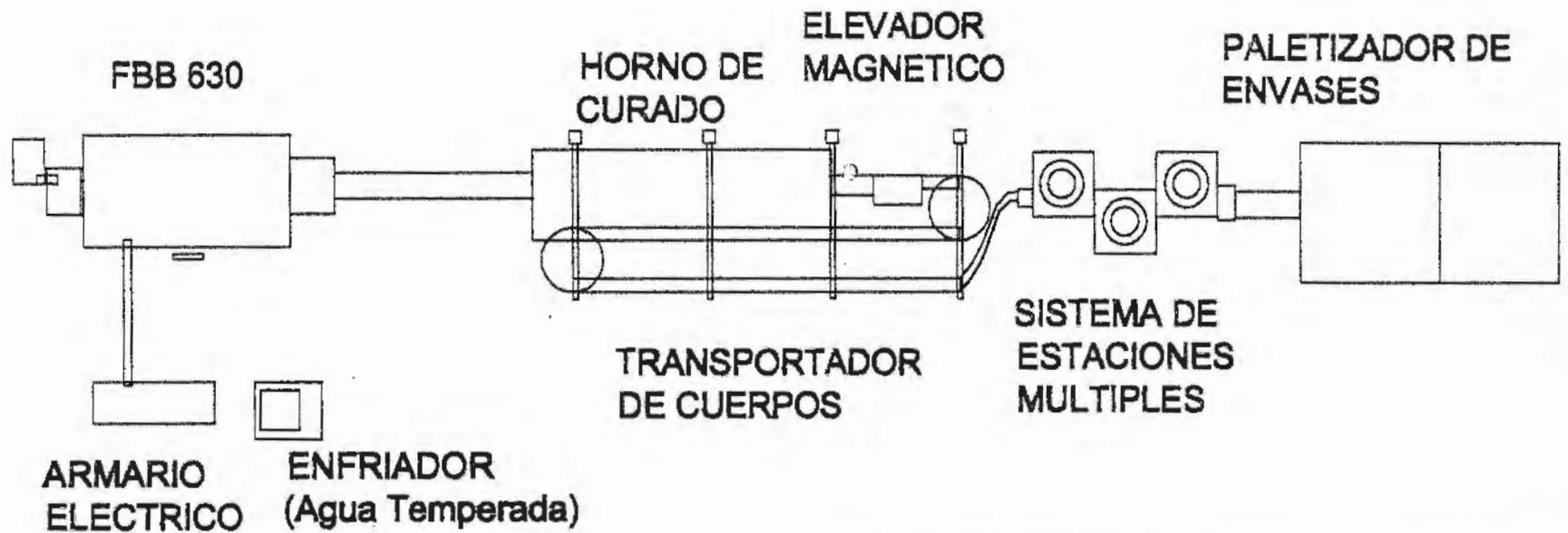
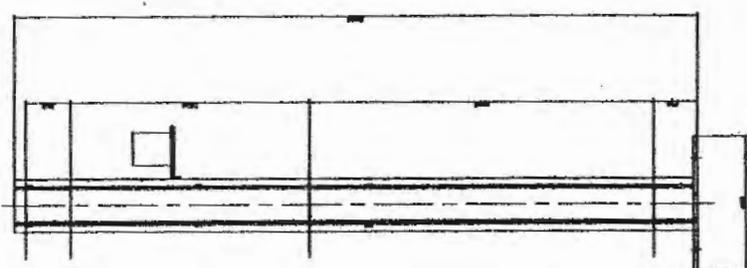
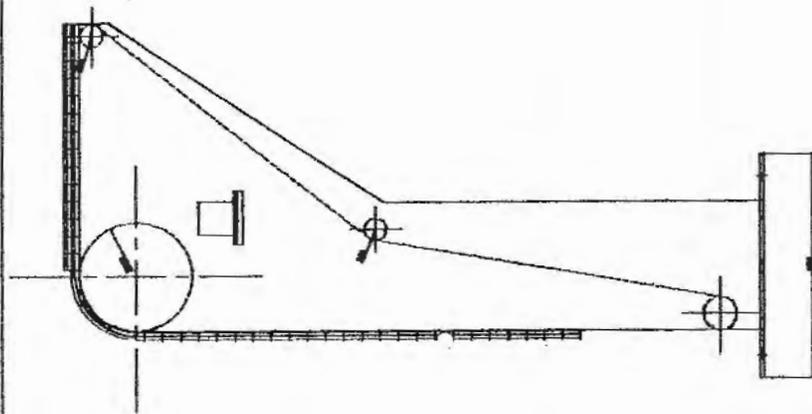


DIAGRAMA DE RECORRIDO

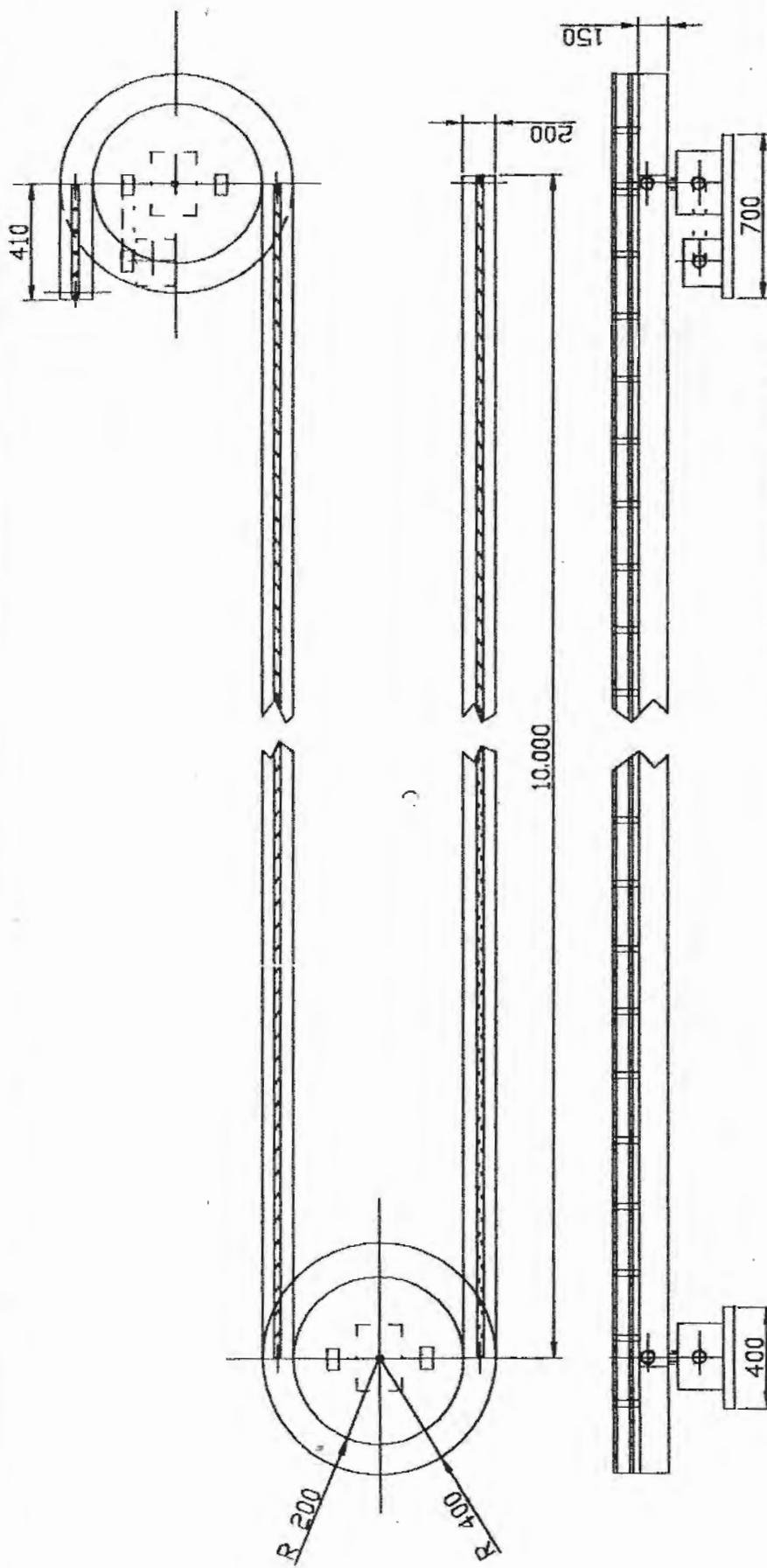
TOLERANCIA	PESO (KG)	OBRA: Línea FBB 630		ESCALA:
		Envase de 3 Piezas		
Fecha:	Nombre:	CONTIENE:		VISTA GENERAL
Dib. 20-12-00	P. Montano			
Rev. 20-12-00	Ing. Helguero			
Aprov. 20-12-00	Ing. Helguero			
ESPOL		PLANO No: 01		MATERIAL:



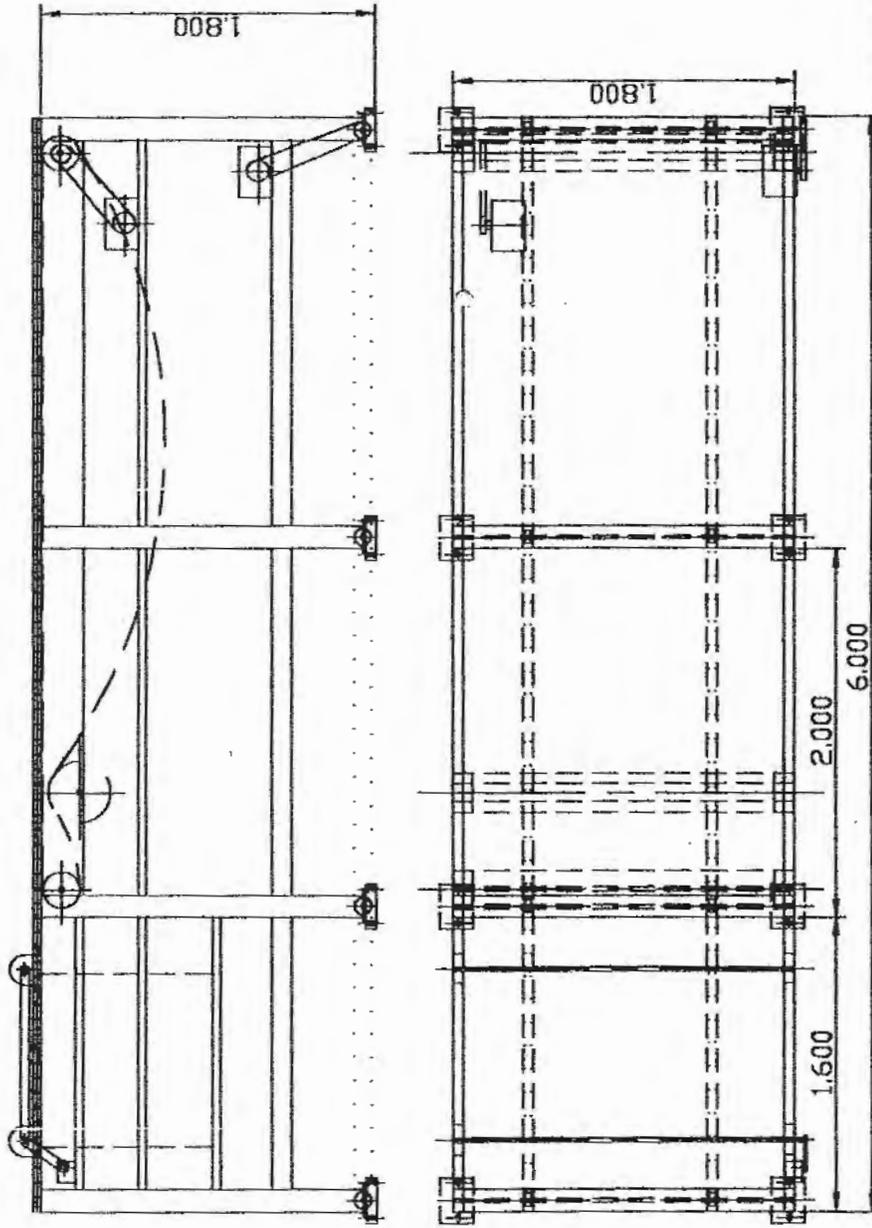
TOLERANCIA		PESO (Kg)		<b>OBRA: Línea FBB 630</b>	
				<b>Envase de 3 Piezas</b>	
	Fecha:	Nombre:		<b>CONTIENE: LINEA DE ENVASES DE TRES PIEZAS</b>	ESCALA:
Dib.	20-12-00	P. Montano			
Rev.	20-12-00	Ing. Helguero			
Aprov.	20-12-00	Ing. Helguero			
<b>ESPOL</b>				PLANO No: 02	
				MATERIAL:	



