



621.3
I 70
P. 2.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Diseño y Desarrollo del Sistema de Reembutición en Láminas
Metálicas para Envases de Alimentos”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

Felipe Javier Izurieta Salgado



GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2002

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su presencia.

A mi familia por el apoyo incondicional y confianza.

A mi esposa por su comprensión y ayuda.


Al Ing. Ernesto Martinez, mi Director de Tesis, por compartir conmigo sus conocimientos.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Ernesto Martinez L.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Manuel Helguero G.
VOCAL

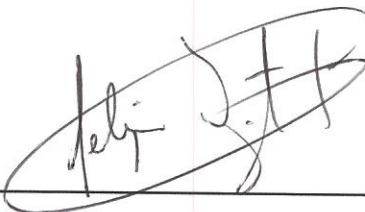


Ing. Omar Serrano V.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Felipe Javier Izurieta Salgado



RESUMEN

Este trabajo de tesis esta dirigido a describir un proceso que se realizó en la Empresa Envases del Litoral S.A. , en el año 2000, que consiste en la implementación del sistema de reembutición en la fabricación de envases para alimentos.

La empresa venía utilizando el sistema tradicional de embutición en una operación con hojalata de baja dureza y mediano espesor. Los mayores problemas se debían a rayaduras y defectos en el fondo del envase. Estos problemas se tornaron mayores a medida que los procesos tecnológicos conserveros fueron siendo más exigentes. Por lo tanto, luego de analizar las diferentes etapas del proceso, se definió la necesidad de cambiar el tipo de lámina metálica usada en la fabricación y como consecuencia el cambio en el proceso de fabricación, por la reembutición.

El objetivo de este estudio es el diseño general del proceso de reembutición, descripción de los cambios en la materia prima, descripción de los cambios de los troqueles, cambios en la maquinaria utilizada,

presentación del programa de actividades del proyecto de implementación y detalle de los beneficios económicos derivados de esta implementación.

Para obtener un envase de óptimas características se definió el tipo de lámina metálica a utilizar en el envase 307x110.5 (que indica diámetro interior 83 mm y altura 42mm del envase), se procedió a definir el tipo de maquinaria para la reembutición, se dimensionó el preproducto de la primera operación, se definió la forma y dimensiones de las herramientas para los troqueles; de tal manera que se pudo definir la factibilidad y beneficios del proyecto, para ponerlo en marcha.

Una vez finalizado el proyecto se espera que el envase tenga las características y calidad suficiente exigida por nuestros clientes, además de demostrar un ahorro que justifique la inversión.

Además se indicarán las recomendaciones para Envases del Litoral S.A., así como para sus clientes en lo relacionado a la manipulación del nuevo tipo de envase.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	.III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA... ..	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.. ..	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE PLANOS.....	XIII
INTRODUCCIÓNI
CAPITULO 1	
1. PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES EMBUTIDOS.. ..	.3
1.1. Análisis de los Materiales y Recubrimientos en el envase11
1.2. Descripción del Proceso de Embutición Simple.. ..	36
1.2.1. Primera Operación de Embutición Simple	36
1.2.2. Segunda Operación de Recortador de Anillo.. ..	.44
1.3. Problemas Existentes en el Proceso	46

CAPITULO 2

2. DISEÑO DEL PROCESO DE REEMBUTICIÓN..	.61
2.1. Descripción General del Proceso de Reembutición..	.61
2.2. Modificación en Características de la Lámina77
2.3. Diseño y Cálculo Dimensional de la Copa..	.83
2.4. Diseño de Forma de los Troqueles..	.92
2.5. Modificación de la Forma en Fondo del Envase..	.109

CAPITULO 3

3. IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE REEMBUTICIÓN..	113
3.1. Planeación de las Actividades del Proyecto.....	113
3.2. Modificación en Primera Operación de Embutición..	8
3.3. Implementación en Segunda Operación de Reembutición122
3.4. Modificación en Tercera Operación de Recortador de Anillo	128
3.5. Pruebas Comparativas del Producto132
3.5.1. Resistencia a la Presión Interna132
3.5.2. Resistencia del Panel Central134

CAPITULO 4

4. ANALISIS DE RESULTADOS..	.138
4.1. Ventajas del Proceso de Reembutición..	.138
4.2. Análisis Beneficio - Costo de la Inversión..	.140

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 150

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA



ABREVIATURAS

etc	Etcétera
ETP	Lámina de acero estañado
gf	Gramos fuerza
g/m ²	Gramos por metro cuadrado
gpm	Golpes por minuto
HR	Dureza Rockwell
kg	Kilogramos
kN	Kilonewtons
kW	Kilowatt
mm	Milímetros
mm ²	Milímetro cuadrado
N	Newton s
N/m ²	Newton s por metro cuadrado
Pa	Pascal
pulg Hg	Pulgadas de mercurio
rpm	Revoluciones por minuto
TFS	Lamina metálica libre de estaño
UTS	Esfuerzo último a la tensión

SIMBOLOGÍA

β	Relación de reducción
τ_{aB}	Esfuerzo cortante
β_{max}	Relación de reducción máxima según material
$^{\circ}C$	Grado centígrado
B	Beneficios
BA	Recocido por lote
C	Carbono
CA	Recocido continuo
co	costos
Cr	Cromo
Cu	Cobre
d	Diámetro interior definitivo de la copa
D	Tipo de acero desoxidado con aluminio
d_1	Distancia entre los centros de los radios del fondo del envase
d_3	Diámetro de la pestaña de la copa
D_c	Diámetro de corte
d_c	Diámetro de la copa
D_{cc}	Diámetro de corte calculado
De	Desbeneficios
d_f	Diámetro final del envase
d_N	Diámetro del envase 307 x 110.5 incluyendo la pestaña
DR	Doblemente reducido al frío
F_1	Fuerza requerida por la Prensa Minster 6
F_2	Fuerza total requerida por la prensa de 1" operación
F_c	Fuerza necesaria para el corte del disco
F_{N1}	Fuerza del prensa chapas
F_{N2}	Fuerza necesaria para compensar la presión de los cojines de hidrógeno sobre el prensa chapas
F_{z1}	Fuerza de reembutición
F_{z2}	Fuerza de embutición de la copa
h	Altura de la copa definitiva o total
h'	Distancia del disco por deformarse

h''	Distancia del disco deformada
h_c	Altura de la copa
k	Factor del material
L	Tipo de acero con bajo porcentaje de elementos residuales
Mn	Manganeso
Mo	Molibdeno
MR	Tipo de acero con buena resistencia a la corrosión
Ni	Níquel
P	Fósforo
P	Presión del cojín
r	Radio ideal del pilón o fondo de copa
Rm	Resistencia última a la tensión
r_f	Radio ideal del punzón
S	Azufre
s	Espesor de la lámina
Si	Silicio
SR	Simplemente reducido al frío
S_T	Área transversal
w	Holgura entre el pilón y el punzón

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pag.
Figura 1.1	Diagrama Morfológico del Proceso de Fabricación de Envases Embutidos..	.4
Figura 1.2	Esquema de la composición de la hojalata, ETP..	.12
Figura 1.3	Esquema de la Relación entre las Dimensiones Originales y Finales en la Embutición..	.39
Figura 1.4	Gráfico de Desperdicio Porcentual de Hojalata contra Consumo Mensual en Año 1999..	.48
Figura 1.5	Gráfico de Desperdicio Identificado en Línea de Embutición ..	.53
Figura 1.6	Gráfico de Tipos de Desperdicio Identificado en Prensa de 1 ^{ra} Operación ..	.56
Figura 2.1	Línea de Embutición en 2 Operaciones..	.63
Figura 2.2	Disposición Actual de la Línea de Embutición Simple ..	.64
Figura 2.3	Tira para Envases Embutidos 307 x 110.5 ..	.65
Figura 2.4	Diagrama de Fuerzas en el Proceso de Embutición ..	.68
Figura 2.5	Prensa Minster 6, Reembutación..	.70
Figura 2.6	Disposición de Línea de Reembutación..	.72
Figura 2.7	Alimentador de Láminas en Prensa de 1 ^{ra} Operación...	.73
Figura 2.8	Alimentación de Lámina al Troquel de 1 ^{ra} Operación...	.74
Figura 2.9	Troquel Recortador de Anillo ..	.75
Figura 2.10	Prensa para Recortar Anillos..	.76
Figura 2.11	Esquema de la Composición de la Lámina Cromada (TFS)..	.78
Figura 2.12	Envase Litografiado..	.82
Figura 2.13	Envase con Pestaña fabricado en una Operación..	.84
Figura 2.14	Esquema de Embutición de Copa en 1 ^{ra} Operación ..	.86
Figura 2.15	Copa del Proceso de 3 Operaciones..	.89
Figura 2.16	Esquema de Entrada de Tira a Troquel de Embutición Sencilla..	.94
Figura 2.17	Esquema de Embutición y Estampado en una Operación..	.95

Figura 2.18	Esquema de Entrada de Tira a Troquel de Copa	97
Figura 2.19	Esquema de Corte de Material en Troquel de Copa.....	99
Figura 2.20	Esquema de Embutición de Copa	101
Figura 2.21	Esquema de Subida del Producto en Punzón del Troquel de Copa.....	102
Figura 2.22	Esquema de Expulsión de Producto en Troquel de Copa.....	103
Figura 2.23	Esquema de Centrado de Copa en Troquel de Reembutación.....	104
Figura 2.24	Esquema de Embutición de Copa en Troquel de Reembutación.....	106
Figura 2.25	Esquema de Estampado de Envase al final de Carrera de Troquel de Reembutación.....	107
Figura 2.26	Preproductos y Productos en las Tres Etapas de la Reembutación.....	108
Figura 2.27	Vista Interior de los 2 Tipos de Fondos de Envases 307 x 110.5.....	110
Figura 2.28	Vista Inferior de los 2 Tipos de Fondos de Envases 307 x 110.5.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

		Pag.
Tabla 1	Composición Química de los Aceros Tipo D, L y MR...	15
Tabla 2	Designación de Dureza para Hojalata: Simple Reducción.....	20
Tabla 3	Designación de Dureza para Hojalata: Doble Reducción.....	21
Tabla 4	Recubrimiento de Estaño: Superficies Iguales..	23
Tabla 5	Recubrimiento de Estaño: Superficies Diferentes.....	24
Tabla 6	Aplicaciones Típicas de los Barnices..	31
Tabla 7	Características del Proceso de Fabricación del Envase 307 x 110.5 en Sistema Simple Embutición.....	35
Tabla 8	Desperdicio de Hojalata en Fabricación de Envases 307x110.5 en el Año 1999.....	47
Tabla 9	Desperdicio de Hojalata en Diferentes Etapas del Proceso de Fabricación para Envases 307 x 110.5..	50
Tabla 10	Porcentaje de Desperdicio Identificado en Línea de Embutición.....	52
Tabla 11	Porcentaje en Tipos de Desperdicio en Prensa de 1 ^{ra} Operación.....	55
Tabla 12	Cronograma de Actividades del Proyecto	116
Tabla 13	Cronograma de implementación en Línea Cerlei 1 a 3 Operaciones.....	117
Tabla 14	Características de la Prensa de 1 ^{ra} Operación..	119
Tabla 15	Lista de Piezas de Troquel de 1 ^{ra} Operación..	121
Tabla 16	Costos Generales de la 1 ^{ra} Operación..	122
Tabla 17	Características de la Prensa de 2 ^{da} Operación..	124
Tabla 18	Lista de Piezas de Troquel de 2 ^{da} Operación..	126
Tabla 19	Lista de Elementos de Prensa Minster 6 (Reembutición).....	127
Tabla 20	Costos Generales de la 2 ^{da} Operación..	128
Tabla 21	Características de la Prensa de 3 ^{ra} Operación..	130
Tabla 22	Lista de Piezas de Troquel Recortador de Anillos..	131
Tabla 23	Costos Generales de la 3 ^{ra} Operación..	132

Tabla 24	Comparación de Resistencia a la Presión Interna del Envase.....	.134
Tabla 25	Comparación de Resistencia del Panel Central del Envase.....	.136
Tabla 26	Ventas Históricas de Envase 307 x 110.5.	141
Tabla 27	Programación de Recursos.....	.144
Tabla 28	Características del Proceso de Fabricación del Envase 307 x 110.5 en Reembutición	147
Tabla 29	Tabla Comparativa del Costo del Envase en los 2 Sistemas	148
Tabla 30	Ahorro por Consumo de Hojalata para una Línea de Producción	146

ÍNDICE DE PLANOS

Apéndice A	Envase Embutido 307x110.5, Estilo de Fondo AI
Apéndice C	Disposición de Prensas en Líneas Cerlei 1
Apéndice D	Distribución de Cimentación en Línea Cerlei 1
Apéndice E	Copa, Envase Embutido 301, Primera Operación
Apéndice F	Envase Embutido 307x110.5. Estilo de Fondo BI
Apéndice G	Especificación de Envase Embutido 307x110.5 Doble



INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de implementación y diseño se realizó en la empresa Envases del Litoral S.A., la cual se dedica a la fabricación de envases sanitarios de hojalata, utilizados en la Industria Conserveras, para la conservación de productos del mar, legumbres frutas etc. Y envases de consumo Industrial como son pinturas solventes, aceites y grasas etc.

Dentro de los productos que fabrican se tiene una variedad de aproximadamente 20 tipos diferentes de envases de consumo Sanitario y consumo Industrial. Para efecto de este trabajo se ha tomado en consideración uno de los envases de mayor consumo en el mercado, que es el envase para la conservación del Atún denominado específicamente 307x110.5 (que indica diámetro interiores 83 mm y altura 42 mm del envase), que se lo fabrica actualmente con el sistema de simple embutición, en dos operaciones, utilizando hojalata de espesor 0,19 mm y dureza T3. Este envase ha tenido en los últimos años un aumento en la demanda del mercado, originado por el alto consumo nacional e internacional, y que según las proyecciones del mercado este no decaerá.

Por la gran demanda del mercado, las Compañías que se dedican a la fabricación de este envase han entablado una dura competencia, por captar

el mayor porcentaje del mercado, para lo cual Envases del Litoral S.A. ha tomado acciones muy decisivas que permiten disminuir los costos de fabricación y poder competir con los precios; estas acciones van dirigidas directamente al proceso de fabricación y a la materia prima. El estudio se centró en el consumo de hojalata, para lo cual se analizó todo el proceso de fabricación en las diferentes etapas y se determinó que el mayor porcentaje de desperdicio se origina en la prensa de primera operación.

En esta etapa del proceso se me incluyo como responsable del seguimiento y control del proyecto que tuvo como solución el cambio del sistema actual por el sistema de reembutición en tres operaciones, utilizando hojalata de espesor 0.17mm y dureza DR9, ya que por medio de este sistema se determinó que se tendrá un ahorro considerable por el consumo de hojalata y por consiguiente mejorar tecnológicamente la calidad del envase, el cual podrá soportar cualquier exigencia de procesos en la Industria Conservera.

CAPÍTULO 1

1. PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES EMBUTIDOS

Uno de los aspectos mas importantes relacionados con la fabricación de envases embutidos sanitarios es que su finalidad es utilizarse especialmente para procesar alimentos y conservar los mismos. El diseño del envase se realiza según el tipo de producto que contiene y las propiedades químicas del mismo.

A continuación se presentará un sencillo diagrama morfológico del proceso de fabricación de envases embutidos e dos piezas en la figura 1 .1. En esta figura se indican los principales procesos y los resultados o preproductos respectivos de cada operación.



FIGURA 1.1. DIAGRAMA MORFOLÓGICO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES EMBUTIDOS

A continuación se describirá brevemente, con sus generalidades, las etapas del proceso de fabricación de un envase embutido en general.

Línea de Corte Prescroll

En el proceso de fabricación del envase de hojalata, tenemos que este inicia con la hojalata cortada en láminas de acuerdo a la medida deseada. La hojalata llega importada , ya sea en paquetes de bultos ya cortados, que no es nuestro caso, y en bobinas como es hoy día. Estas bobinas de aproximadamente 1 00 x 1 0³ N., y de diferente ancho y largo son alimentadas a la línea de corte y pasan por el siguiente proceso:

- *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 montacargas, luego del cual, el operador acciona al volteador para que este la ubique en posición horizontal y que sea llevado por medio de un carro hidráulico transportador al mandril.
- *Mandril.*- La bobina ingresa a un pin de expansión que toma a la bobina (de forma redonda) por el centro, se expande y aprieta a ésta dejándola firme, luego de lo cual el operador acciona al mandril para que este gire e ingrese la hojalata hacia el enderezador.

- **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.
- ***Inspección Visual.-*** En esta sección la hojalata avanza en forma continua por un sistema de detectores de defectos superficiales (espejos), el cual permite observar visualmente cualquier defecto que esta trae, ya sea en forma de manchas, óxido, rayaduras, etc. Esta unidad consta de 2 espejos para observar la lámina por la parte superior e inferior.
- ***Prensa (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 Prescroll , 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 de otros tipos de envases, en los que se ubican los envases embutidos. Cabe acotar que se tiene troqueles para cortar láminas en forma Scroll, para cada tipo de envase a fabricar de acuerdo a la medida del mismo.

- *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.

Barnizado

Las láminas cortadas son transportadas a la línea de barnizado, previo a un sistema de quemado directo por llama "Antiflecking", que sirve para quemar impurezas y residuos de aceites lubricantes que tienen las láminas, para posteriormente aplicarle una capa de barniz interior y una capa de barniz exterior sobre una superficie libre y limpia.

El barnizado consiste en aplicar una pequeña capa de resina disuelta en solvente, con una densidad superficial en el exterior de 6 g/m^2 de un barniz cuya resina es base poliéster, y debe ser secada a una temperatura de $210 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 10 minutos, después de esto se aplica la capa de barniz interior, que es a base de resina Epoxi Fenólico con pigmentos de aluminio, y que se aplica en capas de $8 -10 \text{ g/m}^2$ 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 polimericen.

Parafinado

Las láminas antes de ser cortadas se les aplica una fina capa de lubricante como parafina, que es necesario para evitar rasgaduras o roturas de envase en la operación de embutición, pues le permite estirarse y sirve como medio de enfriamiento al mismo tiempo.

Cizalla Rescrol

Los bultos que contienen las láminas barnizadas son trasladadas a una línea, donde es parafinado el producto y luego cortada cada lámina en tiras, de acuerdo al depósito del alimentador de las prensas y al arreglo geométrico de los troqueles que funcionan en la prensa de primera operación.

Cabe mencionar que el corte **rescrol** 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 descuadre de las tiras cortadas.

Embutición Simple (Primera Operación)

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 del envase, operación que comprende 3 etapas que se realizan en aproximadamente 100 veces por minuto: corte, embutido y estampado.

De esta operación sale un envase con la altura final que debe tener, y únicamente requiere pasar a una segunda máquina para cortar la pestaña o anillo al diámetro requerido para el cierre con la tapa, es por eso que en esta operación se toma muestras para verificar lo siguiente:

- Calidad de embutido, no debe haber rayaduras.
- Altura del envase (debe ser la final con su respectiva tolerancia)
- Estampado en el que se debe observar la existencia de fisuras o cualquier otro defecto visual.

Recortador de Anillo (Segunda Operación)

En esta operación el envase es trasladado automáticamente por un transportador de banda a una segunda prensa, la que mediante un troquel se hace el corte del anillo para eliminar el exceso de pestaña, y obtener una uniformidad concéntrica en el diámetro.

Tester (Comprobador)

Esta operación consiste en el paso de los envase por una máquina de varios bolsillos donde cada envase es probado automáticamente, con una presión de aire de aproximadamente 96×10^3 Pa. De existir envase con defectos que podrían hacer pequeñísimos orificios, rasgaduras, fisura en el fondo, paredes, pestañas incompletas, etc., el probador lo rechaza automáticamente en esta operación, es necesario tomar muestras cada hora para probar resistencia interna de los envases y la cantidad de vacío que resistiría al ser utilizados como revisiones complementarias.

Paletizado

Luego del probador mediante cable transportador los envases son trasladados hasta máquinas especiales, que se llaman paletizadores, donde se hace un embalaje que contiene 6.299 unidades, este palets es forrado ya sea con láminas plásticas o con planchas de cartón, para ser almacenadas en la bodega de productos terminados, para luego ser despachados a los clientes.

1.1. Análisis de los Materiales y Recubrimientos en el Envase

En vista de la importancia de la materia prima sobre el diseño del producto y proceso, se revisará los principales elementos que componen el producto que se estudia en este proyecto.

Lámina de Acero (ETP)

Por largos años quizás desde los inicios de la conservería de alimentos, a inicios de los años 1800, las láminas de acero estañado ETP, comúnmente conocida como “hojalata” ha sido utilizada para la fabricación de los envases sanitarios.