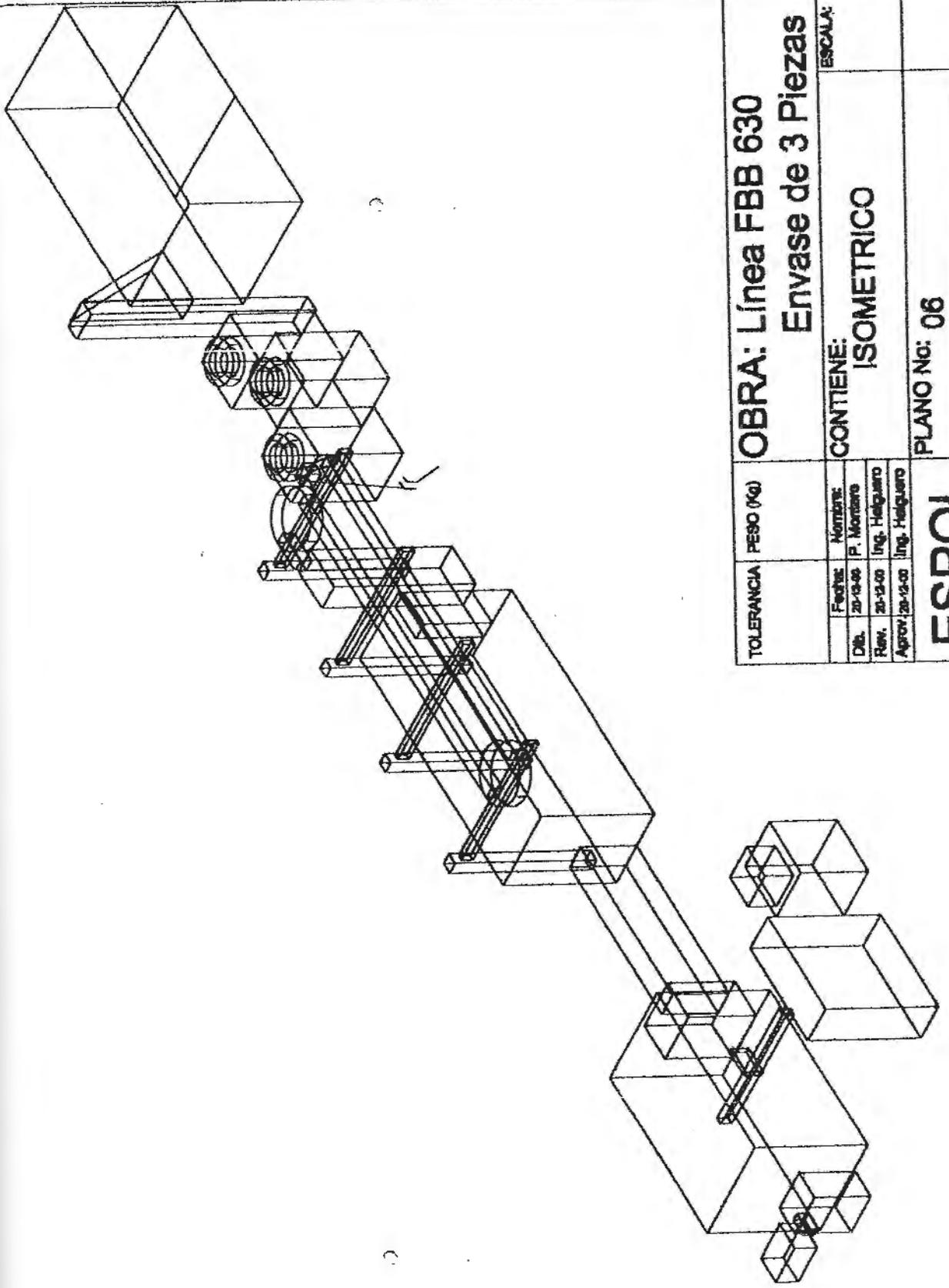
TOLERANCIA	PEBO (Kg)	<b>OBRA: Línea FBB 630</b>	
		<b>Envase de 3 Piezas</b>	
Fecha:	Nombre:	<b>CONTIENE: Elevador Magnético de Envases</b>	ESCALA: <b>1:50</b>
Dib. 20-12-00	P. Montano		
Rev. 20-12-00	Ing. Helguero		
Aprov. 20-12-00	Ing. Helguero	PLANO No: <b>03</b>	MATERIAL:
<b>ESPOL</b>			



TOLERANCIA	PESO (Kg)	<b>OBRA: Línea FBB 630</b>	
		<b>Envase de 3 Piezas</b>	
Fecha:	Nombre:	ESCALA:	
Dib. 20-12-00	P. Morisano	CONTIENE: Transportador de	
Rev. 20-12-00	Ing. Helguero	Envases	
Aprov. 20-12-00	Ing. Helguero	PLANO No: 04	
<b>ESPOL</b>		MATERIAL:	



TOLERANCIA		PESO (Kg)		<b>OBRA: Línea FBB 630</b>		<b>Envase de 3 Piezas</b>		ESCALA: <b>1:25</b>	
Fecha:		Nombre:		CONTIENE: Palletizador de		Envases			
Dib. 20-12-00		P. Montano							
Rev. 20-12-00		Ing. Helguero							
Aprov. 20-12-00		Ing. Helguero							
<b>ESPOL</b>		PLANO No: 05							
		MATERIAL:							

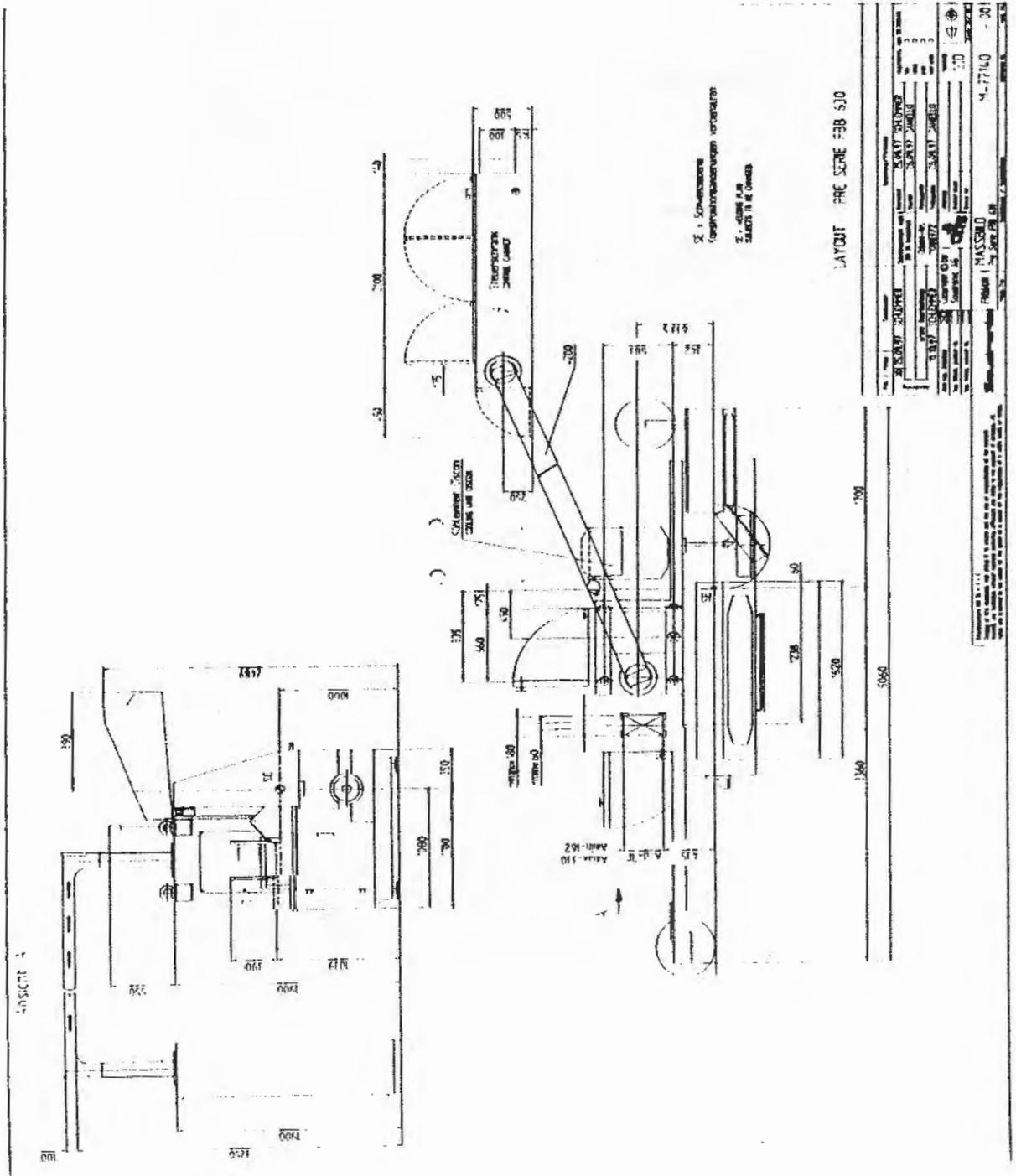


TOLERANCIA	PESO (KG)	<b>OBRA: Línea FBB 630</b>		ESCALA:
		<b>Envase de 3 Piezas</b>		
Fecha:	Nombre:	CONTIENE:		ISOMETRICO
20-10-00	P. Montano			
Rev. 20-10-00	Ing. Helguero			
Aprov 20-10-00	Ing. Helguero			
<b>ESPOL</b>		PLANO No: 06		MATERIAL:

# APENDICES

# APENDICE A

## Plano de Dimensiones



# APENDICE B

## Corte de Chapa

para soldadoras Soudronic  
Norma 0811, agosto 1994

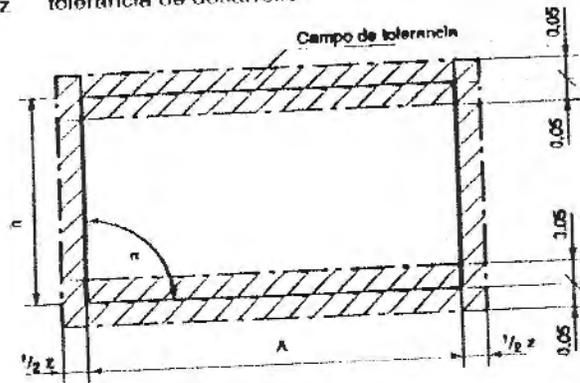
### Cálculo

$$\Lambda = [(d + s) \pi] + \bar{U}$$

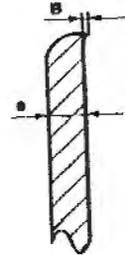
$\Lambda$	desarrollo de la chapa	
$d$	diámetro interior del cuerpo	redondeado a dos decimales
$s$	espesor de la chapa	
$\pi$	3,1416	
$\bar{U}$	suplemento de solapado	0,4 mm

### Tolerancia de corte

$B$	rebabas de corte	máx. $0,15 \times$ espesor de chapa $s$
$h$	altura del cuerpo	$\pm 0,1$ mm
$\alpha$	$90^\circ$	Error angular admisible sólo dentro del campo de tolerancia.
$z$	tolerancia de desarrollo	



### Rebabas de corte



### Tolerancia de desarrollo en función de d o A

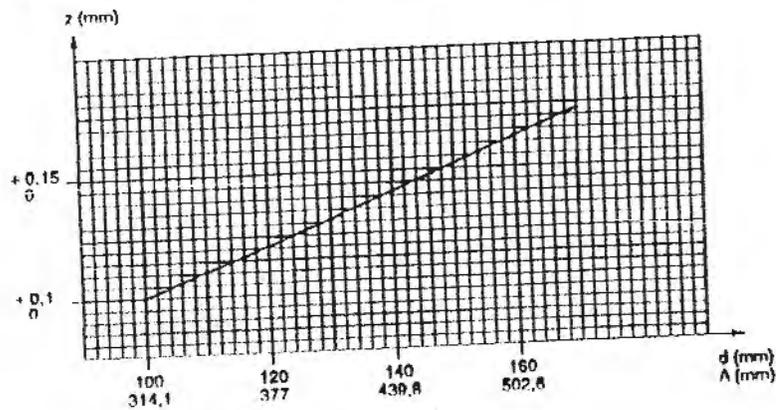


Fig. 12 Corte de chap

## APENDICE C

### Funciones de los Componentes

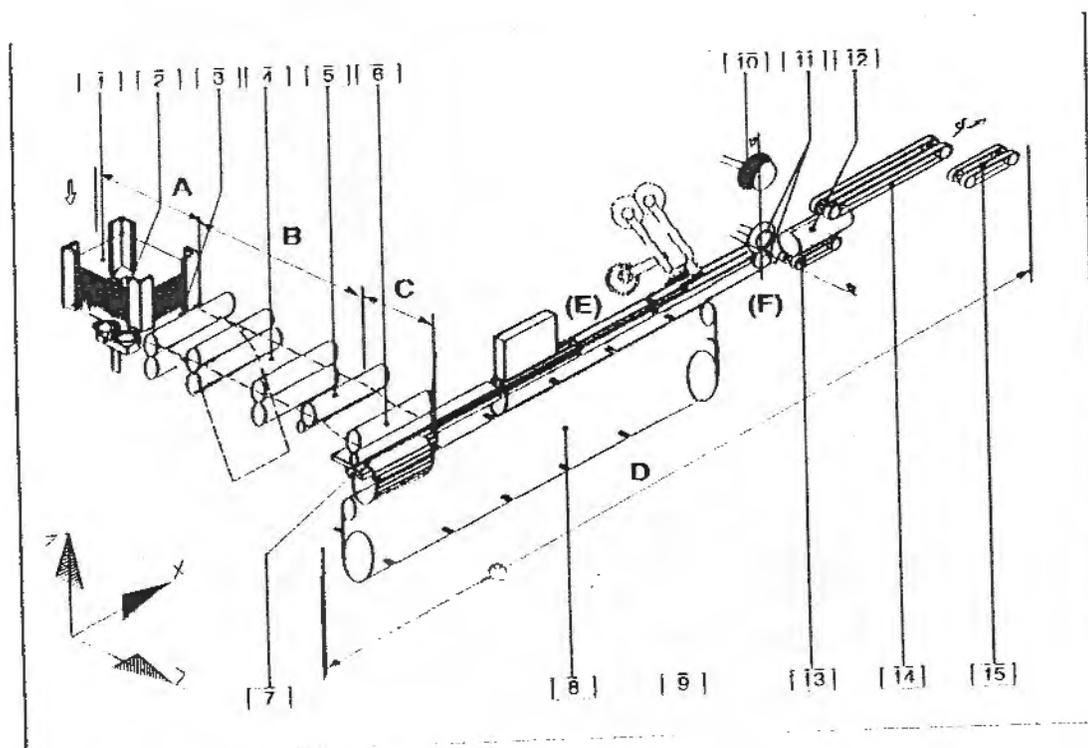


Fig. 14 Desarrollo de las funciones

#### A Desapilador

- [ 1 ] Depósito (depósito de chapas)
- [ 2 ] Unidad de ventosas y unidad de introducción

#### B Transportador de chapas

- [ 3 ] Sensor para hoja doble
- [ 4 ] Desvío de hojas dobles

#### C Curvadora

- [ 5 ] Flexionador
- [ 6 ] Curvadora
- [ 7 ] Herramienta de curvado

#### D Transportador de cuerpos

- [ 8 ] Transportador 1 (cadenas)
- [ 9 ] Transportador 3 (trinqueles)
- [ 10 ] Accionamiento del alambre
- [ 11 ] Roldanas de soldadura
- [ 12 ] Cuerpo de chapa
- [ 13 ] Transportador 4 (cinta de salida)
- [ 14 ] Transportador OHC
- [ 15 ] Transportador de apoyo SC (opción)

- (E) Brazo inferior con sistema de carriles (no representada, ver 2.5.5.1)

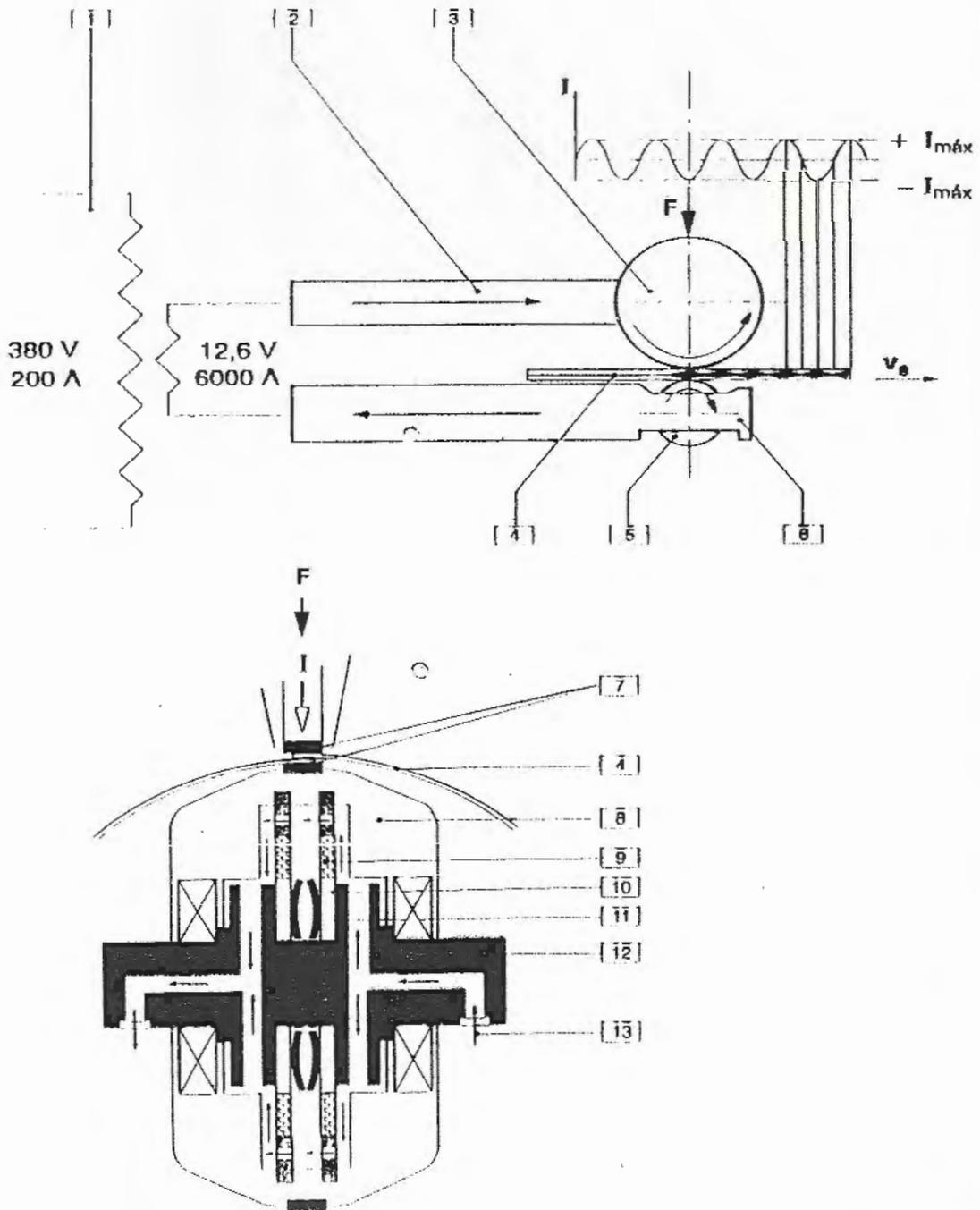
- (F) Herramienta de calibrado (no se enseña aquí, véase 2.5.6)

# APENDICE D

## Soldadura por Resistencia



POLITECNICA DEL LITORAL  
BIBLIOTECA GONZALO ZEVALLO  
F.I.M.C.P.