La hojalata nos es mas que una lámina de acero base muy refinado recubierto de una fina película de estaño, óxidos y una capa de lubricante como protección (figura 1.2)

Las ventajas ofrecidas por los envases fabricados con hojalata son casi insuperables. La protección que brinda la película de estaño interna a los alimentos del contacto con el acero base, la conservación del color y sabor de ciertos productos, la protección externa del envase al medio ambiente se pueden contar entre otras..



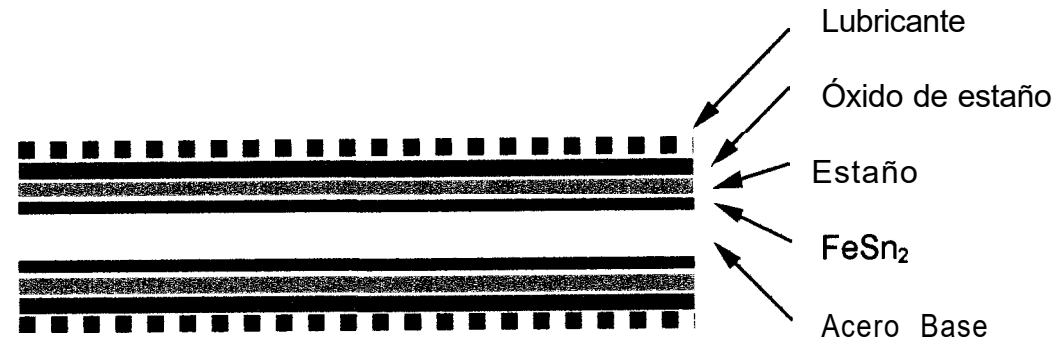


FIGURA 1.2. ESQUEMA DE LA COMPOSICIÓN DE LA HOJALATA, ETP (8)

Hasta hace pocos años atrás esta película alta de estaño de la hojalata ha sido reducida paulatinamente y reemplazada por barnices especiales muy resistentes al proceso conservero y al medio ambiente, a parte de proveer un aspecto estético mas apreciado. La hojalata actual posee una mínima película de estaño.

A continuación se describirá las principales características de la lámina de acero usada en el proceso actual y las designaciones para la selección de la misma.

Tipos de Acero

El 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 (batch); por su composición química, los aceros utilizados en la fabricación de la hojalata se clasifican en:

- *Acero Tipo D.*- Es un acero (desoxidado) con aluminio, se utiliza para la fabricación de domos, fondos de aerosol y envases embutidos profundos (8).
- *Acero Tipo L.*- Es un acero que contiene un bajo porcentaje de elementos residuales como : Cr, Ni, Mo y otros; es usado para

obtener mejores resultados en el envasado de productos alimenticios, por su elevada resistencia a la corrosión (8).

- Acero Tipo MR.- Es muy similar al tipo L, excepto en el contenido de elementos residuales, tiene buena resistencia a la corrosión interna y es el de mayor uso en la industria de envases por su versatilidad (8).

En la tabla 1 se indicarán los porcentajes promedio de los diferentes elementos que componen los aceros mencionados anteriormente como dato adicional de referencia. En lo que se refiere a los porcentajes de los diferentes elementos químicos se tiene una diferencia muy notoria, dependiendo de la procedencia de la hojalata, en general en la Empresa Envases del Litoral se consumen hojalatas de diferentes procedencia, como Brasil, Alemania, Japón, etc., más por razones comerciales que técnicas.

Recocido (Annealing)

En el proceso de fabricación de la hojalata existe otro parámetro muy importante para el uso o aplicación de la misma en los procesos y aplicaciones de la industria conservera, este proceso es el recocido.

TABLA 1

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ACEROS TIPO D, L Y MR (8)

Tipo de Acero	% Elementos Químicos									
	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	Otros
Tipo D	0.120	0.600	0.020	0.050	0.020	0.200				
Tipo L	0.130	0.600	0.015	0.050	0.010	0.060	0.040	0.060	0.050	0.020
Tipo MR	0.130	0.600	0.020	0.050	0.010	0.200				

Los efectos de un fuerte trabajo en frío del acero durante el rolado en frío, que significa no menos de 85% de reducción en el espesor, son substancialmente para incrementar su dureza y resistencia, pero en desmedro de su ductilidad. Por lo tanto el proceso de recocido tienen dos variantes conocidas que le permiten llegar a las condiciones adecuadas para su uso en la fabricación de envases: Recocido por Lotes "BA" (Batch o Box Annealing) y Recocido Continuo "CA" (Continuous Annealing). Estos términos son utilizados en la selección de la hojalata.

- *Batch Annealing* .- Este proceso fue desarrollado en los años 1930, el horno consiste en dos partes, una fija y una móvil. La masa total alimentada puede ser muy grande, pero el tiempo total de residencia en el horno puede llegar hasta 30 horas. El ciclo total puede llevar de 3 a 4 días del ciclo (8).
- *Continuous Annealing*.- Este proceso nació en los años 1940 debido al tiempo que demoraba el otro proceso de recocido. La duración promedio del ciclo total en estos momentos está alrededor de 90 segundos. En general este sistema consiste en 4 zonas: Calentamiento, secado, enfriamiento lento y enfriamiento rápido. Debido a limitantes del proceso se tiene un límite inferior

Espesor y Dureza

En cuanto al espesor preferentemente se utilizan dos tipos de lámina: La convencional o Simplemente Reducida al frío (SR), que usualmente esta en el rango de 0.18 mm 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 lámina está dado en mm, en el sistema métrico decimal y en libras por caja base en el sistema Inglés.

La doble reducción es un proceso que involucra un segundo proceso de reducción en frío luego de el recocido para incrementar la resistencia del acero bases. El efecto de la segunda reducción en frío se encuentra claramente definida en el esfuerzo ultimo a la tensión (UTS: Ultimate Tensile Strength), que para una simple reducción estará en el orden máximo de $530 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ y en el caso de lámina doblemente reducida puede llegar hasta promedios de $650 \times 10^6 \text{ N/m}^2$.

Está claro que no existe una sola única forma de medir todos los factores que contribuyen a determinar todas las características de fabricación de materiales para hojalata, pero la experiencia de muchas personas ha demostrado que el test de Rockwell 30T para

medir dureza es el más usado y disponible en el mercado, por lo tanto servirá como una guía útil para medir las propiedades mecánicas de las hojalata y sus variantes.

Para el caso de láminas de simple reducción el T50 corresponde al grado más dúctil y suave, mientras que T70 corresponde al grado de mayor resistencia y rigidez en el rango total, y presenta la menor ductilidad. En la tabla 2 se mostrará la designación de la dureza de la hojalata para láminas de simple reducción.

Para el caso de láminas doblemente reducidas se utiliza la nomenclatura DR550 para la lámina de menor grado de dureza y más bajo rango de resistencia a la tensión. Los 3 grados de dureza de hojalata doblemente reducida comercialmente usados en la actualidad se mostrará en la tabla 3.

TABLA 2
DESIGNACIÓN DE DUREZA PARA HOJALATA: SIMPLE REDUCCIÓN (8)

Clasificación de Dureza		Dureza HR:30T		UTS x 10 ⁶ N/m ²	Formabilidad	Usos típicos
Actual	Anterior	Nominal	Desviación			
T50	T1	52 Máx.		330	Embutición extra profunda	Partes embutidas, envases ovals, necking.
T52	T2	52	± 4	350	Embutición profunda	Embutidos moderado, tapas oval, envases rectangulares
T55		55	+ 4 -3	350	Propósitos generales	Anillos de pintura, dureza moderada
T57	T3	57	± 4	370	Propósitos generales	Dureza mayor, varios
T61	T4	61	± 4	415	Generales, Rigidez alta	Para cuerpo de alta resistencia y tapas corona
T65	T5	65	± 4	450	Rsistente a doblado	Para tapas con alta rigidez y cuerpos
T70	T6	70	+ 3 -4	530	Extremadamente rígido	Cerveza, bebidas carbonatadas y tapas

TABLA 3
DESIGNACIÓN PARA DUREZA DE HOJALATA: DOBLE REDUCCIÓN (8)

Clasificación de Dureza		Dureza HR 30T		UTS $\times 10^6$ N/m ²	Formabilidad	usos típicos
Actual	Anterior	Nominal	Desviación			
DR550	DR8	73	± 3	550 ± 70	Doble reducida	Envases redondos y tapas de tamaño menor
DR620	DR9	76	± 3	620 ± 70	Doble reducida	Envases redondos y tapas de tamaño mayor y
DR660	DR9M	77	± 3	660 ± 70	Doble reducida	Cerveza, bebidas carbonatadas y tapas
	DR10	80	+ 3		Doble reducida	Cuerpos y tapas que necesitan alta resistencia

Recubrimiento Metálico de Estaño (Tin Coating)

El recubrimiento de estaño, es un proceso electrolítico que se viene desarrollando por los últimos 50 años. La pureza del estaño que se utiliza es de 99.75 %. La cantidad de estaño que se aplica ha sido expresada en diversas maneras a través de los años, pero en términos de masa es la que se ha vuelto mas comercialmente usada en función del Sistema Internacional de Unidades.

Existen dos divisiones según la forma en que se deposita el estaño: Igual en los dos lados y diferentes en los dos lados. Estas diferencias y sus rangos son mostrados en las tablas 4 y 5. Estos valores cubren la mayoría de los requerimientos de las empresas dedicadas a la fabricación de envases en función de la corrosión atmosférica y la compatibilidad del producto.

Usualmente en combinación con los barnices de la superficie de la lámina sirven para mejorar su desempeño. Los mayores grados de recubrimiento son generalmente usados para empacar los vegetales y frutas mas corrosivos. y para uso de envases llenos bajo condiciones atmosféricas severas (alta humedad y temperatura fluctuante).

TABLA 4

RECUBRIMIENTO DE ESTAÑO: SUPERFICIES IGUALES (8)

Código	Recubrimiento Nominal	Total	Promedio Mínimo
	g / m ²	g / m ²	g / m ²
	Por Lado	Ambos Lados	Ambos Lados
E 2.8/2.8	2.8	5.6	4.9
E 5.6/5.6	5.6	11.2	10.5
E 8.4/8.4	8.4	16.8	15.7
E 11.2/11.2	11.2	22.4	20.2

TABLA 5
RECUBRIMIENTO DE ESTAÑO: SUPERFICIES DIFERENTES (8)

Código	Recubrimiento Nominal		Promedio Mínimo	
	g / m ²		g / m ²	
	Superficie Mayor Recubrimiento	Superficie Menor Recubrimiento	Superficie Mayor Recubrimiento	Superficie Menor Recubrimiento
D 5.6/2.8	5.6	2.8	4.75	2.25
D 8.4/2.8	8.4	2.8	7.85	2.25
D 8.4/5.6	8.4	5.6	7.85	4.75
D 11.2/2.8	11.2	2.8	10.1	2.25
D 11.2/5.6	11.2	5.6	10.1	4.75

La capa de óxido que se forma naturalmente debido a las condiciones atmosféricas es algo que puede comprometer la calidad de la lámina, por lo tanto después del recubrimiento de estaño se le da un tratamiento de pasivación para proteger su superficie y hacerla más estable y resistente a la atmósfera.

Existen varias formas de realizar este tratamiento, pero estos son tan variados que se requiere muchas pruebas para encontrar el más adecuado. Después de la pasivación a la lámina se le aplica una capa de lubricante protector que le ayuda a preservarse en el transporte y proceso. Generalmente se usa el lubricante D.O.S. (Dioctil Sebacate) y petrolatum, los cuales son adecuados para uso en comestibles y mantienen sus características a través del tiempo.

Apariencia (Acabado)

La hojalata se la fabrica en los siguientes tipos de acabado:

- *Espejo*.- Muy usual en la fabricación de envases de línea general, por ejemplo para pinturas. El acabado es con estaño fundido y tiene brillo lustroso.

- *Mate*.- Su principal uso está en la fabricación de tapas coronas. Su acabado es opaco sin brillo.
- *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.
- *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.
- *Piedra (Stone)*.- Es un acabado especial similar al anterior, pero su apariencia es de infinitos gránulos, permitiendo una mejor adherencia a los barnices y tintas.

Barnices

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

- Proteger los productos enlatados de la contaminación del metal.
- Proteger los envases de la corrosión o manchas del producto.
- Preservar el color y sabor del producto.
- Facilitar la manufactura del envase.
- Reducir su costo.
- Prevenir la oxidación externa.

Barnices Sanitarios

Los envases sanitarios destinados a la preservación de los alimentos, ha tenido su mayor desarrollo a partir de ofrecer el mercado 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 sufre los envases en contacto con el producto enlatado, aceleró 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 a base de calor para eliminar el medio líquido y dejar adherido al metal la resina (1).

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 tipos de barnices, de acuerdo al uso que se va a destinar, y esto lo obtenemos mediante la utilización de diferentes tipos de resinas. El mercado nos brinda tipos de barnices de acuerdo a la resina usada.

Una de las industrias de mayor desarrollo en los últimos tiempos, es justamente la de barnices y pinturas, los que tienen de una gran variedad de resinas. De acuerdo a las propiedades y bondades de los tipos de resinas, podemos hacer una primera clasificación de productos: óleo resinosos y sintéticos. Los productos óleo resinosos están hechos a base de 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 base 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, tabla 6.

TABLA 6

APLICACIONES TÍPICAS DE LOS BARNICES

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

Parafina

Como en todo proceso de deformación plástica, debe recubrirse al metal de una fina capa de lubricante que no permita que el metal y la pieza tengan un contacto directo. Para esto se utiliza la parafina, producto derivado del petróleo que es suministrado a la lámina en forma pulverizada o spray.

Se debe mencionar que las láminas que serán utilizadas para la elaboración de tapas, se les suministra parafina por medio de una máquina llamada Parafinadora (**Oxy Dry**) con una presión de 21×10^3 Pa, mientras que las láminas que serán utilizadas para elaborar el cuerpo, son rociadas con una presión de 69×10^3 Pa.

Esta aplicación ayuda a que las aristas de la pieza de trabajo no produzcan rayaduras sobre el metal causando que el barniz se pierda en ciertas áreas y por consiguiente, se formen puntos localizados de corrosión. Este material es esencial en proceso de embutición, pero tiene un uso generalizado y sistema de determinación de la cantidad por experiencia.

M.E.K. (Metil Etil Ketone)

Este químico es el que se usa para disolver los barnices en la aplicación de los mismos sobre la lámina en la etapa de barnizado, que posteriormente le dará la facilidad para adherirse a la misma. Cabe resaltar que este material se evapora en el paso de las láminas por el horno de barnizado y es totalmente retirado por este proceso. Se lo menciona como referencia, pues los barnices por sí mismos no pueden aplicarse directamente a menos que se los diluya.

Envase 307x110.5

El término 307 x 110.5 da la notación del diámetro y altura nominal del envase que se está citando. Como esta nomenclatura es en pulgadas se debe realizar el siguiente cálculo: $3'' + 7/16''$, lo que da como resultado 87.31 mm; de la misma manera se calcula la altura del envase: $1'' + 10.5/16''$, lo que da como resultado 42.07 mm, que son las medidas exteriores del envase, que se utilizan como norma internacional. En el anexo A se puede observar un plano con las principales dimensiones que se controlan en el envase 307 x 110.5.

El proceso de fabricación de envases embutidos se inicia con la selección de la hojalata, que es una lámina de acero, cuyo espesor

varía de acuerdo al producto que se va a envasar. La materia prima es importada, llega a la planta en bobinas de 80 a 100 x 1 0³ N aproximadamente, procedente de varios países productores de hojalata como Brasil, Alemania, Japón o Francia.

Se pide bajo características especiales, como son el tipo de acero MR (Medio Residual, bajo Carbono). Se indica el espesor, el ancho de la bobina, que esta en relación a la línea de operación.

En este caso para el envase de dos operaciones, 307 x 110.5, utilizamos espesor 0,19 mm , con una dureza promedio de 57 HR 30T, esta dureza es la que nos va a permitir fabricar un envase en un solo golpe o embutición simple debido a las características de la hojalata.

Además de la hojalata utilizamos recubrimiento de barniz, tanto interior como exterior, los mismos que son aplicados en líneas especiales en densidades superficiales entre 6 y 10 g / m², con estos materiales se obtiene un envase con una resistencia interna aproximada entre 96 – 110 x 1 0³ Pa, y una resistencia al vacío de aproximadamente 22 pulg Hg. 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.

Para efecto de este estudio, el análisis estará centrado en el proceso de fabricación de envases 307 x 110,5 (83 x 42 mm), para la conservación de atún, que es el envase preferido en la actualidad por la industria atunera. Este es conocido como envase embutido o de dos piezas, y actualmente en esta empresa se lo fabrica bajo el sistema de embutición simple. Las principales características del proceso y materia prima se resumen a continuación en la tabla 7.

El factor de seguridad utilizado para cubrir el desperdicio (scrap) es del orden de 3%. Donde este desperdicio es la cantidad de unidades o equivalente que se dañan en el proceso o se destruyen luego de la revisión en Control de Calidad.

TABLA 7

**CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE
FABRICACIÓN DEL ENVASE 307x110.5 EN SISTEMA
DE SIMPLE EMBUTICIÓN**

Hojalata	ETP (Electrolytic Tin Plate)
Temper	57 \pm 3 HR 30T(Dureza)
Espesor	0.19 mm.
Estañado	0.28/0.28 (g/m²)
Tipo de corte	Láminas en Scroll
Medida lámina	826 x 770 mm.
Peso cada lámina	0.949 kg
Número Tiras por lámina :	3
Número Envases por lámina :	30
Número Envases por TM. :	31.612 Unidades

TM: Tonelada Métrica

1.2. Descripción del Proceso de Embutición Simple

La descripción que se realiza a continuación está dirigida al proceso de fabricación del envase de 2 piezas 307x110.5, que es el objeto de estudio.

1.2.1. Primera Operación de Embutición Simple

Luego de tener la materia prima en bultos, el proceso empieza colocando las tiras en el alimentador de la prensa que realiza el proceso de Embutición simple.

Este proceso se lleva a cabo en una prensa que desarrolla una fuerza de embutición de alrededor de 630×10^3 N. La capacidad de operación promedio de esta prensa es de 200 envases por minuto, que se realizan a un ritmo de 100 ciclos por minuto, ya que por cada ciclo se obtienen 2 envases simultáneamente, es decir que el troquel es doble.

Esta prensa es accionada por un motor eléctrico, el cual suministra la energía mecánica necesaria para el prensado, el movimiento rotativo del motor se convierte en alternativo por medio de un cigüeñal. En el mismo eje se encuentra el volante de la prensa, el cual desempeña la función de almacenador

de energía, debido a que en el tiempo en el que el motor no está en su fase de fuerza (explosión), la inercia del volante es quien suministra la energía necesaria para el prensado.

La actuación del volante como reserva de energía es imprescindible en esta máquina, debido a que si se careciera de esta reserva, el motor no podría suministrar el torque necesario para desarrollar la fuerza requerida por el proceso de embutición.

Una vez que se tiene el movimiento alternativo gracias al cigüeñal, este desplazamiento se transmite al *charriot*, que es el elemento que porta el punzón (matriz macho) que formará la pieza embutida.

La operación de embutición comprende por sí misma cuatro pasos secuenciales, aunque a simple vista parecerían ser todos uno solo, a continuación se detalla cada uno de ellos. Siempre se deberá tener en cuenta que estos cuatro pasos se realizan de una manera tan rápida que constituyen un solo proceso.

Corte.- En este paso el troquel corta sobre la lámina que viene del alimentador un disco circular, que sirve de base para la embutición del cuerpo del envase.

Prensa chapa.- En este paso el punzón presiona el disco cortado previamente contra la matriz inferior con el objeto de mantenerlo fijo. Esto sirve para que al ejercer la fuerza de embutición el disco no se desplace, sino que se deforme hasta obtener la forma deseada. El punzón que hace la función de prensa chapa en esta fase es el mismo que luego del proceso actúa como expulsor de la pieza obtenida.

Embutición profunda.- Es la fase en que la matriz superior desciende deformando el disco ya cortado y fijado. Es aquí donde se forman ya las paredes del envase. En este paso se reduce el espesor de la lámina desde 0,19 mm hasta aproximadamente 0,14 - 0,12 mm, es decir, en más o menos un 30%. En este proceso una sección anular del disco se deformará hasta formar las paredes del envase. En la figura 1.3 se muestra la magnitud de la deformación que sufre dicha sección

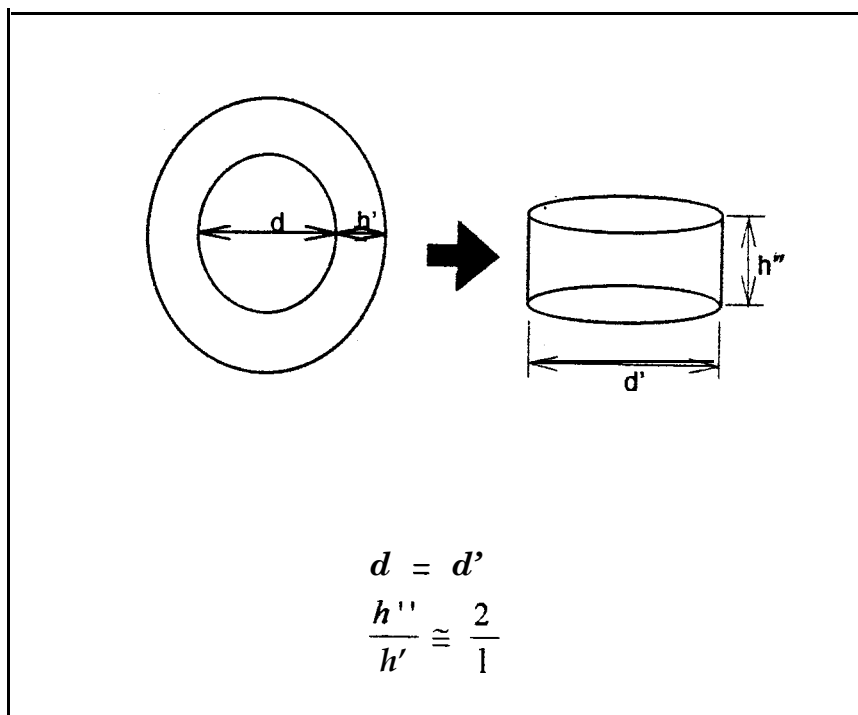


FIGURA 1.3 ESQUEMA DE LA RELACIÓN ENTRE LAS
DIMENSIONES ORIGINALES Y FINALES
EN LA EMBUTICIÓN

Podemos notar que el diámetro del fondo del cuerpo del envase es el mismo antes y después del proceso de embutición, mientras que la distancia h' que determina la corona circular del disco de la izquierda, sufre una deformación plástica que la lleva hasta una magnitud h'' , la cual es aproximadamente el doble de su longitud original.

En función del criterio de constancia de volumen, se puede determinar que el espesor de la pared, como se mencionó antes, será de alrededor del 50% del espesor original de la lámina.

Estampado.- En la última parte del proceso de prensado, el punzón presiona el fondo del envase, dando forma a los **rodones** característicos de esta parte. Los **rodones** formados le dan rigidez a la base. más adelante

Es importante mencionar que los radios de los **rodones**, tanto en la matriz superior (punzón) como en la inferior, no deben exceder un valor mínimo, es decir, nunca forman aristas rectas o con radios que tiendan a ellas, ya que éstas harían

fallar el material por la alta presión que se ejerce sobre él, a pesar de que se use un buen lubricante.

Una vez analizado el proceso de embutición del cuerpo, se analizará ciertas características de este proceso, originadas por las condiciones bajo las que se desarrolla el mismo. Estas condiciones obedecen a diversos factores, como material utilizado, lubricación, superficie, temperatura, humedad, etc.

Con respecto al **material utilizado**, su relación con la fuerza de embutición requerida depende principalmente de dos de sus propiedades, la primera es una propiedad intrínseca del material a utilizar: dureza, es obvio, que para una hojalata de mayor dureza, por ejemplo: T-4 (61 ± 4 HR30T), será necesaria una mayor fuerza de embutición.

Además, para materiales más duros es necesario dejar un huelgo mayor entre las matrices, para evitar la posibilidad de fractura frágil del material antes de su deformación.

La segunda propiedad de la materia prima es una propiedad extrínseca de la misma: el espesor. Los espesores con los

cuales se trabaja generalmente para la obtención de envases sanitarios oscila entre 0,19 y 0,20 mm. De igual forma que con la dureza, al aumentar el espesor de la lámina se necesitará mayor fuerza de embutición. También es notable que el juego que existe entre las matrices, así como entre el punzón de corte y la matriz inferior, dependen directamente del espesor de la lámina.

La lubricación que se aplica sobre la chapa antes del proceso de embutición, es un factor importante, tanto para reducir la fuerza de embutición como para evitar la **falla** del material por fractura, además que al disminuir la fricción aumenta los ciclos de vida útil de la matriz (3).

La superficie de las piezas que entran en contacto durante el proceso es uno de los factores más importantes, ya que cualquier impureza sobre la misma, como por ejemplo: partículas de polvo, de arena, esquirlas metálicas, y cualquier partícula sólida, pueden rayar las superficies o provocar fallas en el producto, además de daños irreversibles sobre la matriz.

La **temperatura** del medio en que se desarrolla el proceso interviene principalmente en el juego que hay entre las matrices, ya que a mayores temperaturas la dilatación de los materiales es del orden del juego mencionado y por lo tanto no es despreciable como sucede en otros procesos de ingeniería (3).

La **humedad** del ambiente de trabajo también influye sobre las superficies en contacto, de manera que las condiciones en que se desarrolla el proceso en un ambiente seco son diferentes a las de un ambiente con humedad relativa alta, tal como el nuestro.

Para determinar el juego entre las matrices! se puede hacer estimaciones basadas en los factores mencionados arriba; pero al realizar los ajustes en la prensa, estas estimaciones sólo sirven como punto de partida para una calibración que requiere un técnico con mucha experiencia en el proceso, ya que para este ajuste se realizan apreciaciones sobre vibraciones, ruidos y otros "síntomas" de la máquina.

Para calibrar el juego, el charriot está provisto de una escala ajustable por medio de un tornillo de alta precisión, el cual puede variar la posición del carro en centésimas de milímetro.

Un punto importante de considerar es la presencia de cojines neumáticos bajo la matriz, para amortiguar el golpe producido por la carrera de trabajo del charriot. Estos cojines neumáticos puede ser de aire o nitrógeno. De no ser por el amortiguamiento logrado, el desgaste en las matrices sería excesivo. Antes del empleo de esta técnica, hasta los cimientos sobre los que se asentaban las prensas estaban sujetos a esfuerzos **tales** que provocaban fallas sobre el suelo (3).

1.2.2. Segunda Operación (Recortador de Anillo)

Esta operación del proceso primario es relativamente más sencilla que la operación descrita para la embutición. Esta fase tiene un sólo prensado, que corta el filo del envase formado, para que el envase quede con las dimensiones requeridas para la futura colocación de la tapa.

Hay máquinas que realizan el proceso de embutición y el de corte de excesos en una sola operación, pero en la práctica se obtienen mejores resultados al realizarlos en dos operaciones, debido a la mejor calidad obtenida en el filo del envase. Al utilizar una sola operación, quedan muchas rebabas, lo cual provoca rechazos por parte del control de calidad del producto.

Cabe mencionar que el exceso que se corta en esta fase sirvió previamente para la fijación del disco metálico en la embutición, por parte del prensa chapas. En la fase de diseño del envase se toman las consideraciones necesarias para determinar la dimensión del anillo, éste suele tener alrededor de 3 mm o más.

Para este corte se utiliza una prensa con un troquel, que sólo tienen la función de realizar el corte, inmediatamente después del embutido. Como se dijo anteriormente es un proceso sencillo que no revierte mayores problemas. Como en todo proceso de troquelado, debe tenerse en cuenta siempre el desgaste del troquel, y corregir inmediatamente cualquier falla, ya que de él depende el acabado del filo del envase.

1.3. Problemas Existentes en el Proceso

El porcentaje de desperdicio, se lo determinó por medio de la hojalata utilizada en la fabricación de los envases, en el periodo 1999 desglosado mensualmente, mostrado en la tabla 8 y figura 1.4. El total de hojalata utilizada en la fabricación de envases 307x110.5 es de 2'445.027,65 kilos, y teóricamente debería producir 1'567.325,42 cajas por 48 unidades de envases, pero en realidad la producción efectiva fue de 1'539.245 cajas por 48 unidades de envases, obteniendo un porcentaje de desperdicio de ~ 1.79%, que corresponde a un promedio de 43.805 kg de hojalata, que significa ~ 28.080 cajas por 48 unidades de envases.

Haciendo un análisis en las diferentes líneas que corresponden al proceso de fabricación en las que intervienen la línea de Corte en Láminas, Línea de Barnizado, Corte de Tiras en Cizalla Scroll, y la Línea de Producción, todas participan para obtener un porcentaje total de 1.79% de desperdicio durante el año 1999. En la tabla 9 se desglosan las razones de desperdicio en las diferentes etapas del proceso y se detecta que el mayor porcentaje de desperdicio se ve representado en la línea de embutición, con un porcentaje 31% que equivalen a 13.659 kilos, es decir 8.756 cajas por 48 unidades de envases aproximadamente.

TABLA 8

DESPERDICIO DE HOJALATA EN FABRICACIÓN DE ENVASES
307x110.5 EN EL AÑO 1999 (5)

Mes	Hojalata Utilizada (kg)	Producción Teórica (Cajas x 48)	Producción Efectiva (Cajas x 48)	Desperdicio (%)
Enero	134,492.17	86,213	84,639	1.83%
Febrero	151,460.60	97,090	95,196	1.95%
Marzo	174,080.80	111,590	109,424	1.94%
Abril	205,514.20	131,740	129,220	1.91%
Mayo	217,979.52	139,730	137,139	1.85%
Junio	147,834.50	94,766	92,980	1.88%
Julio	185,314.84	118,792	116,565	1.87%
Agosto	136,711.28	87,635	85,825	2.07%
Septiembre	173,367.06	111,133.	108,996	1.92%
Octubre	310,850.17	199,263	196,106	1.58%
Noviembre	323,939.08	207,653	204,263	1.63%
Diciembre	283,483.43	181,720	176,894	1.56%

Total	2,445,027.65	1,567,325	1,539,245	-1.79%
--------------	---------------------	------------------	------------------	---------------

Caja x 48 Unidades ~ 1.56 kg

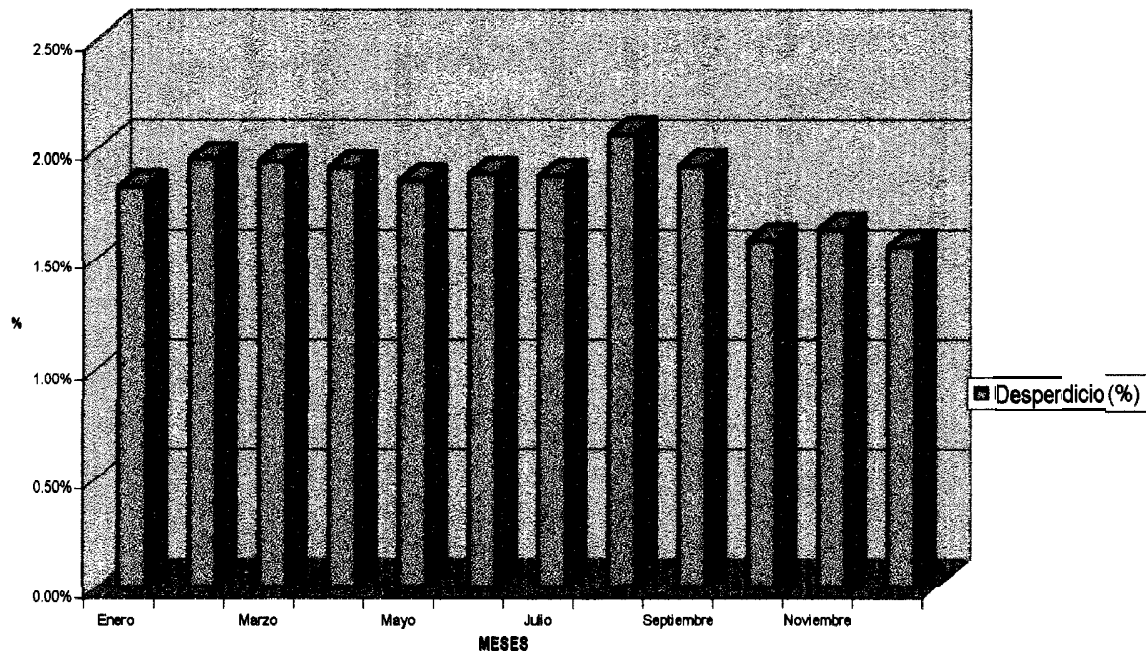


FIGURA 1.4 GRÁFICO DE DESPERDICIO PORCENTUAL DE HOJALATA CONTRA CONSUMO MENSUAL EN AÑO 1999

Analizando los datos obtenidos en la tabla 9 se encuentra que el porcentaje de desperdicio en la línea de embutición es el mayor, por tal motivo se debe ubicar las causas que originan este porcentaje de desperdicio, para lo cual se debe realizar el conteo e identificación de las causas de desperdicios más importantes dentro de la línea de embutición, es decir los defectos que afectan la calidad del producto.

Análisis de Porcentaje de Desperdicio Identificado en la Línea de Embutición

Continuando con el estudio de las causas que originan el porcentaje de desperdicio, identificado en la línea de embutición, se puede considerar como punto de partida la cantidad de kilos de hojalata que se desperdiciaron durante todo el año 1999, correspondiente a 13.659 kilos que equivale a 8.756 cajas por 48 unidades de envases que determinó un porcentaje promedio de 31% del desperdicio total del año 1999

En esta línea de embutición intervienen varias zonas que aportan desperdicio en la fabricación! entre los más importantes están: Prensa de 1". Operación, Prensa de 2^{da}. Operación, Tester (comprobador de envases) y transportador de banda, los cuales acumulan el porcentaje de desperdicio antes mencionado.

TABLA 9

DESPERDICIO DE HOJALATA EN DIFERENTES ETAPAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN PARA ENVASES 307x110.5 (4)

Mes	Línea de Corte Láminas			Línea de Barnizado			Corte en Tiras en Cizalla Scroll			Línea de Embutición		
	Hojalata Desperdicio (kg)	Producto Desperdicio (Cajas x 48)	Porcentaje Desperdicio (%)	Hojalata Desperdicio (kg)	Producto Desperdicio (Cajas x 48)	Desperdicio (%)	Hojalata Desperdicio (kg)	Producto Desperdicio (Cajas x 48)	Desperdicio (%)	Hojalata Desperdicio (kg)	Producto Desperdicio (Cajas x 48)	Desperdicio (%)
Enero	618.66	397	25 %	672.46	431	27 %	564.87	362	23 %	645.56	414	26 %
Febrero	651.28	417	22 %	757.30	485	25 %	681.57	437	23 %	923.91	592	31 %
Marzo	696.32	446	20 %	835.59	536	24 %	696.32	446	20 %	1218.57	781	35%
Abril	986.47	632	25 %	863.16	553	22 %	924.81	593	23 %	1233.09	790	31 %
Mayo	1,002.71	643	24 %	1089.90	699	26 %	937.31	601	23 %	1089.90	699	26 %
Junio	620.90	398	22 %	709.61	455	25 %	581.34	379	21 %	916.57	588	32 %
Julio	833.92	535	24 %	963.64	618	27 %	704.20	451	20%	1037.76	665	29 %
Agosto	519.50	333	18%	820.27	528	28 %	519.50	333	18%	1025.33	657	36%
Septiembre	780.15	500	23 %	762.82	489	22 %	728.14	467	21%	1126.89	722	33%
Octubre	1,087.98	697	22%	1181.23	757	24 %	1181.23	757	24 %	1554.25	996	31 %
Noviembre	1,230.97	789	23 %	1295.76	831	24 %	1295.76	831	24%	1554.91	997	29 %
Diciembre	992.19	636	22 %	1133.93	727	25 %	1020.54	654	23 %	1332.37	854	30%

Total	10,021	6424	22%	11,086	7106	25%	9,846	6311	2 %	13,659	8756	31 %
-------	--------	------	-----	--------	------	-----	-------	------	-----	---------------	------	------

Los datos de la distribución de los porcentajes con respecto a las diferentes zonas en la línea de embutición se muestran en la tabla 10 y figura 1.5. Rápidamente se puede identificar que el mayor porcentaje de desperdicio, **60%**, se concentra en la prensa de 1^{ra}. Operación.

Luego de esto se analizará cual es el elemento que tienen más relevancia sobre la generación de defectos en la prensa de 1^{ra} operación, en la cual intervienen otros elementos que originan los diferentes tipos de defectos que comprometen a la calidad del envase.

Análisis del Porcentaje de Desperdicio Identificado en la Prensa de Primera Operación

Haciendo un estudio más detallado del porcentaje de desperdicio, este se identifica en la prensa de Primera Operación, donde los elementos que intervienen como defectos comprometen la calidad del envase! se le puede definir como: Rotura de Envases, Defectos de Alimentación de Láminas, arruga en Envases, Defectos por Calibración de Prensa, Perdida de Resistencia del Envase, Defectos por Diferencia de Medidas y otros.

TABLA 10
 PORCENTAJE DE DESPERDICIO IDENTIFICADO EN LÍNEA DE EMBUTICIÓN

Zona	Hojalata Desperdicio (kg)	Unidades Defectuosas (Cajas x 48)	Desperdicio (%)
Prensa 1 ^{ra} Operación	8,243	5,284	60%
Prensa 2 ^{da} Operación	3,768	2,415	28%
Tester	1,178	755	9%
Transportador	471	302	3%
Total	13,659	8,756	100%

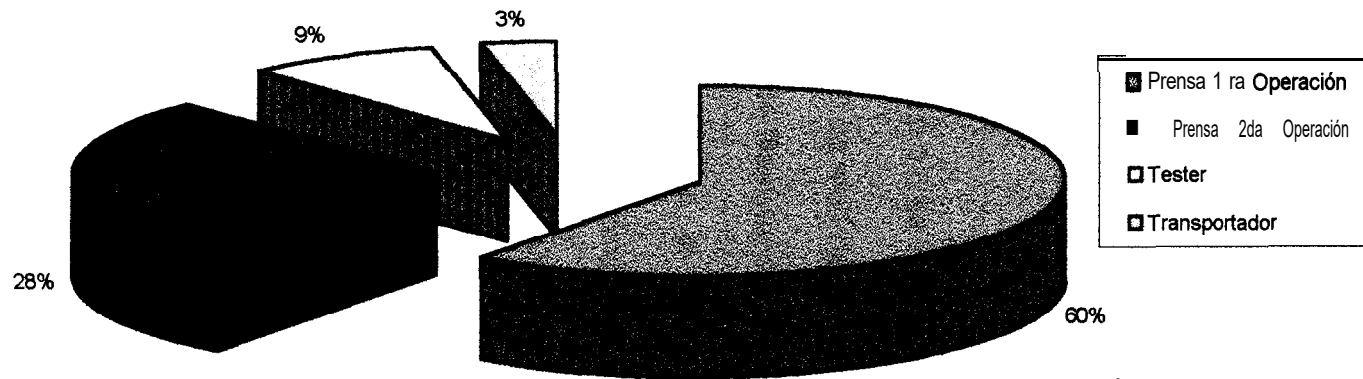


FIGURA 1.5. GRÁFICO DE DESPERDICIO IDENTIFICADO EN LÍNEA DE EMBUTICIÓN

Todo estos tipos de defectos que intervienen directamente en la fabricación han ocasionado una acumulación de 5.284 cajas por 48 unidades defectuosas que corresponde a 0.35% del porcentaje total durante el año 1999 ocurrido solamente en Prensa de Primera Operación. A continuación se presentará los valores de la tabla II y figura 1.6, donde se verificará cual es el tipo de defecto que influye mas en la aparición de defectos en la primera operación

Luego de revisar la figura 1.6 se nota que el defecto que ha influido más notablemente en la calidad de envases es el defecto que se lo domina como Perdida de Resistencia del Envase, seguido por rotura del envase y en menor escala. el defecto arruga el envase. Por lo tanto este sería el punto más crítico que se debe tomar en cuenta en la búsqueda de una solución, además se conoce que este problema tiene mucho que ver con el tipo de hojalata que se utiliza.