## APENDICE E

### Geometría de la Soldadura

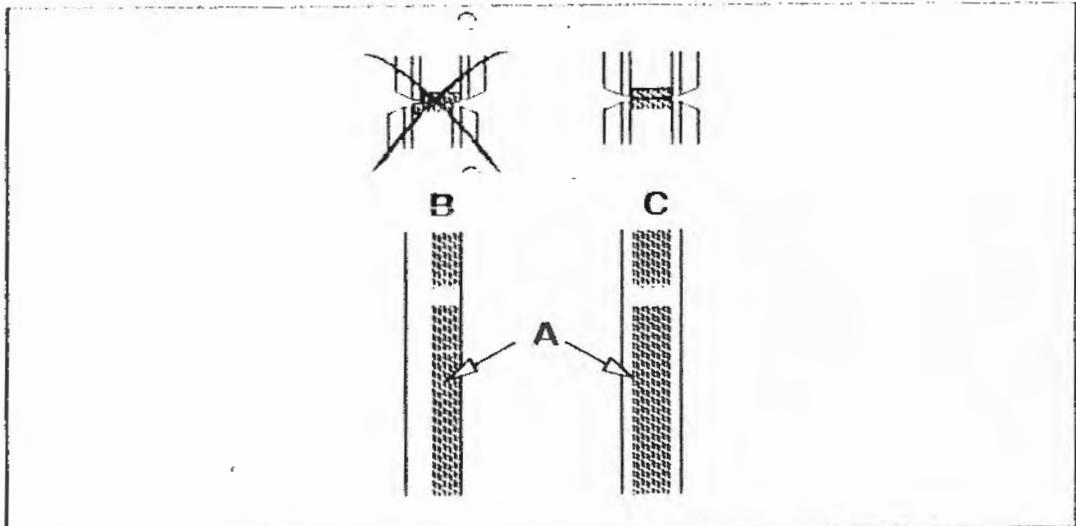


Fig. 248 Superposición de las soldaduras de soldadura

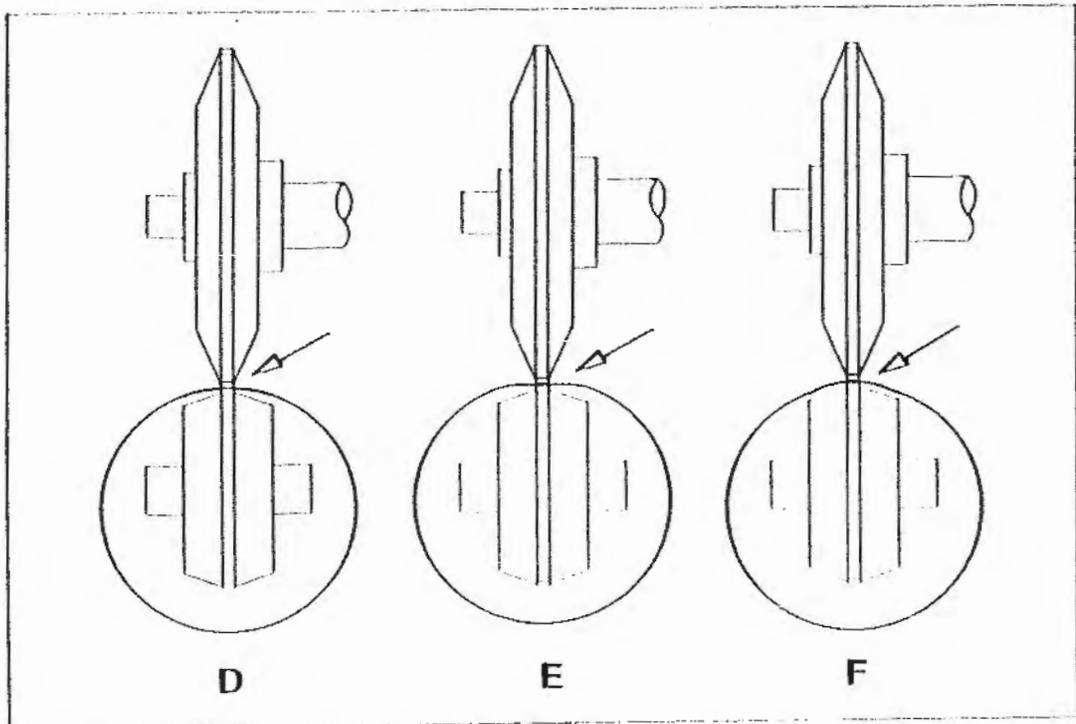
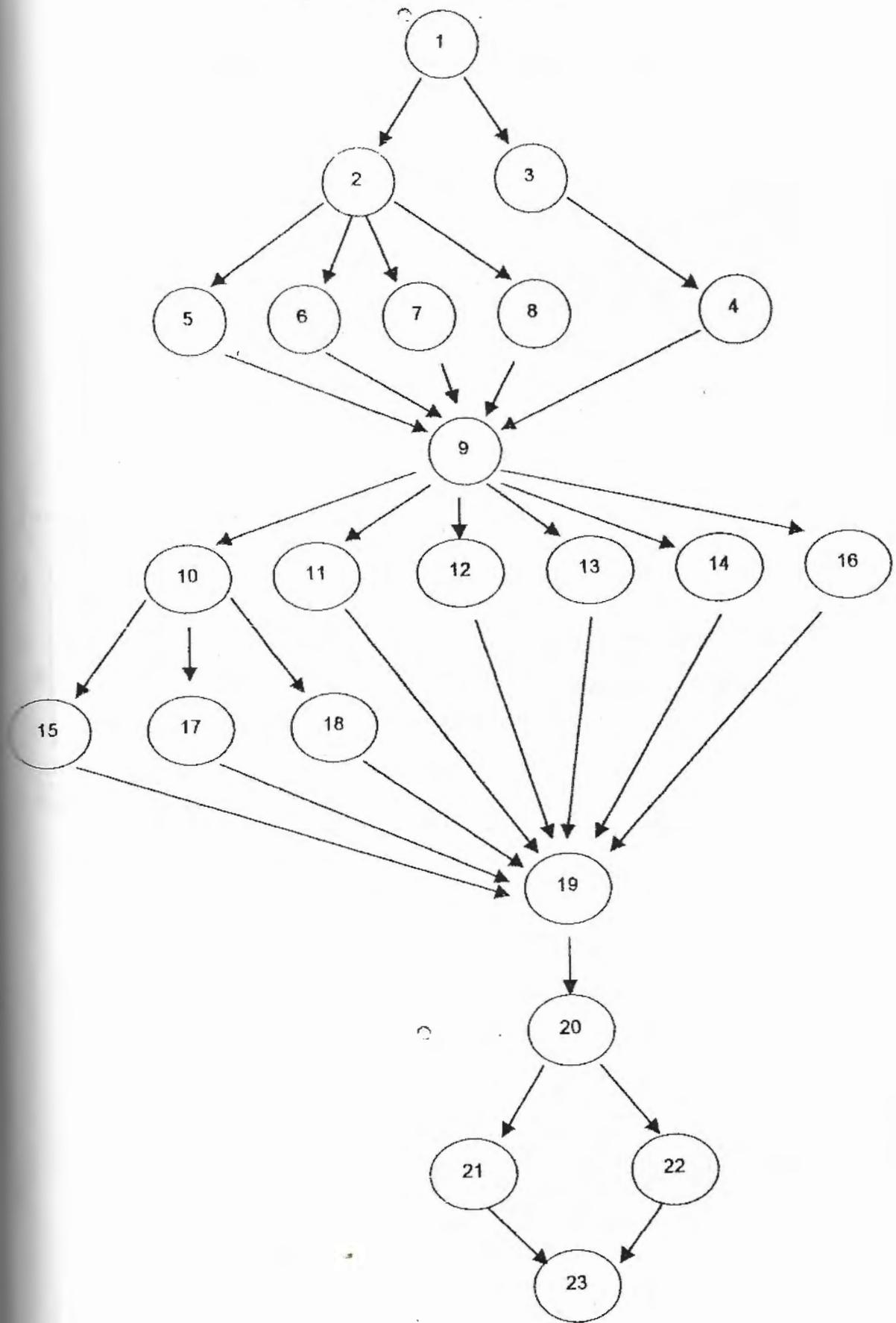