TABLA II

PORCENTAJE EN TIPOS DE DESPERDICIO EN PRENSA DE 1^{ra} OPERACIÓN

Tipos de defectos	Unidades Defectuosas (Cajas x 48)	Composición (%)
Perdida de Resistencia del Envase	1,587	30%
Rotura del envases	1,320	25%
Arrugas del Envase	1,053	20%
Calibración de Prensa	531	10%
Alimentación de Láminas	420	8%
Diferencia de Medidas	215	4%
Otros	158	3%
Total	5,284	100%

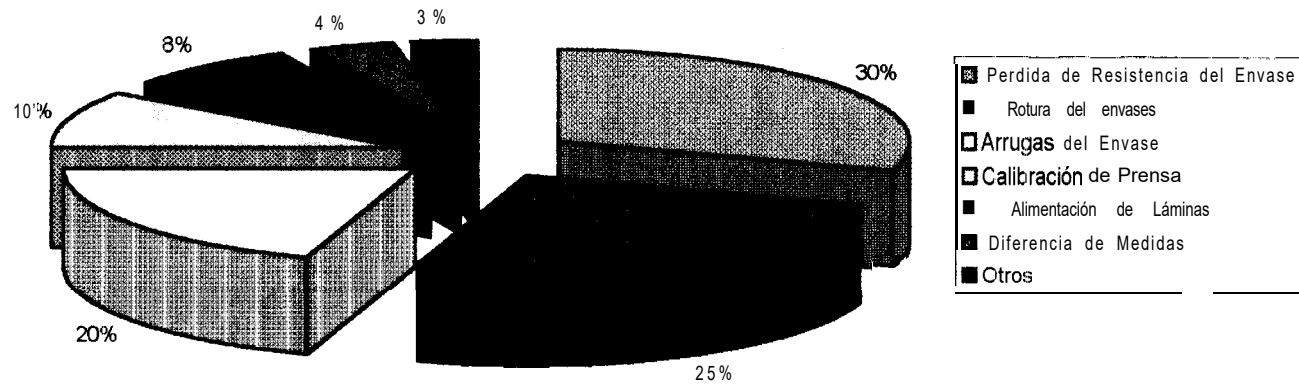


FIGURA 1.6 GRÁFICO DE TIPOS DE DESPERDICIO EN PRENSA DE Ira OPERACIÓN

Diagnóstico de la Situación Actual

Después del análisis detallado en lo que se refiere al porcentaje de desperdicio que se tiene durante todo el proceso de fabricación, se ha llegado a determinar que la etapa más crítica que afecta la calidad del envase, está identificada en la Prensa de Primera Operación dentro de la línea de **Producción**, ya que es donde se producen la mayor cantidad de defectos ligados estrictamente con la calidad de la hojalata (dureza y espesor) que se utiliza. Analizando los datos, se puede puntualizar que hay que tomar acciones correctivas en el proceso.

Actualmente en la fabricación de envases de 2 piezas se utiliza materiales de un espesor elevado y baja dureza, este material tiene una resistencia última a la tensión de $\sim 370 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ y que este material permite un estiramiento del 28% (por experiencia en fabricación), brindando todas las condiciones para la fabricación de envases embutidos de un golpe y que son los que actualmente son producidos en nuestro mercado.

Los envases fabricados con este tipo de hojalata, poseen una estabilidad y resistencia muy limitada, lo que conlleva a que su uso sea restringido, debido a que la Industria Conservera, su mayor

consumidor! lo somete a un proceso de esterilizado que consiste en pasar por el autoclave y posteriormente ser sometido a un proceso de enfriamiento donde se hace necesario el uso de aire comprimido, que ayuda a compensar las presiones y evitar la deformación del mismo, siendo esta la única manera de evitar sobrepasar la máxima resistencia interna (110×10^3 Pa) que tienen estos envases.

Teniendo como precedente que la Industria conservera está tratando de **agilizar** sus procesos, introduce nuevos métodos de esterilizado el cual requiere un envase que cumpla los siguientes requisitos:

- Resistencia interna > de 138×10^3 Pa
- Mayor estabilidad dimensional.



Esta características permitirán que el envase no se deforme en la etapa de enfriamiento, evitando de esta manera el uso de aire comprimido, el cual es un rubro muy caro.

Actualmente todos los fabricantes de envases están usando materiales de menor espesor y mayor dureza, con lo que se logra

dar las características antes enunciadas y que conlleva a la reducción de costos por ser una hojalata más delgada.

Los materiales más utilizados son los de doble reducción conocido como DR8 – DR9 los mismos que tienen dureza superior a 73HR30T, además su resistencia última a la tensión es de $\sim 620 \times 10^3 \text{ N/m}^2$, sin embargo su porcentaje de estiramiento debe ser menor que la hojalata actualmente usada, siendo esta característica la que obliga a cambiar el método de fabricación, y por ello se utiliza el sistema de doble embutición, conocido como reembutición, que garantiza la obtención de un envase de una alta eficiencia frente a los procesos de esterilización más exigentes.

Planteamiento de Solución

El cambio de Sistema de Fabricación actual de dos Operaciones (Simple Embutición) al sistema de fabricación de reembutición tres operaciones (Doble embutición) que permite utilizar lámina de doble reducción DR8 o DR9 (Dureza superior a 73 HR 30T).

Este cambio se fundamenta básicamente al solucionar las siguientes necesidades:

- Mejoramiento de calidad para satisfacer las exigencias del mercado.
- Reducción de costos al utilizar hojalata de menor espesor y mayor dureza, para poder competir.
- Mayor eficiencia y reducción del porcentaje de desperdicio.
- Apertura del nuevo mercado Ej. : **Mercado** Colombiano que exige envase de mayor estabilidad.

Como dato adicional se plantea la oportunidad de utilizar otro tipo de lámina metálica, como la TFS (lámina libre de estaño), puesto que es más comercial y tiene propiedades excelentes para adherencia de barnices.

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO DEL PROCESO DE REEMBUTICIÓN

2.1. Descripción General del Proceso de Reembutación

El principio de este método es que en primera operación se obtiene un preproducto llamado copa en dimensiones mayores al producto final, es decir con menor esfuerzo. En la segunda operación se hace la reembutación del preproducto y se obtiene el envase con la altura y el diámetro final deseado. En general una de las grandes ventajas de los envases embutidos es que solo se requiere un cierre y se baja de esta manera la posibilidad de defectos.

Debido a la repartición de los esfuerzos a los que se somete la lámina, el proceso permitirá la utilización de lámina mas delgada y

probablemente mas dura para compensar los valores de resistencia que debe tener el envase.

La línea que está en dos operaciones, figura 2.1, debe ser separada para incluir una prensa que realice el trabajo de reembutición. En la figura 2.2 se muestra la disposición actual de la línea. La prensa de primera operación hará la copa en vista de las ventajas sobre la modificación en el troquel. La prensa para la reembutición fue adquirida con anterioridad para otro propósito. Por lo tanto se revisará si tiene el tonelaje necesario para este propósito.

Uno de las primeras premisas es que se continuará usando el diámetro de corte anterior, pues no se hará variaciones en las dimensiones del envase, por lo tanto los procesos en línea de corte y en la cizalla rescroll mantendrán la forma de la materia prima con la excepción de las características del espesor y tipo de lámina, que se tratarán posteriormente. En todo caso la figura 2.3, muestra la tira que se usa como materia prima en la prensa de primera operación actualmente.

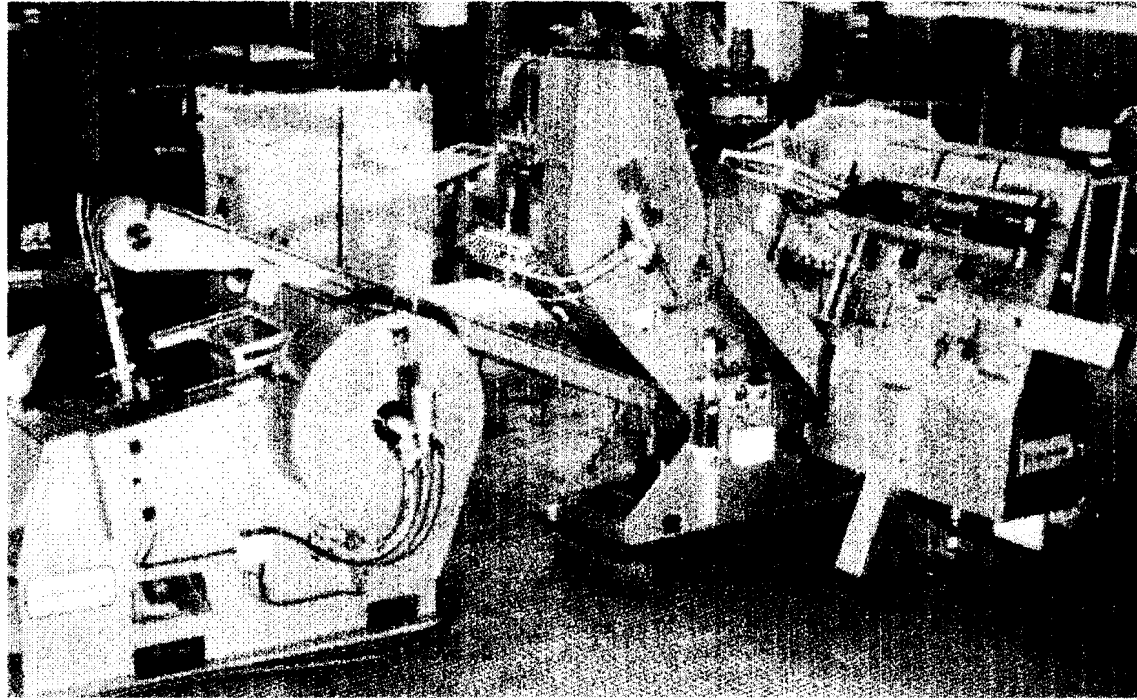
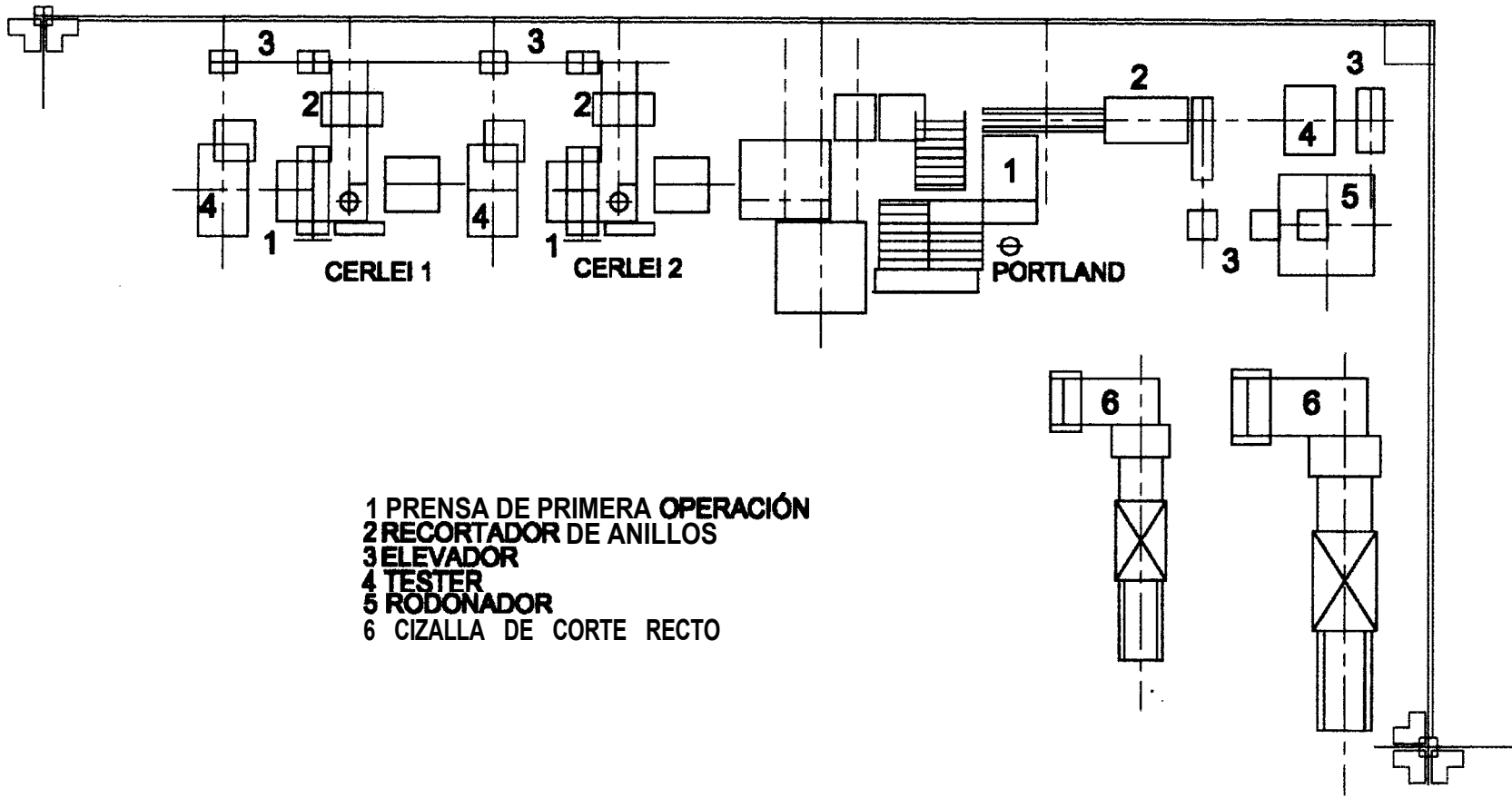


FIGURA 2.1 LÍNEA DE EMBUTICIÓN EN 2 OPERACIONES (2)



- 1 PRENSA DE PRIMERA OPERACIÓN
- 2 RECORTADOR DE ANILLOS
- 3 ELEVADOR
- 4 TESTER
- 5 RODONADOR
- 6 CIZALLA DE CORTE RECTO

FIGURA 2.2. DISPOSICIÓN ACTUAL DE LÍNEA DE EMBUTICIÓN SIMPLE (CERLEI 1)

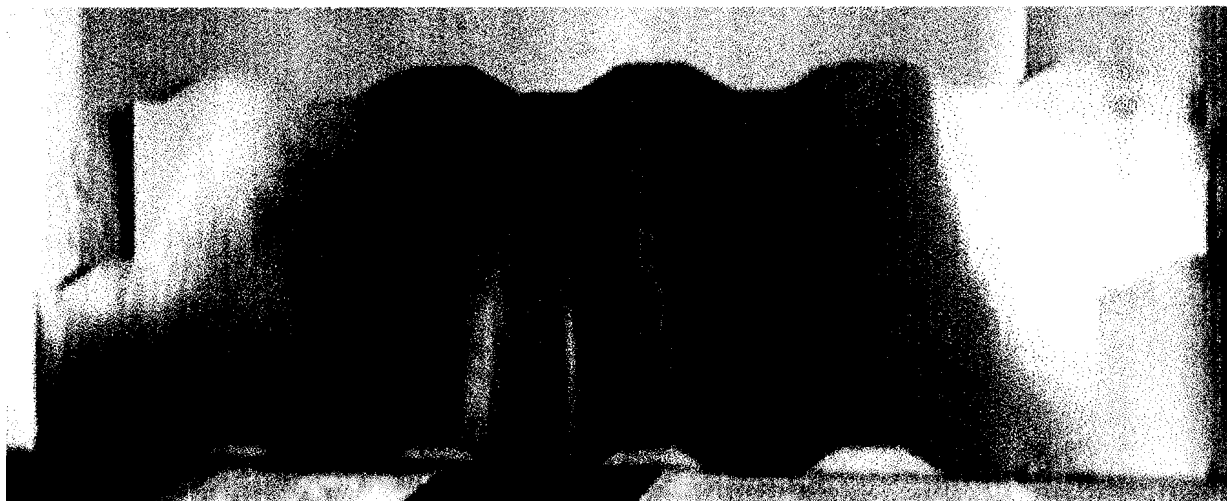


FIGURA 2.3. TIRA PARA ENVASES EMBUTIDOS 307 × 110.5

Del apéndice B, que tiene información acerca de las relaciones de embuticiones en láminas metálicas relacionadas al diámetro de corte y también de muestras del extranjero, se asumirán datos dimensionales de la copa para el diámetro de corte que se tiene para el envase 307 x II 0.5. El diámetro de corte no se modificará, pues las medidas finales del envase no variarán.

$$D_c = 152mm$$

Fuerza Requerida en Prensa de Reembutición

Con el dato anteriormente definido se puede obtener, del apéndice B, las medidas máximas y mínimas que puede tener la copa, es decir la altura de la copa h_c , y el diámetro de la copa d_c :

$$h_c < 40.4 \text{ mm}$$

$$d_c > 91.2 \text{ mm}$$

Pero como se desea tener la menor cantidad de deformación en la primera operación, por tener un alto índice de defectos, se definirán medidas que entren en el rango, pero que estén cerca de valores finales luego de la construcción y pruebas:

$$d_c = 109 \text{ mm}$$

$$h_c = 24 \text{ mm}$$

Utilizando la siguiente fórmula y los datos conocidos se puede calcular relación de reducción:

$$d_c = 109 \text{ mm (Diámetro de la copa)}$$

$$d_f = 83.71 \text{ mm (Diámetro final del envase)}$$

$$\beta = \frac{d_c}{d_f} = 1.30 \quad [\text{Ecuación 1, (5)}]$$

Para analizar las fuerzas de la embutición se presenta un diagrama de fuerzas general, figura 2.4, donde se indican las fuerzas que actúan en una operación de corte, prensado de chapa y embutición, en el caso de la reembutición la fuerza de corte F_C es igual a 0, pues no se realiza esta operación.

Para obtener la fuerza de reembutición F_r , se aplicará la siguiente fórmula y se utilizarán los siguientes datos:

$$d_f = 83.77 \text{ mm (Diámetro final del envase)}$$

$$s = 0.77 \text{ mm (Espesor de la lámina)}$$

$$R_m = 620 \times 10^3 \text{ N/m}^2 \text{ (Resistencia última a la tensión)}$$

$$\beta_{\max} = 1.7 \text{ (Relación de reducción máxima según material)}$$

$$F_{z1} = \pi * (d_f + s) * s * R_m * 1.2 * \left(\frac{\beta - 1}{\beta_{\max} - 1} \right) = 14 \times 10^3 \text{ N} \quad [\text{Ecuación 2, (5)}]$$

- F** Fuerza Total de Proceso de Embutición
- F_z** Fuerza de Embutición y estampado
- F_N** Fuerza de Prensa Chapa (Cojines Nitrógeno)
- F_C** Fuerza de Corte de Chapa Metálica

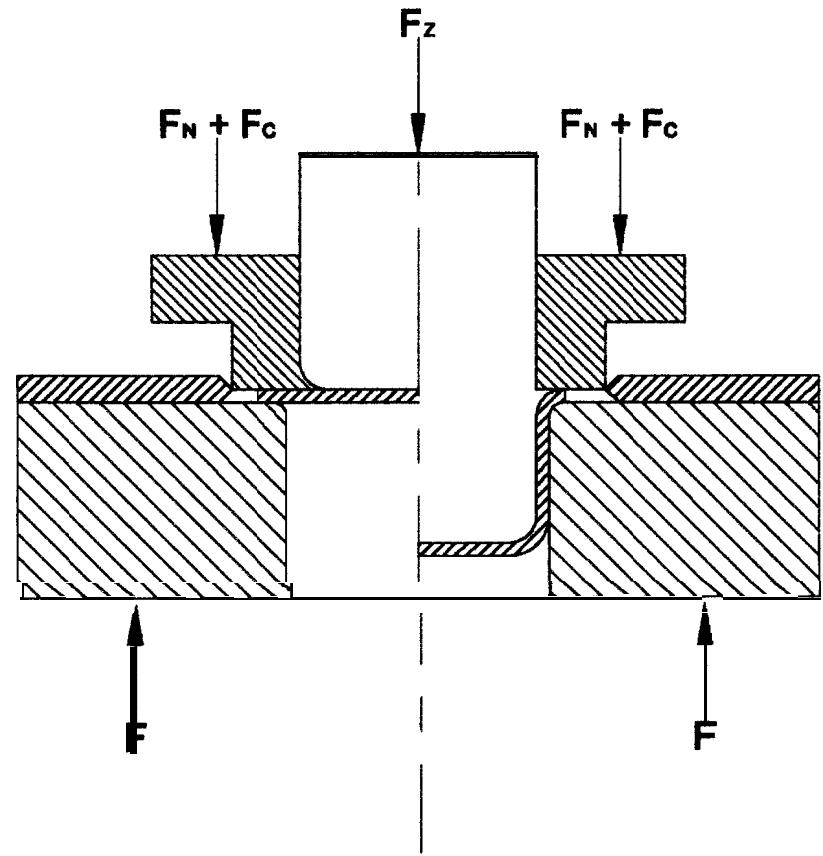


FIGURA 2.4. DIAGRAMA DE FUERZAS EN EL PROCESO DE EMBUTICIÓN (5)

Para obtener la fuerza del prensa chapas F_{N1} , se aplicará la siguiente fórmula y se utilizarán los siguientes datos:

$$D_C = 152 \text{ mm (Diámetro de corte)}$$

$$d_N = 88.79 \text{ mm (Diámetro incluyendo la pestaña)}$$

$$p = 4.82 \times 10^3 \text{ Pa (Presión del cojín)}$$

$$F_{N1} = \frac{\pi}{4} (D_C^2 - d_N^2) p = 57.6 \times 10^3 \text{ N} \quad \cdot \quad [\text{Ecuación 3, (5)}]$$

Pero estos valores se deben sumar y multiplicarse por dos pues lo que se tiene es un troquel doble, por lo tanto la fuerza que se requiere es F_1 , sin considerar la carga propia del troquel y la fricción de otros elementos y un factor de seguridad. es:

$$F_1 = F_{Z1} + F_{N1} + F_C = 143.2 \times 10^3 \text{ N} \quad [\text{Ecuación 4}]$$

Si se compara este valor con el tonelaje teórico de la prensa Minster 6. que es $650 \times 10^3 \text{ N}$, se puede definir que si se puede usar la prensa en mención que se muestra como esquema en la figura 2.5.

Disposición de Maquinaria

Otro punto importante. luego de tener seleccionada la prensa, es la ubicación de la misma entre las prensas de primera operación y la de tercera operación. En vista de que el espacio que ocuparía no

FIGURE 145

O.B.I. PRESS IDENTIFICATION Geared Type

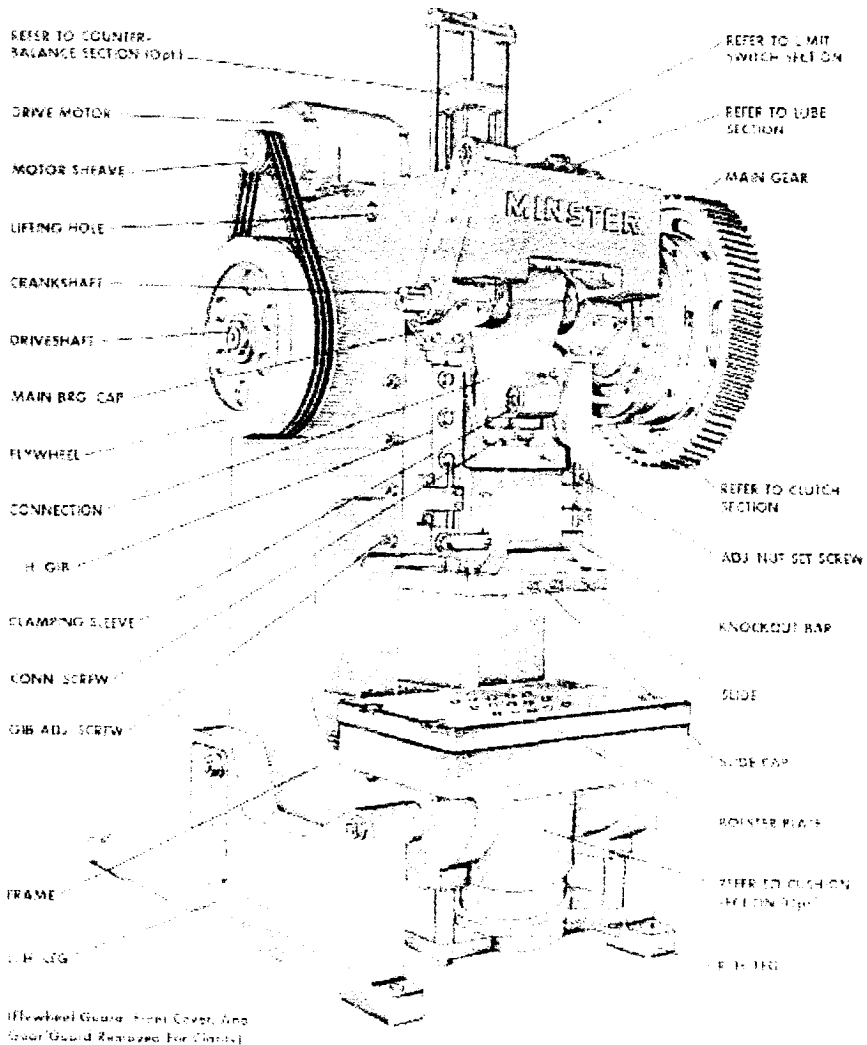


FIGURA 2.5 PRENSA MINSTER 6, REEMBUTICIÓN (7)

era ningún problema, se dispuso la maquinaria de la manera ideal para funcionar en línea, figura 2.6. En el apéndice C, se puede notar las medidas del espacio que ocupará la prensa Minster 6 y la longitud, ancho y altura total de la línea.

En ninguno de los casos se identificó un problema, por lo que se realizó el detalle de la cimentación nueva, que no coincide con la actual. En el apéndice D, se indica las características generales del trabajo necesario para el anclaje correcto de la línea en su posición.

Cabe resaltar que lo que se relaciona con la troquelería se tratará en un punto posterior, sin que esto signifique que no se deban observar los datos importantes relacionados con la alimentación a la primera operación de la tira que se manejará bajo sistema, como se muestra en la figuras 2.7 y 2.8 , donde la alimentación es lateral y mecánica-neumática.

En lo que se refiere al troquel recortador de anillos, figura 2.9 y la prensa, figura 2.10, no se tiene una modificación específica pues el envase con anillo que entra al troquel será de similar forma e idénticas medidas que el que se obtenía de la embutición sencilla.

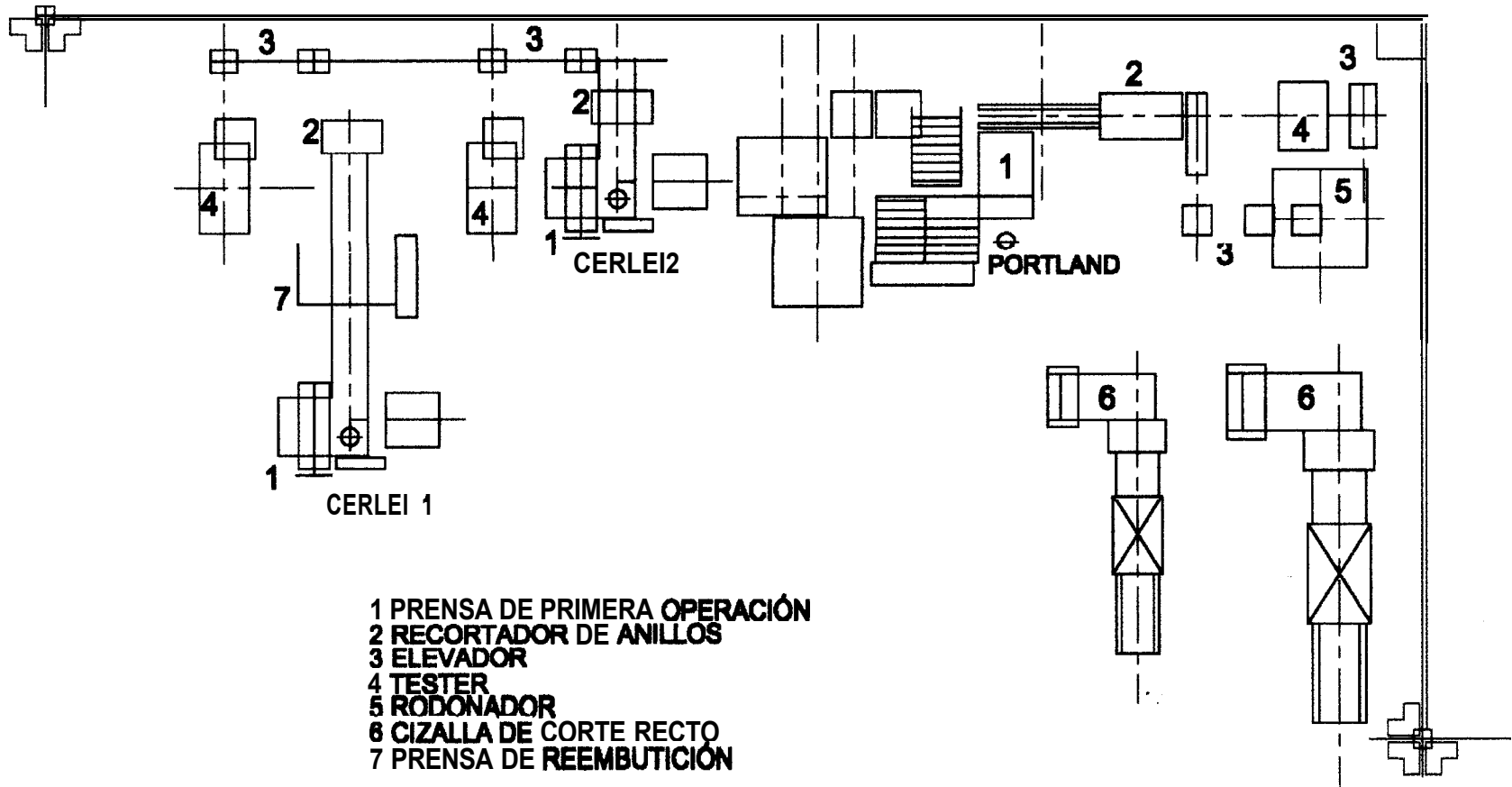


FIGURA 2.6. DISPOSICIÓN DE LÍNEA DE REEMBUTICIÓN (CERLEI 1)



FIGURA 2.7 ALIMENTADOR DE LÁMINAS EN PRENSA DE 1^{RA} OPERACIÓN

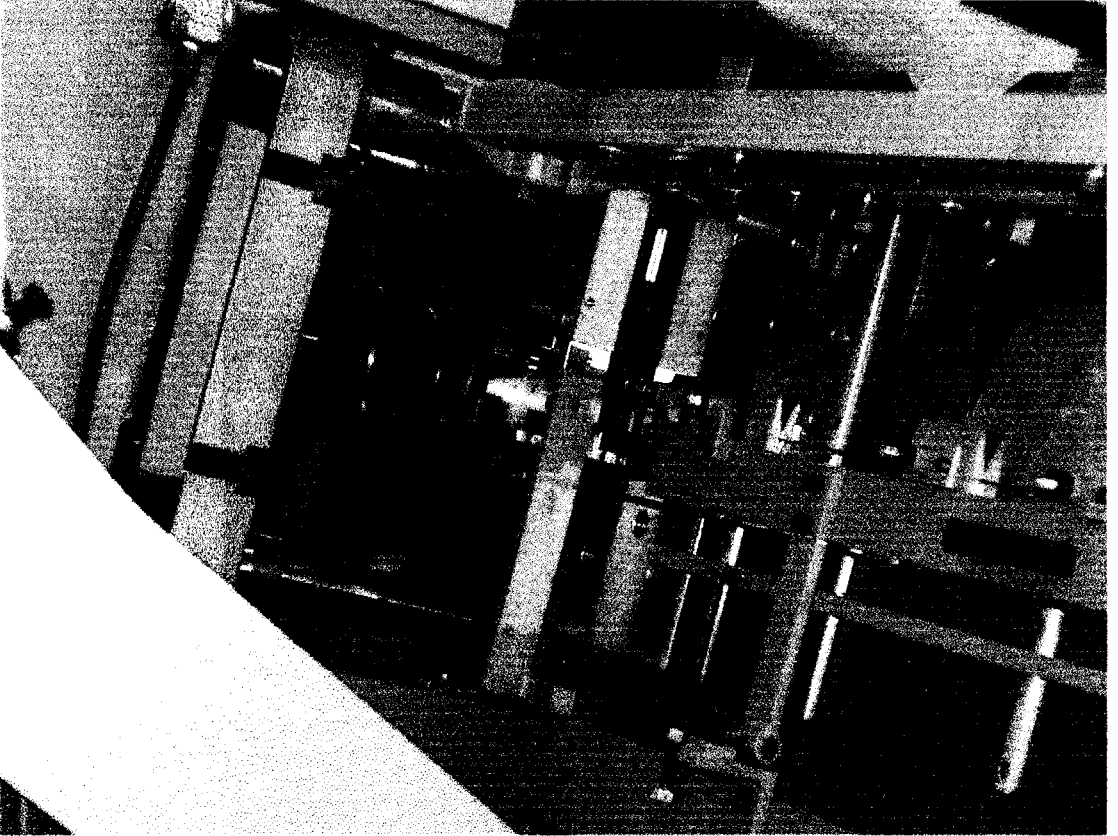


FIGURA 2.8 ALIMENTACIÓN DE LÁMINA AL TROQUEL DE 1^{RA} OPERACIÓN



FIGURA 2.9 TROQUEL RECORTADOR DE ANILLO

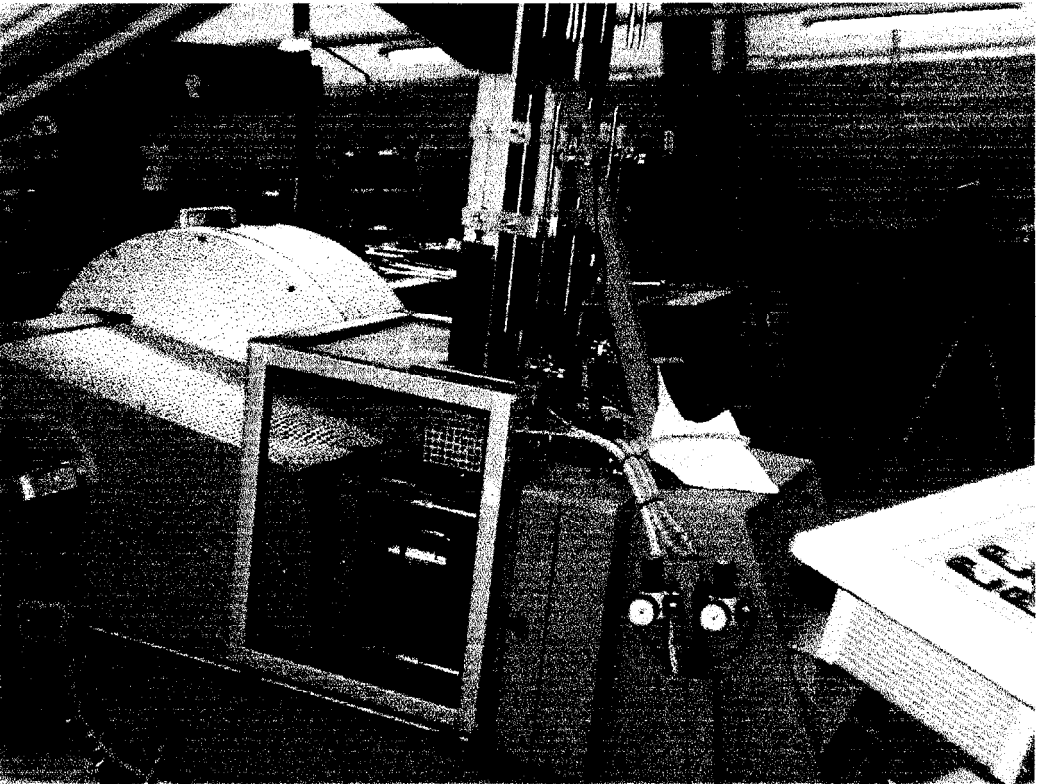


FIGURA 2.10 PRENSA PARA RECORTAR ANILLOS

Se implementará en el recorte del anillo herramientas de corte con insertos de carburo de tungsteno , debido al material nuevo que se usará. Y para la prensa se utilizarán controladores lógicos programables, que son una modernización del sistema electro-mecánico.

2.2. Modificación en Características de la Lámina

A pesar de los beneficios enumerados de la hojalata, la industria internacional ha llegado a concluir que la resistencia a la abrasión de los barnices aplicados sobre la película de estaño es un tanto frágil, especialmente en lo que se refiere a la ejercida durante la operación del doble cierre por lo que se ha desarrollado la lámina cromada! conocida comúnmente como lámina TFS (Tin Free Steel).

La lámina cromada es una lámina de acero similar a la de la hojalata, pero en lugar de estaño hay una película de cromo, figura 2.11 y se la viene utilizando masivamente desde 1960. En la actualidad un 90% de la industria la utiliza.

Uno de los efectos que tiene la hojalata que se usará , espesor 0.17 mm y dureza **DR9**, es que las herramientas de corte deberán ser con insertos en carburo de tungsteno. La selección del espesor



FIGURA 2.11 ESQUEMA DE LA COMPOSICIÓN DE LA LÁMINA CROMADA, TFS (8)

tiene razones comerciales, más que técnicas, aunque se hicieron pruebas en las que se noto que el comportamiento de una lámina mas delgada, 0.16 mm., es más inestable y podría causar muchos problemas en producción. Y las guías por donde corre la lámina barnizada o no deben tener un cromado duro, para que no afecte las capas superficiales de la misma y tienda a oxidarse, pues una vez perdida la capa de cromo se oxida con gran facilidad. No se comercializa con cantidades fuera de los rangos establecidos ni en recubrimientos diferenciales.

A pesar de todas estas virtudes de la lámina cromada, es necesario cumplir con buenas prácticas en la industria, especialmente en cuanto al manipuleo de envases se refiere, para evitar cualquier efecto principalmente externo que podría desmejorar el producto.

Características de las Láminas Cromadas (TFS)

Acabado

Las láminas cromadas se comercializan en los siguientes acabados:

- *Brillante.* - Se utiliza en la fabricación de envases de línea general. Su acabado es de un brillo lustroso.
- *Piedra (Stone).*- Se utiliza en la fabricación de diferentes tipos de envases incluido sanitarios, tiene acabado rugoso con ligera apariencia opaca, permanece sin rayaduras durante el proceso.
- *Mate.*- Su principal uso está en la fabricación de tapas coronas tiene acabado opaco, sin brillo (8).

Impresión

Las láminas TFS tienen una superficie químicamente estable, evita la formación de ojo de pez, y la humectancia durante la aplicación de barnices y tintas, permite excelente adherencia de los barnices, y da una adecuada resistencia a la corrosión después del formado.

Todas estas características permitirá hacer envases litografiados, figura 2.12, que no se venían produciendo por problemas en colores y adherencia.

Temple

Las láminas cromadas se fabrican en la misma gama de temple que la hojalata.

Resistencia al calor

Este material está 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.

Unión

Las láminas TFS se pueden unir con adherentes orgánicos y soldadura eléctrica, previa remoción del cromo en la parte a soldar.

Resistencia al manchado por sulfuros

Los envases y partes fabricados con láminas TFS son resistentes a las manchas producidas por sulfuro, proceso que se da en las plantas de empaque del producto como un sistema de detección de

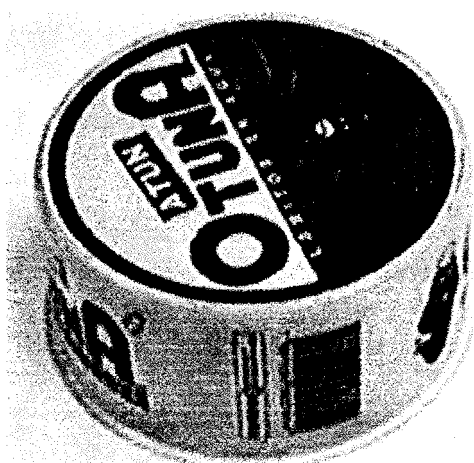


FIGURA 2.12 ENVASE LITOGRAFIADO

puntos de óxido, como control de calidad previo al proceso propiamente.

2.3. Diseño y Cálculo dimensional de la Copa

Se debe indicar que el producto de la primera operación que se obtenía antes de la transformación de la línea en tres operaciones, es el envase con altura y diámetro interior final con pestaña, figura 2.13, que tiene las dimensiones que antes ya se mencionaron en el apéndice A.

Partiendo de la premisa que no se variará el diámetro de corte y tomando como datos de origen para la copa, datos obtenidos en pruebas con herramientas temporales, se puede partir con los siguientes datos:

$$D_c = 152 \text{ mm (Diámetro de corte)}$$

$$d = 108.90 \text{ mm (Diámetro de la copa definitivo)}$$

$$h = 24.7 \text{ mm (Altura de copa definitivo)}$$

Se hace esta definición sin un cálculo especial pues mientras no se pasen los límites, que se obtuvieron del apéndice B. El resto de los diámetros se los obtiene mediante muestras medidas en fabricación de prototipos.



FIGURA 2.13 ENVASE CON PESTAÑA FABRICADO EN UNA OPERACIÓN

Para la identificación de los siguientes valores en el troquel de copa, se muestra la figura 2.14, como una descripción del proceso de embutición de la copa.