Fig. 249 Altura de la herramienta de calibrado

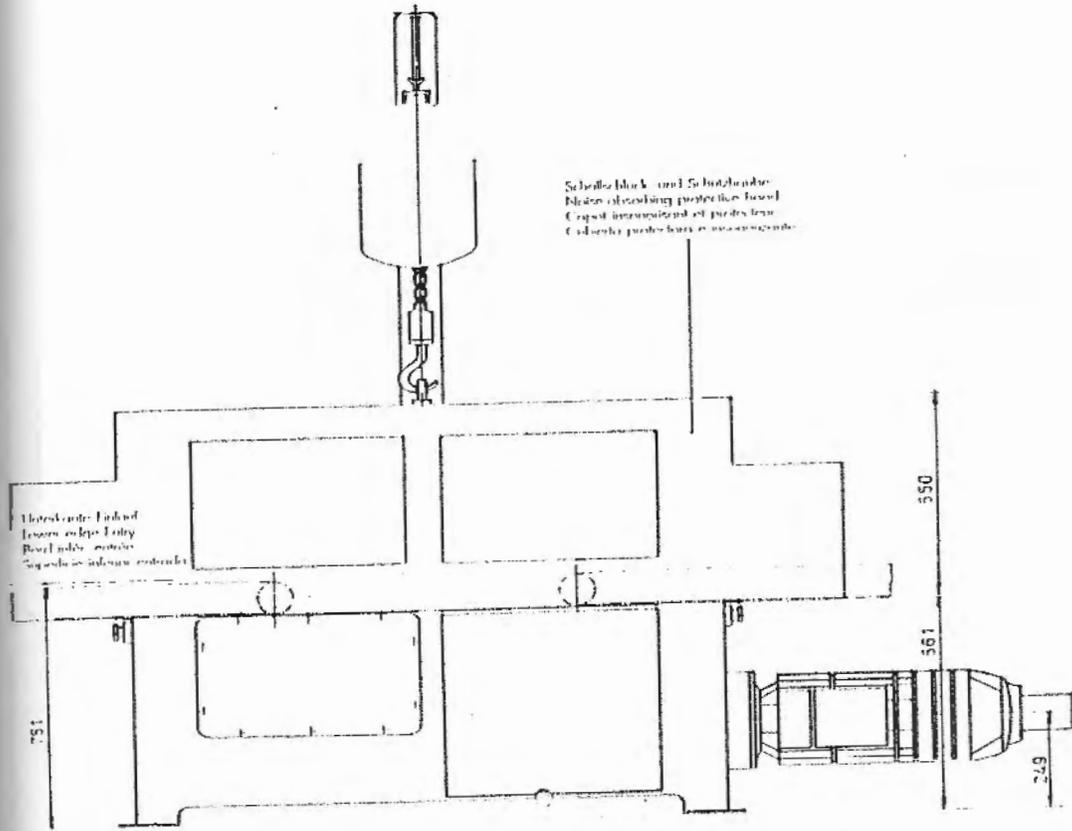
# APENDICE F

## Diagrama Pert del Montaje



# APENDICE G

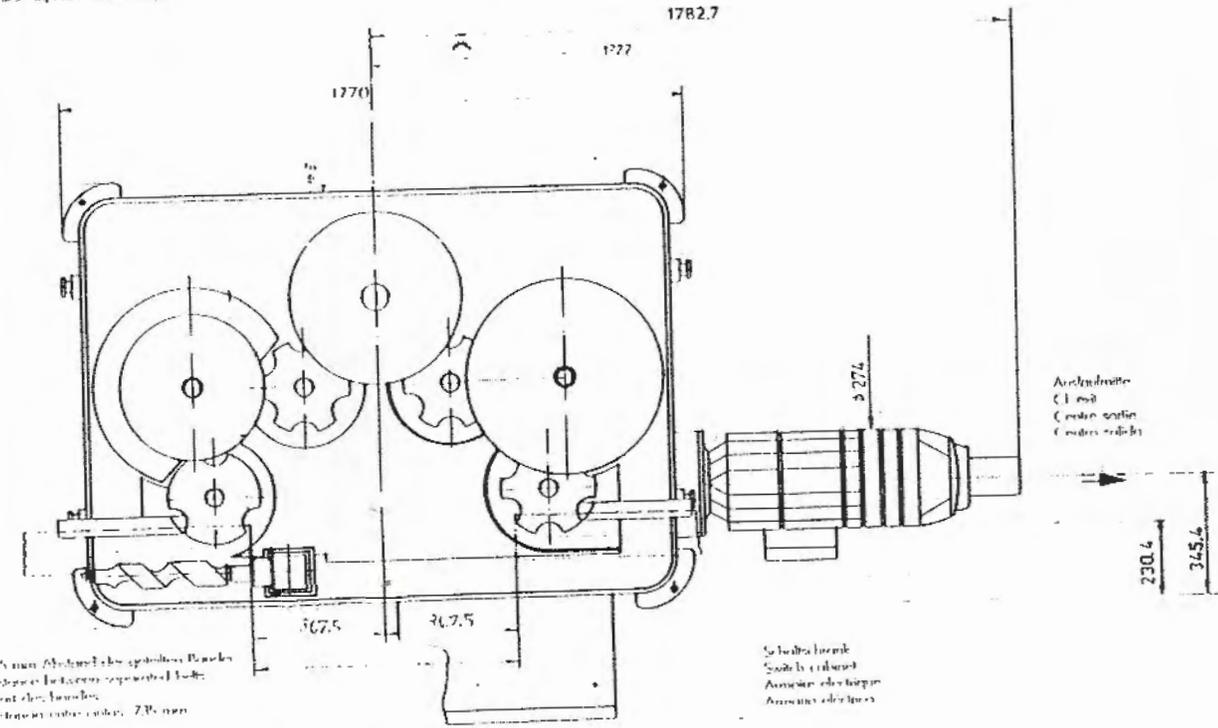
## Multimodular de Tres Estaciones



Motor con Enchufe  
 Insertar en la Enchufe  
 Revolvere motor  
 Copiar en idioma castellano

Schaltblock und Schutzblech  
 Block connecting protection board  
 Copiar instrumental of protection  
 Castellano protection instrumental

Clasificación de protección  
 Top edge protection belt  
 Band safety instrument  
 Copiar en idioma castellano



275 mm (Medida de los ejes de los Planos)  
 Distance between sequential belts  
 For cast steel bearings  
 Distancias entre ejes: 275 mm

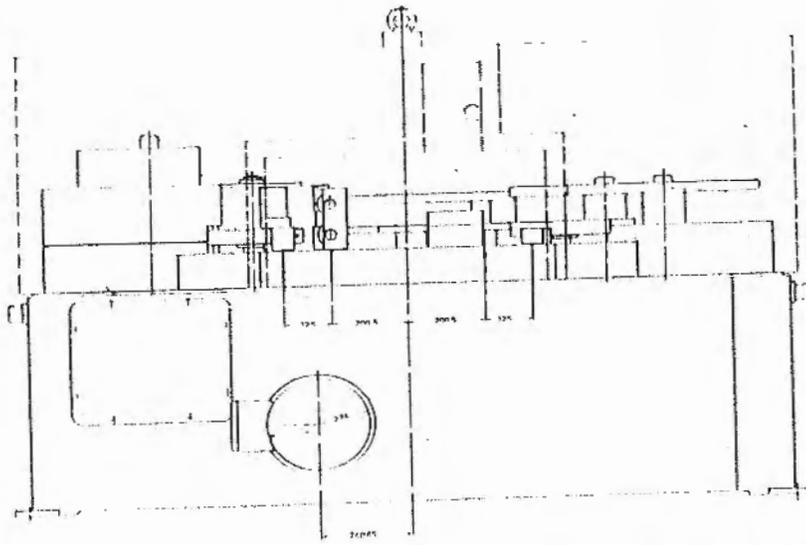
Protección de la parte superior  
 Top view of safety protection board  
 Vista de la parte superior instrumental  
 Vista en planta del instrumental