Cálculo de Radio Ideal del Pílon, r , en el Troquel de Copa

Para el cálculo de este importante parámetro en la construcción de las herramientas y el dimensionamiento de la copa, se necesita usar la siguiente fórmula empírica y el dato del espesor de la lámina:

$$s = 0.17 \text{ mm (Espesor de la lámina metálica)}$$

$$r = s * 9.5 * \sqrt{2} = 2.28 \text{ mm} \quad [\text{Ecuación 5}]$$

,donde por razones prácticas en la fabricación de piezas, se usa:

$$r = 2.0 \text{ mm}$$

Cálculo de Radio Ideal del Punzón, r , en el Troquel de Copa

Para calcular este valor se necesita usar la siguiente fórmula y los siguientes datos:

$$D_c = 152 \text{ mm (Diámetro de corte)}$$

$$d = 108.9 \text{ mm (Diámetro interior de la copa)}$$

$$s = 0.17 \text{ mm (Espesor de la lámina metálica)}$$

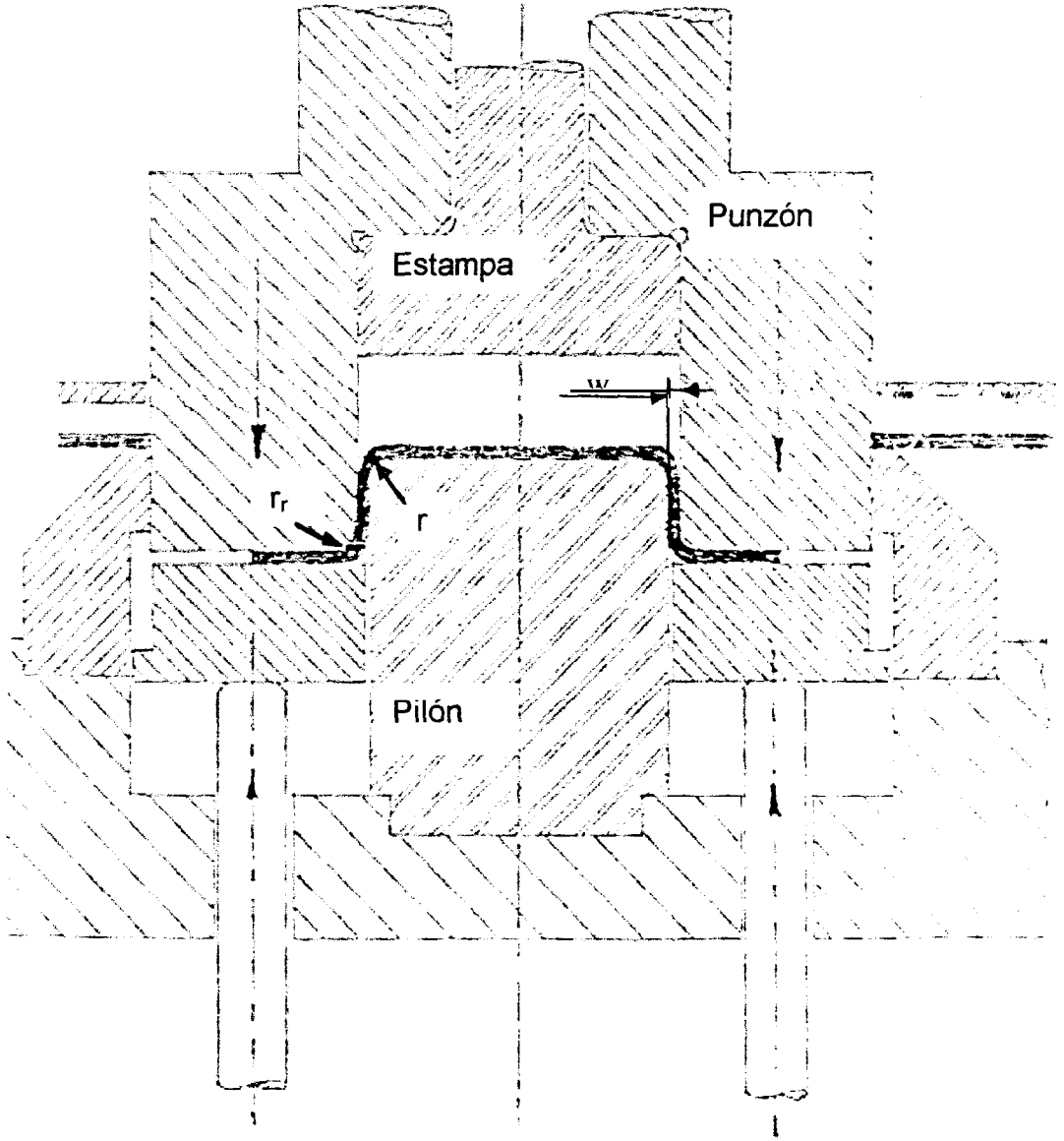


FIGURA 2.14 ESQUEMA DE EMBUTICIÓN DE COPA EN 1^{RA} OPERACIÓN

$$r_r = 0.035[50 + (D_c - d)]\sqrt{s} = 1.34 \text{ mm} \quad [\text{Ecuación 6, (5)}]$$

,donde por razones prácticas en la fabricación de piezas y por disponibilidad de herramientas especiales se usa el valor más cercano a herramientas estándar:

$$r_r = 1.25 \text{ mm}$$

Cálculo de Holgura w , entre Punzón y Pílon en el Troquel de Copa

Este valor es importante al momento de dar las medidas finales a las herramientas mas importantes del troquel que forma la copa, así como la medida del punzón donde entrará la copa para reembutirse en el troquel de segunda operación. Para calcular este valor se necesita usar la siguiente fórmula y el siguiente dato:

$$s = 0.17 \text{ mm (Espesor de lámina metálica)}$$

$$k = 0.07 \text{ (Factor para acero)}$$

$$w = s + k\sqrt{10s} = 0.26 \text{ mm} \quad [\text{Ecuación 7, (5)}]$$

Luego de este análisis se puede presentar un plano, apéndice E, en el que se detallan las principales medidas de la copa y además se mencionan las medidas de las herramientas punzón y pílón, con

la holgura calculada. También se puede observar en la figura 2. 15 una copa que fue fabricada con todas las características antes mencionadas.

Comprobación de Cálculo de Diámetro de Corte

Como demostración de que es correcto mantener el mismo diámetro de corte para la fabricación de la copa, se calculará el mismo y se admitirá hasta un 5% de diferencia, pues en la práctica se ha logrado disminuir el mismo lo máximo posible. Para obtener el diámetro D_{cc} , se necesitará la siguiente ecuación (para el caso de envases con radio en el fondo y pestaña) y los siguientes datos, obtenidos del apéndice E:

$d_1 = 104.9 \text{ mm}$ (Distancia entre los centros de los radios del fondo del envase)

$r = 2 \text{ mm}$ (Radio del fondo de la copa)

$d = 108.9 \text{ mm}$ (Diámetro interior de la copa)

$h = 24.7 \text{ mm}$ (Altura total de la copa)

$d_3 = 175.7 \text{ mm}$ (Diámetro de la *pestaña* de la copa)

$$D_{cc} = \sqrt{d_1^2 + 2r(d_1 + r) + 4dh + (d_3^2 - d^2)} = 156.51 \text{ mm} \quad [\text{Ecuación 8, (5)}]$$

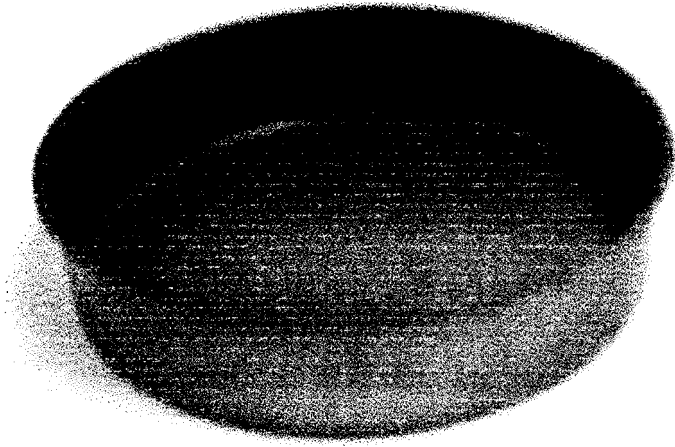


FIGURA 2.15 COPA DEL PROCESO DE 3 OPERACIONES

Lo que significa una variación del 3% del valor con que se ha estado trabajando, por lo tanto se considera correcto y suficiente el diámetro de corte que se está usando para el diseño.

Fuerza Requerida en Prensa de 1" Operación

Como parte de el cálculo que se hace, se incluirá la fuerza total que se requiere para esta operación de formación de la copa en la primera operación.

Lo primero que se calculará es la F_c , fuerza necesario para el corte de el disco:

$$D_c = 152 \text{ mm (Diámetro de Corte)}$$

$$s = 0.17 \text{ mm (Espesor de la lámina metálica)}$$

$$R_m = 620 \times 10^3 \text{ N/m}^2 \text{ (Resistencia a la tensión)}$$

$$\tau_{\alpha\beta} = 0.8R_m = 496 \times 10^3 \text{ N/m}^2 \quad [\text{Ecuación 9, (5)}]$$

$$S_T = \pi ds = 81.18 \text{ mm}^2 \quad [\text{Ecuación 10, (5)}]$$

$$F_c = S_T * \tau_{\alpha\beta} = 40.3 \times 10^3 \text{ N} \quad [\text{Ecuación 11, (5)}]$$

, pero como el troquel es doble, el valor será:

$$F_c = 80.60 \times 10^3 \text{ N}$$

En segundo lugar se calculará la F_{Z2} , fuerza necesaria para la embutición de la copa:

$$D_c = 152 \text{ mm (Diámetro de Corte)}$$

$$d_1 = 108.9 \text{ mm (Diámetro interior de la copa)}$$

$$s = 0.17 \text{ mm (Espesor de la lámina metálica)}$$

$$R_m = 620 \times 10^3 \text{ N/m}^2 \text{ (Resistencia a la tensión)}$$

$$\beta_{\max} = 2.0 \text{ (Relación de reducción máxima para acero)}$$

$$\beta = \frac{D_c}{d_1} = 1.40 \quad [\text{Ecuación 1, (5)}]$$

$$F_{Z2} = \pi(d_1 + s)sR_m 1.2 \frac{\beta - 1}{\beta_{\max} - 1} = 17.3 \times 10^3 \text{ N} \quad [\text{Ecuación 2, (5)}]$$

, pero como el troquel es doble, el valor será:

$$F_{Z2} = 34.6 \times 10^3 \text{ N}$$

Por último se calculará la fuerza F_{N2} , necesaria para compensar la presión de los cojines de hidrógeno que actúan sobre el prensa chapas; para esto se usará la siguiente fórmula y datos:

$$D = 752 \text{ mm (Diámetro de Corte)}$$

$$d_3 = 115.1 \text{ mm (Diámetro de la pestaña de la copa)}$$

$$p = 4.82 \times 10^3 \text{ Pa (Presión en los cojines)}$$

$$F_{N2} = \frac{\pi}{4}(D^2 - d_3^2)p = 37.3 \times 10^3 \text{ N} \quad [\text{Ecuación 3, (5)}]$$

, pero como el troquel es doble, el valor será:

$$F_{N2} = 74.6 \times 10^3 N$$

Por lo tanto si se suman todas estas fuerzas dará un resultado que se debe comparar con la capacidad de la prensa:

$$F_2 = F_C + F_{Z2} + F_{N2} = 189.8 \times 10^3 N \quad [Ecuación 12]$$

Lo que evidentemente no se compara con la capacidad de la prensa, $630 \times 10^3 N$, aunque no se ha tomado en cuenta aspectos como factores de seguridad para el marco de la prensa, peso de la parte superior del troquel y otros, que en todo caso no harían que la prensa pueda no sea apta para este proceso.

2.4. **Diseño de Forma de los Troqueles**

Uno de los aspectos más importantes en el proceso de 3 operaciones es la fabricación y modificación del troquel. Este diseño se mostrará esquemáticamente para fines descriptivos, pues los detalles de medidas son propiedad de la empresa Envases del Litoral, y ya se ha indicado en la tesis los datos que son de uso común.

Se debe aclarar que los troqueles que se tratarán son los de embutición y reembutición, pues el de recortador de anillo no sufre mayores cambios, sino los relacionados el uso de inserto de carburo de tungsteno en la cuchilla de corte, como ya se mencionó anteriormente.

Para poder entender el funcionamiento y la forma en que se variarán las herramientas, se verá en las figuras 2.16 y 2.17 la forma en que la lámina entra al troquel, luego este baja y se prensa entre la cuchilla y un anillo superior, para luego formar el envase hasta su altura final y estampar el fondo del mismo. Todo esto se realiza en 100 veces por minuto en el troquel que se tiene.

Estos esquemas muestran el típico arreglo lo que tiene un troquel de embutición sencilla, donde el producto que se obtiene es un envase embutido estampado en el fondo y con anillo, para posteriormente recortarlo en el troquel recortador, que tiene un sistema sencillo también.

Troquel de Primera Operación (Copa)

De esta manera al conocer esquemáticamente el troquel que se usa como primera operación, se hace evidente que este se puede



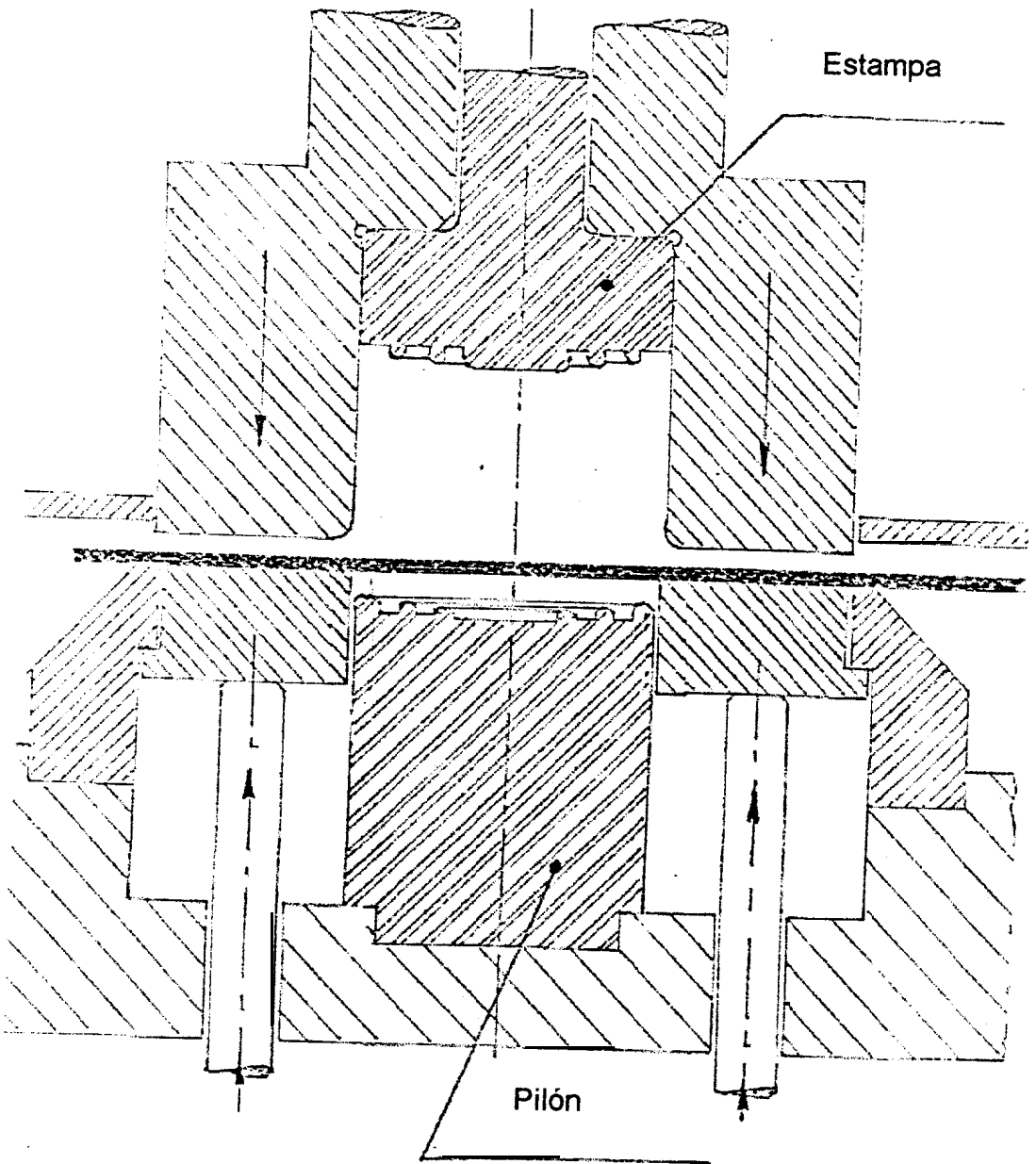


FIGURA 2.16 ESQUEMA DE ENTRADA DE TIRA A TROQUEL DE EMBUTICIÓN SENCILLA

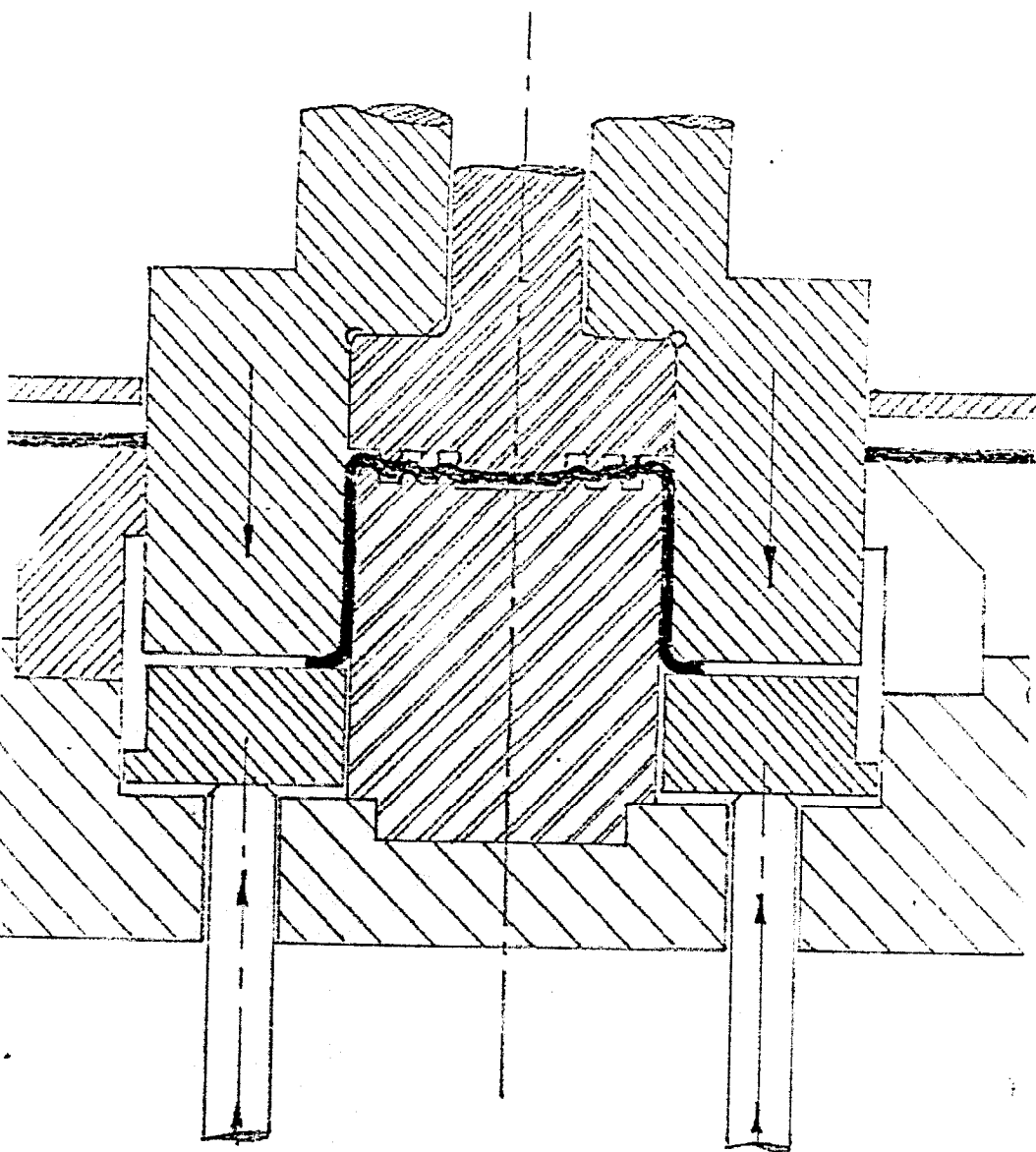


FIGURA 2.17 ESQUEMA DE EMBUTICIÓN Y ESTAMPADO EN UNA OPERACIÓN

usar para fabricar la copa, pues se estaría cambiando por un envase de mayor diámetro, menor altura y sin estampado en el fondo del mismo, lo cual es un esfuerzo menor, a pesar de la lámina mas dura. Por lo menos la fuerza que se necesita para la fabricación de este envase se dividió.

Lo que se observa en la figura 2.18 es el troquel con el pilón de mayor diámetro y sin **rodones**, la estampa y otras herramientas de la misma manera incrementado en su diámetro, en función de la copa; excepto el diámetro de corte que no se varió. Esta figura muestra el proceso en que la lámina entra al troquel, exactamente igual que en la embutición sencilla, y baja el punzón a presionar la lámina con el prensa chapas, esto es que lo evita las arrugas en la pestaña del envase y en los alrededores de la misma. La solución más económica para el caso del troquel de primera operación, es fabricar las piezas que se modifican y regular la carrera de prensa como se hacía para fabricar envases de diferentes alturas, aunque ahora la altura del producto de primera operación se mantendrá, sin importar la altura del envase mientras este entre las medidas que se hacían con el diámetro de corte anterior.

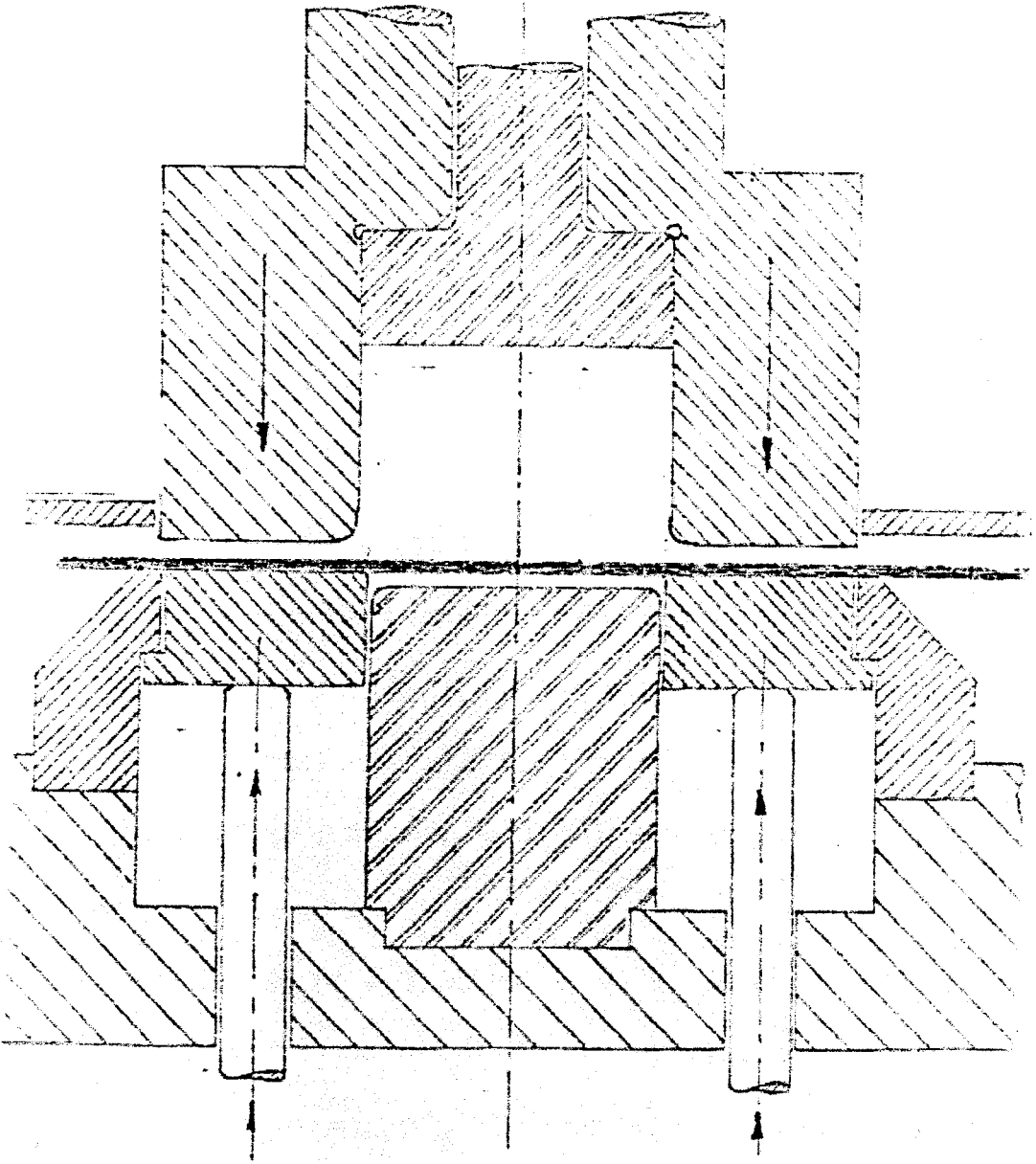


FIGURA 2.18 ESQUEMA DE ENTRADA DE TIRA A TROQUEL DE COPA

Luego de esto al interferirse el punzón con la cuchilla, se corta el disco de 152 mm, lo que se observa en la figura 2.19. Otro cambio significativo, aunque no de forma, sino de material, es el del inserto de carburo de tungsteno que se aplicó en la cuchilla para evitar las rebabas que se producirían por la dureza del material. Las herramientas parecen desgarrar el material y no cortarlo, pues se desgastaban con facilidad por la dureza de lámina metálica TFS.

Luego del proceso anterior el troquel empieza a embutir la lámina para formar el envase entre el pilón y el punzón. El limitante de la altura del envase será la distancia del filo del punzón a la estampa. Todo este proceso hará que se vaya reduciendo la pestaña hasta que el mismo deje de embutirse, punto en el cual la pestaña quedará en la medida deseada, pues el material estará presionado al máximo por la acción de los cojines sobre el prensa chapas.

En esta operación se estira una sección de la pared del envase, la pestaña no se deforma y el fondo del envase tampoco. Habrá una reducción de la pared y un incremento en la dureza de la pared del envase como resultado de la deformación plástica. Todo este proceso significará que el material tenga mayor resistencia a la

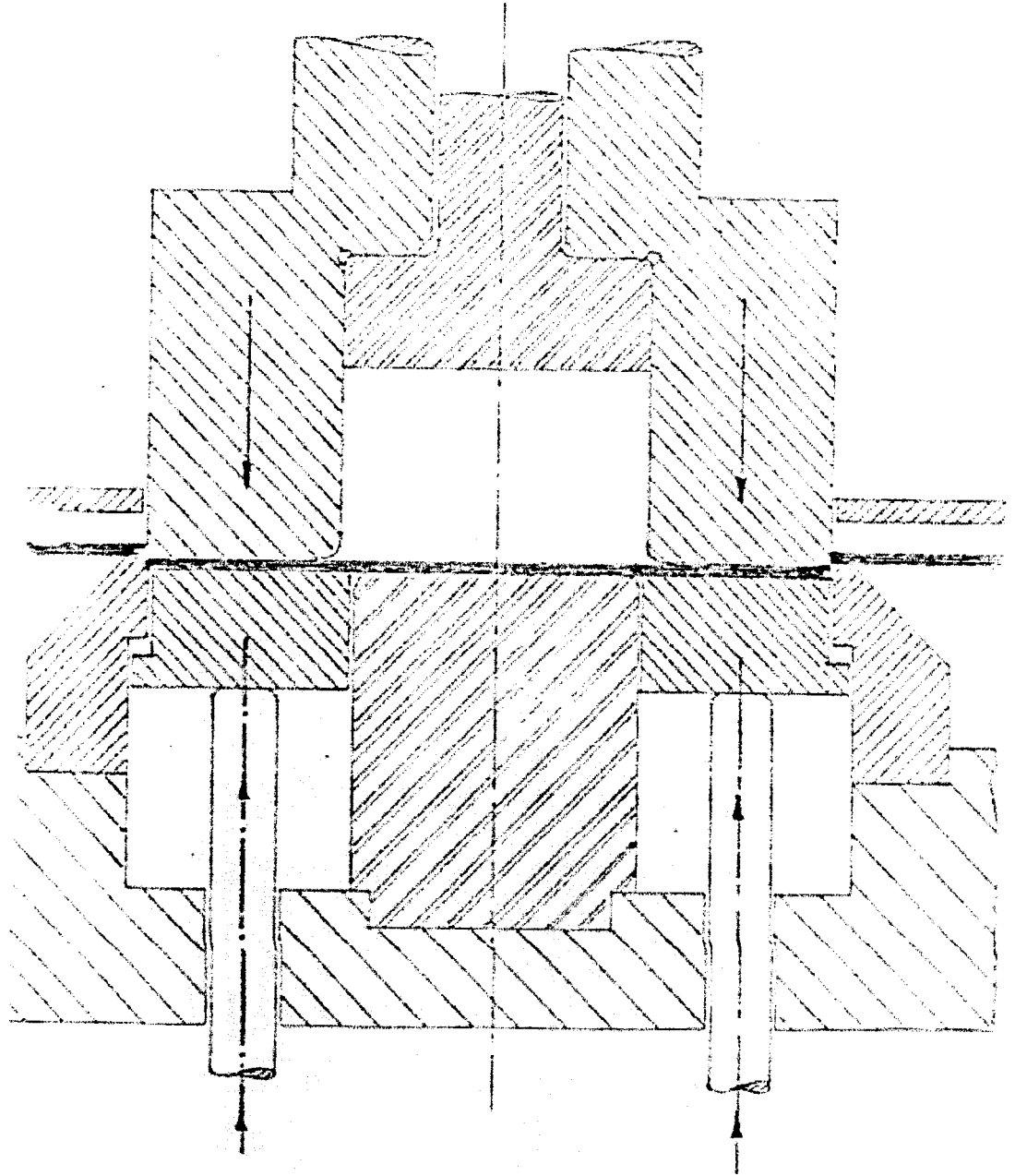


FIGURA 2.19 ESQUEMA DE CORTE DE MATERIAL EN TROQUEL DE COPA

tensión y menor ductilidad. La esquematización del proceso de embutición se puede observar en la figura 2.20 (9).

La última etapa del proceso de formación de la copa es la entrada de la nueva sección de lámina para corte y la subida de el punzón, dentro del cual va atrapada la copa, esto se observa en la figura 2.21.

Luego de esto, en la figura 2.22, se puede observar la expulsión de la copa por medio de la estampa u otro medio mecánico en otras ocasiones! para luego pasar como preproducto a la siguiente operación de reembutición.

Troquel de Segunda Operación (Reembutición)

El proceso de reembutición empieza con la recepción de la copa de la primera operación. La copa coincidir en medidas con el punzón de reembutido para que baje centrado al reembutido. Vale la pena aclarar que el esquema que se muestra en la figura 2.23, es una forma de disponer herramientas para un proceso de reembutido. En algún caso puede ser invertido, de tal forma que el pilón este abajo y la estampa arriba, lo significaría un cambio en la funcionalidad del troquel, más no en el resultado del producto.