Schaltblock  
 Switch circuit board  
 Armario eléctrico

Arreglo motor  
 CI motor  
 Center station  
 Center table

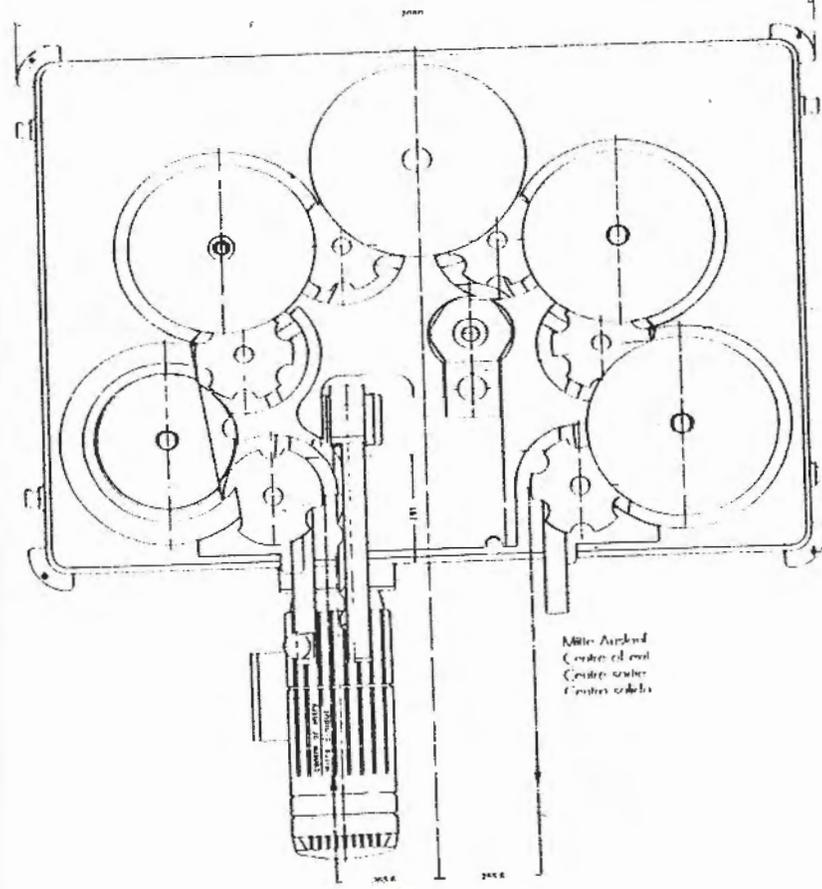
# APENDICE H

## Multimodular de Cinco Estaciones



STATION HEAD AND PROTECTION HEAD  
 Mises en station et protection head  
 Capot d'installation et protection  
 Cabeza de protección e instalación

AUTOMATIC FOR THE ESTABLISHMENT  
 Réseau des mail local  
 Équipement pour automatisation des locaux  
 Equipo para automatización de locales



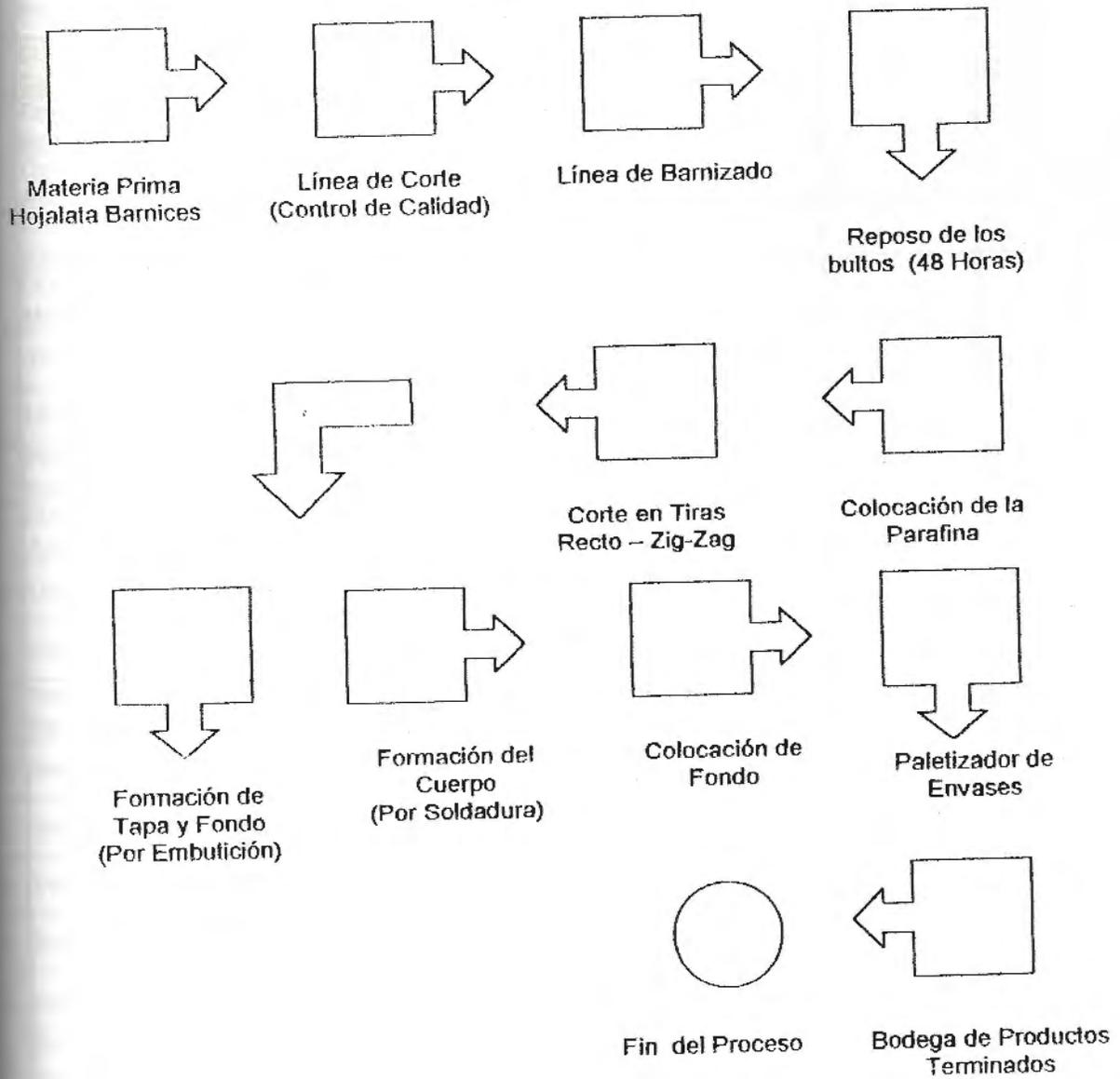
DECELERATION  
 End magazine  
 Puits de distribution des locaux  
 Recepción de tarjetas

Motor control  
 Centre of mail  
 Centre station  
 Centre control

Control cabinet  
 Armoire électrique  
 Armario eléctrico

# APENDICE I

## Diagrama de Flujo de Materia Prima



## APENDICE J

Task Name	Duration	Predecessors		
Diseño de Línea	1 DAY			
Diseño de Equipos y Requerimientos	2 DAYS	1		
Selección de Equipos a Comprarse	2 DAYS	1		
Compra e Importación de Equipos Seleccionados	10 DAYS	2		
Construcción del Elevador Magnético de Envases	10 DAYS	2		
Construcción del Transportador y Acumulador de Envases	20 DAYS	2		
Construcción del Paletizador de Envases	20 DAYS	2		
Ubicación Física, Despeje de Materiales	1 DAY	2		
Planeación del Montaje	1 DAY	4,5,6,7,8		
Ubicación de la Línea FBB 630	1 DAY	9		
Instalación del Elevador Magnético de Envases	2 DAYS	9		
Instalación del Transportador y Acumulador de Envases	5 DAYS	9		
Ubicación de la Línea CAN - O - MAT	1 DAY	9		
Instalación del Elevador de Cinta	1 DAY	9		
Instalación del Sistema de Refrigeración por Agua Temperada	1 DAY	10		
Instalación del Paletizador de Envases	5 DAYS	9		
Instalación de Tuberías de Aire y Gas	2 DAYS	10		
Instalación de Tuberías de Agua	2 DAYS	10		
Instalación del Sistema Eléctrico	2 DAYS	12,13,14,15,16,17,18		
Instalación del Sistema de Control	3 DAYS	19		
Prueba e Instalación de Sistemas y Equipos	4 DAYS	20		
Adiestramiento de Personal	4 DAYS	20		
Reubicación de Líneas de Seguridad y Trabajo	1 DAY	21,22		