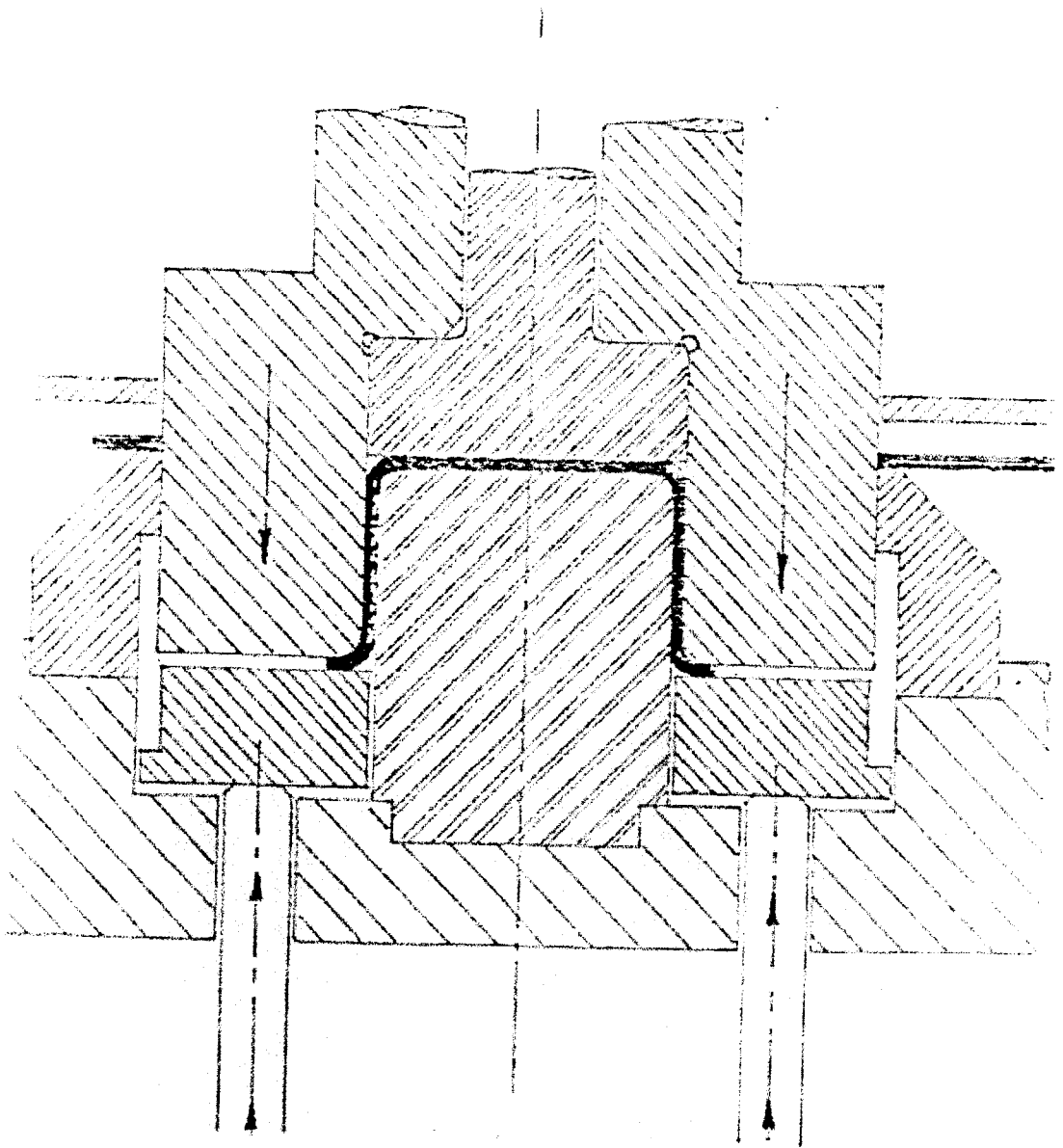


FIGURA 2.20 ESQUEMA DE EMBUTICIÓN DE COPA

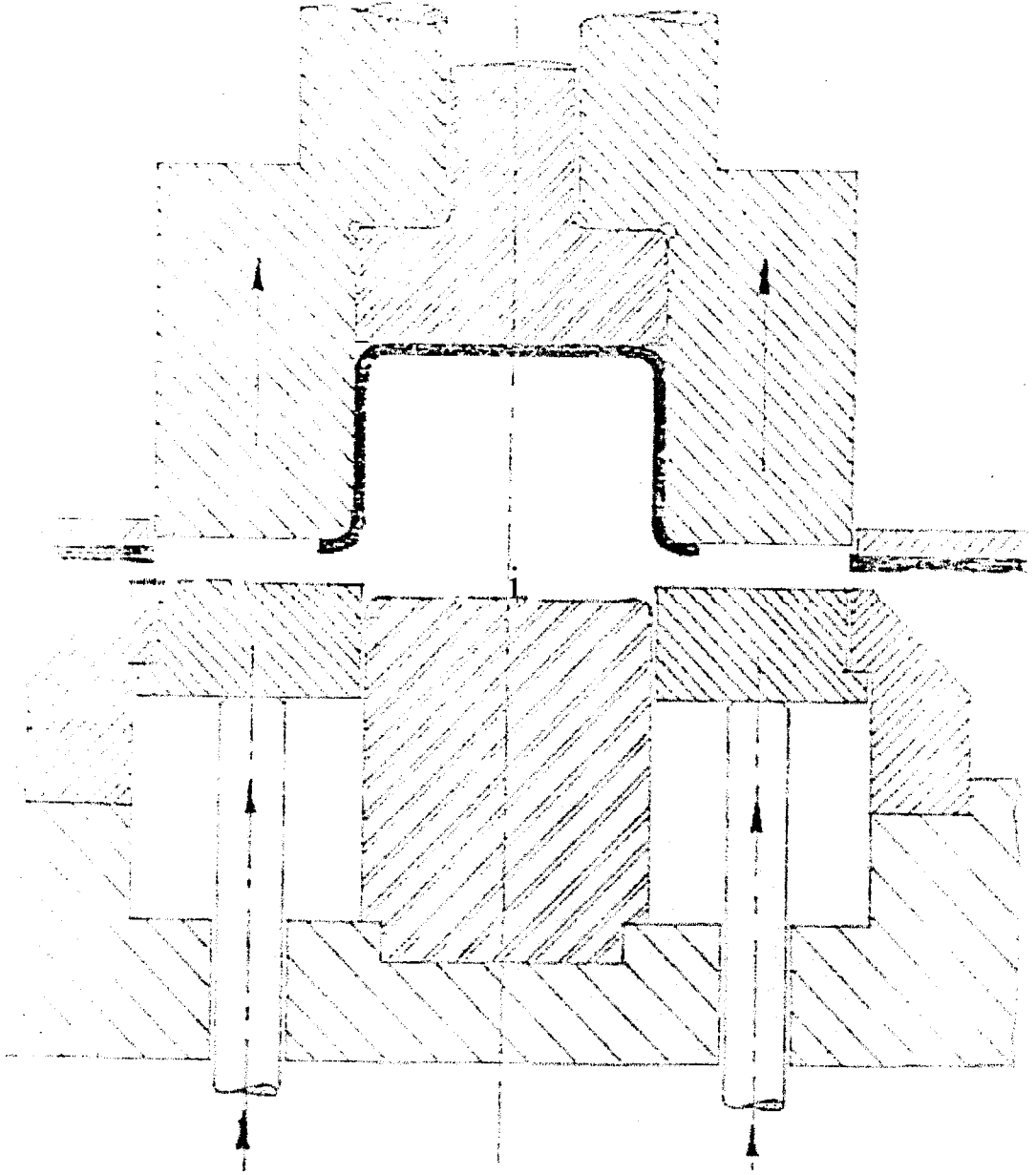


FIGURA 2.21 ESQUEMA DE SUBIDA DEL PRODUCTO EN PUNZÓN DEL TROQUEL DE COPA

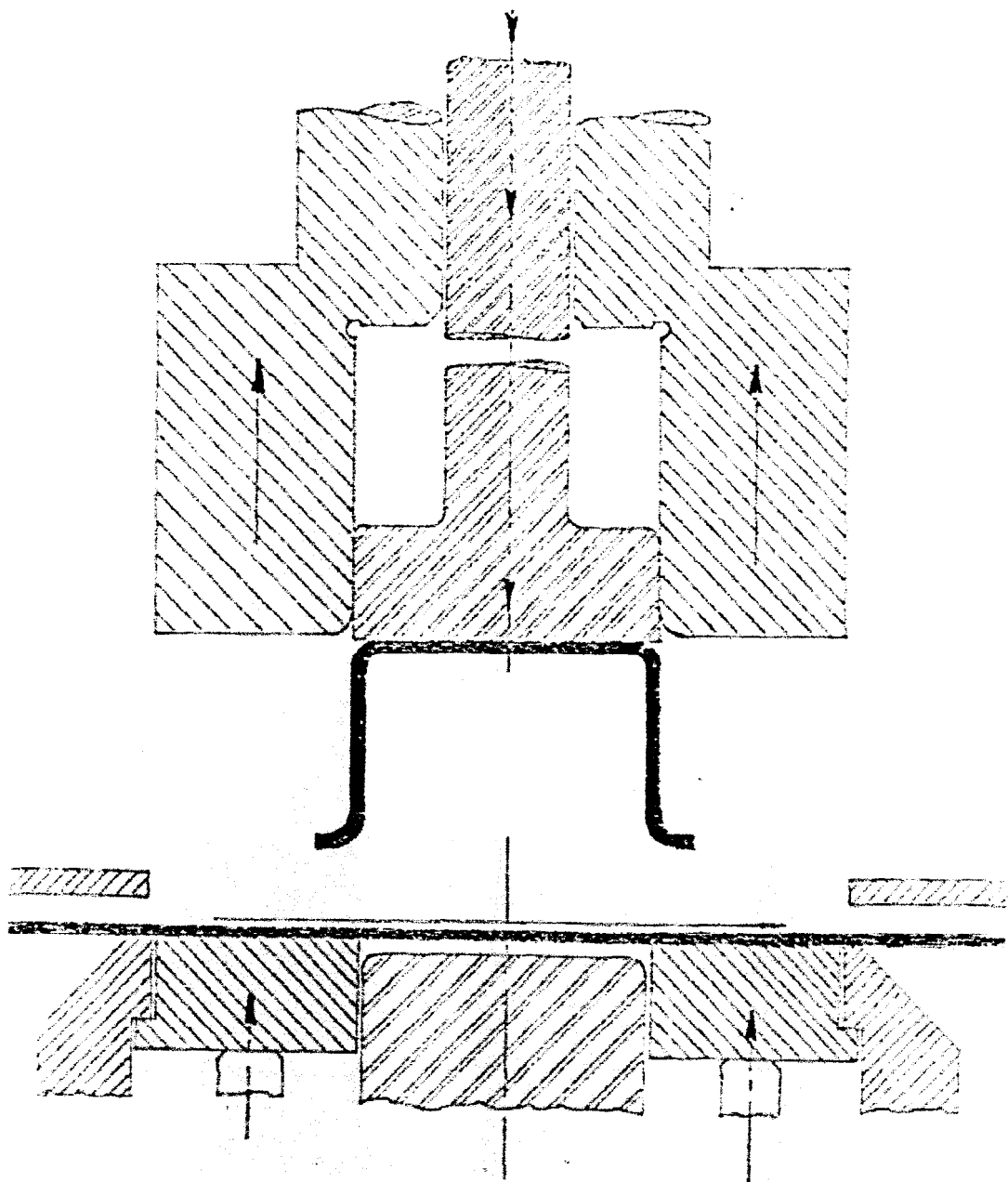


FIGURA 2.22 ESQUEMA DE EXPULSIÓN DEL PRODUCTO EN TROQUEL DE COPA

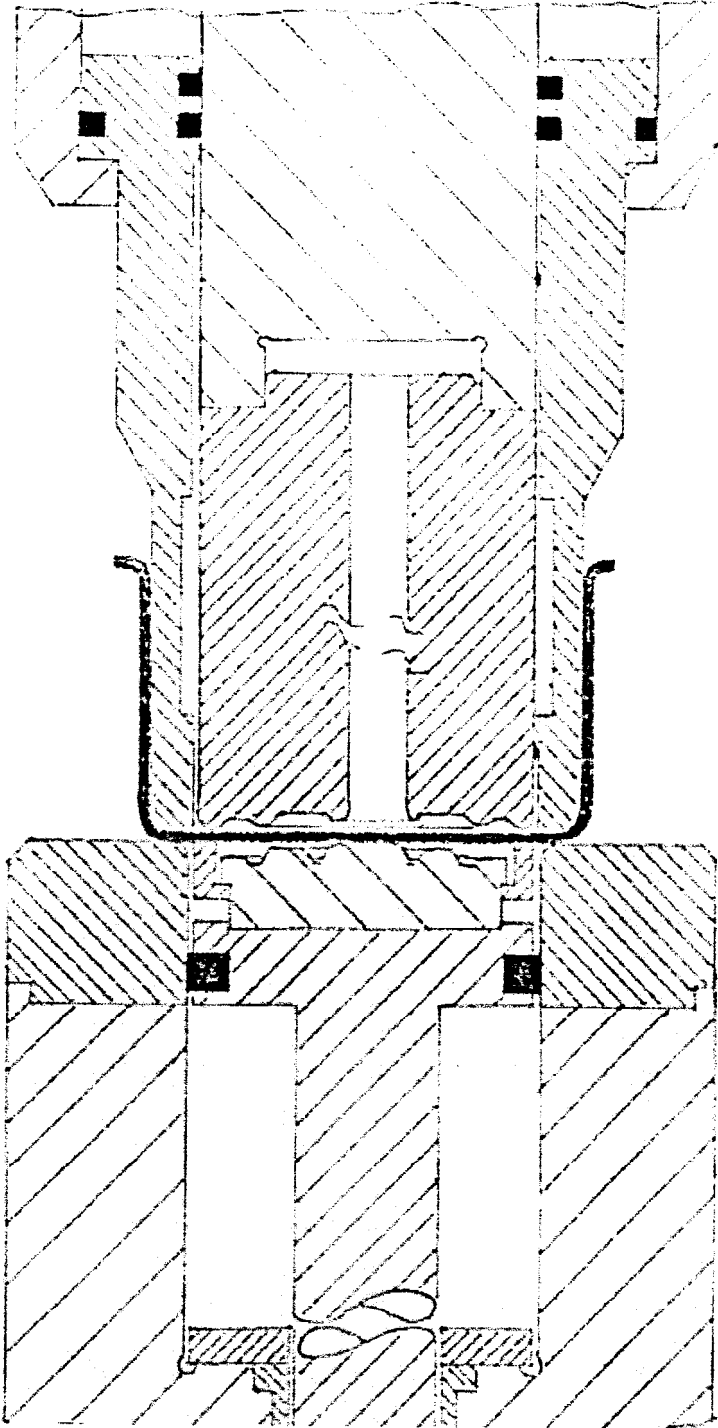


FIGURA 2.23 ESQUEMA DE CENTRADO DE COPA EN TROQUEL DE REEMBUTICIÓN

Mediante un sistema posicionador de copas, que puede ser neumático o mecánico, al bajar el punzón centra la copa en la parte superior, y la ajusta contra el anillo inferior.

Luego de esto, empieza la operación de reembutición, que consiste en la bajada del pilón y como consecuencia la reducción progresiva del diámetro del diámetro del envase. Esta operación se puede observar en la figura 2.24.

Al final de la carrera del troquel, se forma el estampado en el fondo del envase, y se refuerza, de ser necesario la pestaña para obtener el producto final. Esto se puede observar en la figura 2.25. Al pasar al siguiente ciclo, la estampa habrá subido y el pilón habrá entrado al punzón al momento de subir la parte superior, con lo que se quedaría el envase fuera de cualquier herramienta, para ser dirigido por medios neumáticos a la tercera operación.

Como un medio de entender la relación de dimensión entre los preproductos: copa, envase con pestaña y envase sin pestaña; y lo que se obtiene de cada una de las operaciones antes mencionadas, se muestra la figura 2.26, donde se notan las operaciones en sus tres etapas.

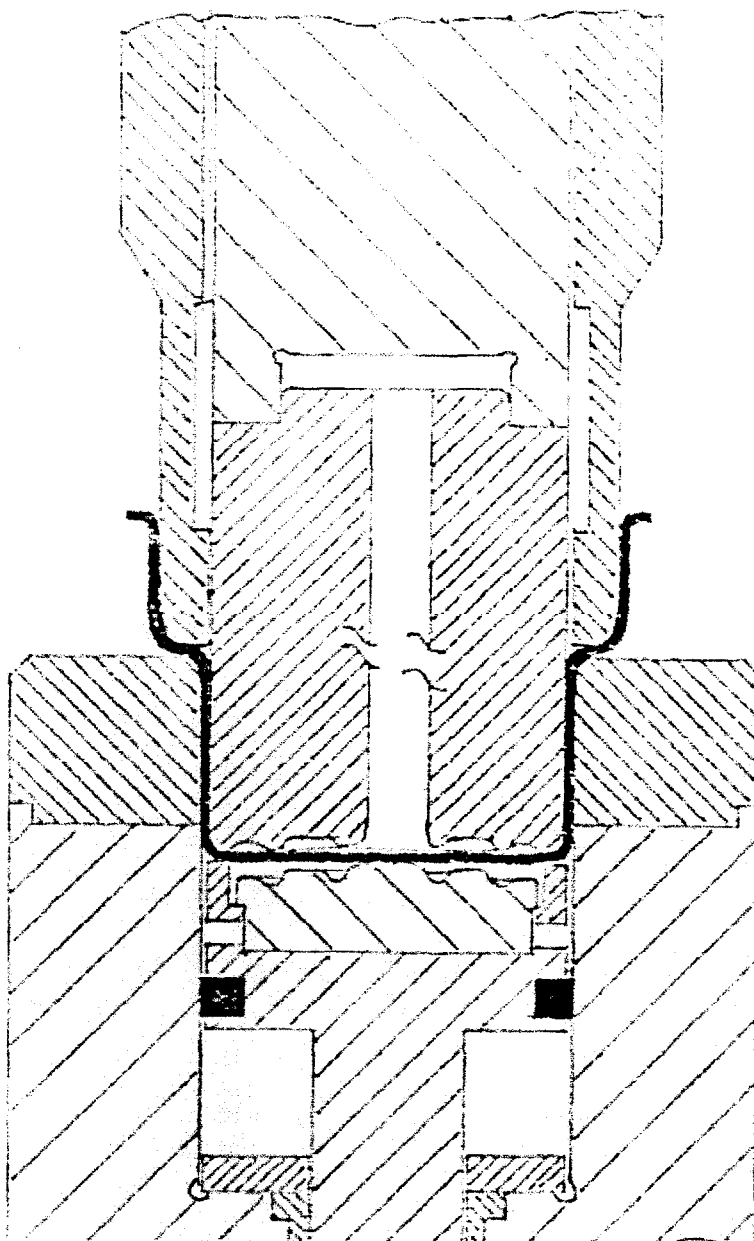


FIGURA 2.24 ESQUEMA DE EMBUTICIÓN DE COPA EN TROQUEL DE REEMBUTICIÓN

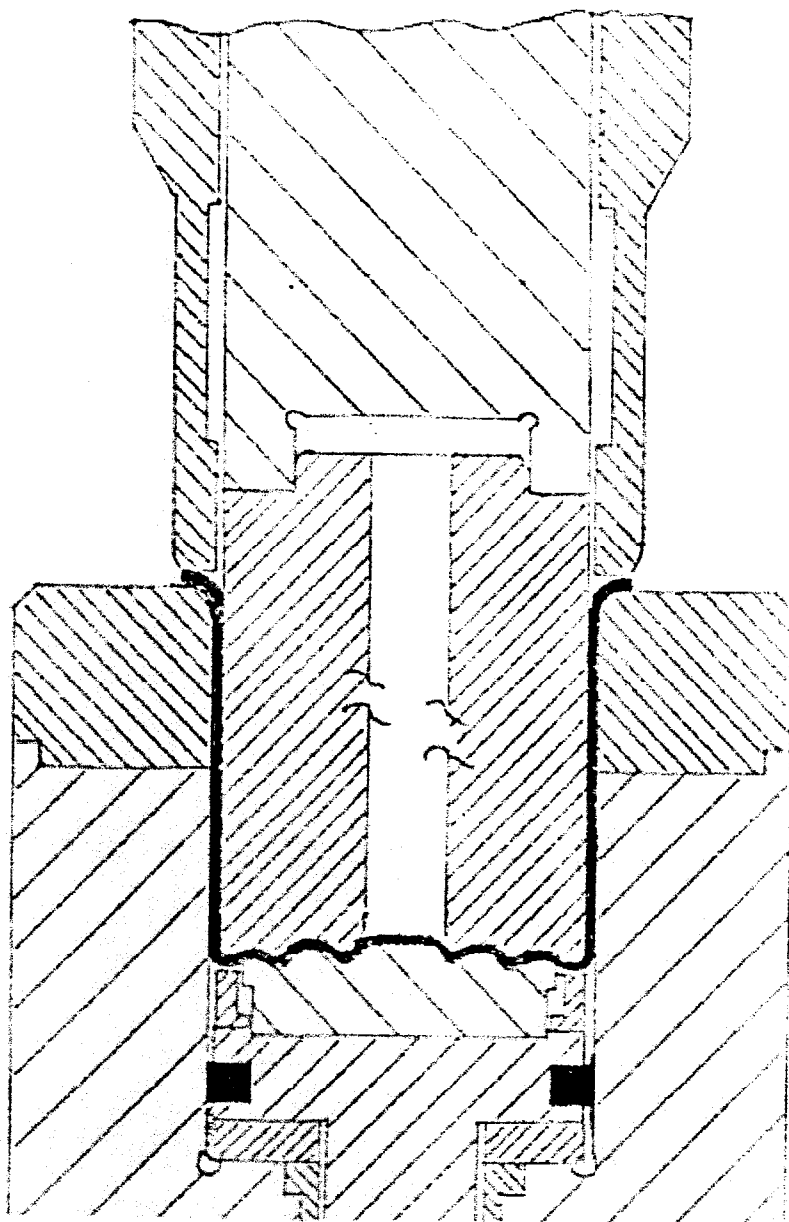


FIGURA 2.25 ESQUEMA DE ESTAMPADO DE ENVASE AL FINAL DE CARRERA DE TROQUEL DE REEMBUTICIÓN



FIGURA 2.26 PREPRODUCTOS Y PRODUCTOS EN LAS TRES ETAPAS DE LA REEMBUTICIÓN

2.5. **Modificación de la Forma en Fondo del Envase**

Como respuesta a la baja resistencia interna que se presenta en los envases fabricados en una sola operación, ya sea en pruebas dentro de la empresa o en el llenado de los mismos, se analizaron los puntos críticos que podrían afectar al mismo. Luego de atacar uno de los mayores problemas, la dureza propia de la lámina, se enfocará ahora una propiedad más manejable, como es la forma del fondo, la cual es crítica en todos los diseños.

Por razones técnicas es evidente pensar que si se realizan más **rodones** en el fondo, este tiende a resistir mayor presión, y más todavía con el cambio de lámina metálica por una de mayor dureza.

En las figuras 2.27 y 2.28, se puede observar la diferencia entre la forma del fondo anterior donde se observa un solo **rodón** grande y la forma nueva donde se notan tres **rodones** de menor tamaño, pero que proporcionarán mayor estabilidad. Esta propiedad de los envases a resistir una presión en el fondo es importante, pues en el proceso de autoclave atunero, por ejemplo, el envase tiende a deformarse por la baja resistencia en el fondo.

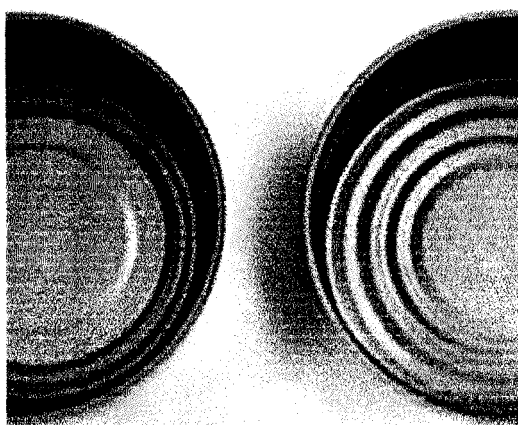


FIGURA 2.27 VISTA INTERIOR DE LOS 2 TIPOS DE FONDOS DE ENVASES 307 X 110.5

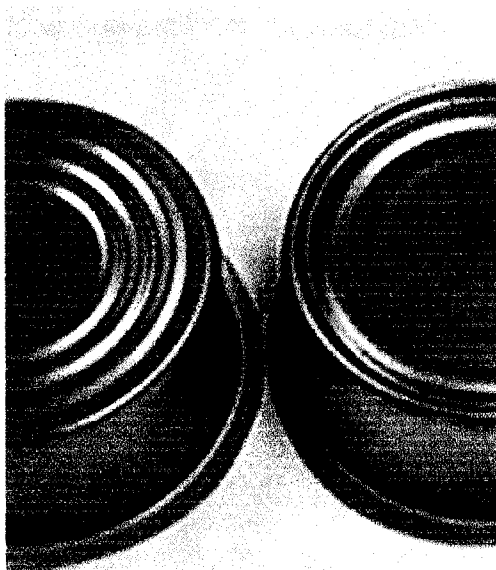


FIGURA 2.28 VISTA INFERIOR DE LOS 2 TIPOS DE FONDOS DE ENVASES 307 X 110.5

Con esta la información general que se ha presentado hasta el momento es posible presentar como referencia en el apéndice F, un plano del envase 307 x 110.5 con el fondo modificado, en donde se nota que esta modificación no afecta a las medidas generales de lo que está normalizado bajo la empresa.

Además de esta información, se muestra en el apéndice G la información general del producto tratado como referencia de la materia prima y detalles actualizados de la especificación bajo los nuevos diseños de tipo de lámina metálica y tipo de fondo del envase, lo cual se nota en la especificación. Todos los demás detalles de la nueva forma de fabricación no tienen mayor incidencia sobre la especificación general del envase, pues el proceso anterior a la embutición no varió.

CAPÍTULO 3

3. IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE REEMBUTICIÓN

3.1. Planeación de las Actividades del Proyecto

Actualmente a compañía tiene 3 líneas de fabricación, destinadas el envase 307 x 110.5, atún embutido, los cuales son fabricados en un proceso de simple embutición (dos operaciones) que incluye el recorte de anillo, en el diagnóstico de la situación se planteó la implementación del sistema de reembutición (3 operaciones), el cual permite utilizar hojalata de menor espesor y mayor dureza.

Las líneas de fabricación están distribuidas en forma lineal, constituidas por una prensa de 630×10^3 N toneladas que realiza la primera operación (embutición del envase) interconectada a través

de un transportador a la prensa de segunda operación de 300×10^3 N, que recorta el anillo. para luego enviarlo al paletizador.

Como ya se ha manifestado el mercado de envases es un mercado muy competitivo, lo que exige brindar un producto de mayor calidad y bajo precio, este envase de hojalata ayuda a generar altos ingresos para el país, como es el área pesquera: lo que significa que los envases con productos del mar, salen a mercados externos donde deben competir con precio y calidad.

Lo antes mencionado lleva a tomar la decisión de cambiar el sistema de fabricación actual por un sistema moderno que permite utilizar material de menor espesor y mayor dureza. con lo que se satisface las necesidades de obtener mejor calidad y bajo costo de envase, para poder llegar a los clientes con ofertas especiales que permiten competir y ampliar el Mercado.

El sistema nuevo requiere de equipos especiales, que la tecnología moderna ofrece internacionalmente, pero como las líneas actuales se las puede convertir a este nuevo sistema? adicionándole ciertos equipos y elementos, se hará de esta manera para fabricar envases

de alta calidad y bajo costo, comparado con comprar una línea nueva.

Como primer paso en la elaboración de este proyecto se generó un cronograma de actividades de mismo que se observa en la tabla 12. Se puede observar que se tomó un tiempo. para preparar toda la información, es decir recursos disponibles, inversión factible, aprobación y necesidad. Este proyecto como tal tiene una duración estimada de 120 días a partir de la preparación.

Luego que el proyecto fue preparado. se pasó para su aprobación y se le dio un número de identificación. Esto significa que se emprende la etapa de pedir los elementos a compras o importaciones y se empieza a hacer los planos y demás actividades relacionadas exclusivamente a la ejecución del proyecto. Para hacer el seguimiento y revisar el cumplimiento de las actividades? se preparó un cronograma de la implementación, tabla 13, pero descriptivamente se dividió en una forma funcional más adecuada:

- Modificación en primera operación de embutición
- Implementación en segunda operación de reembutición
- Modificación en tercera operación de recortador de anillo

TABLA 12

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

#	Actividades	Duración	Ago-2000	Sep-2000	Oct-2000	Nov-2000	Dic-2000
1	Preparación / Propuesta	30d	█				
2	Aprobación	15d		█			
3	Ejecución	75d			█		



TABLA 13

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN EN LÍNEA CERLEI 1 A 3 OPERACIONES

No.	Sección	Item	Descripción	Responsable	Duración	Octubre-2000	Noviembre-2000	Diciembre-2000
1	Prensa 1ra Op. PAE 63	1.1	Reubicación de prensa	Mant. Mecánico	15 d	██████████	██████████	
		1.2	Desconexión y Reconexión Eléctrica	Dpto. Eléctrico	15 d	██████████	██████████	
2	Troquel Copa C307(1)D-01	2.1	Planos	Dibujo Técnico	15d	██████████		
		2.2	Requisiciones Compras	Compras	10d	██████████		
		2.3	Requisiciones Importaciones	Importaciones	45d	██████████	██████████	
		2.4	Fabricación Accesorios Superiores e Inferiores	Taller	30d		██████████	
		2.5	Prueba	Producción / Dpto. Eléctrico	15d			██████████
3	Prensa 2da Op. Minster 8	3.1	Reubicación de prensa	Mant. Mecánico	13d		██████████	
		3.2	Acondicionamiento de prensa	Taller / Mant. Mecánico	25d		██████████	
		3.3	Conexión Eléctrica	Dpto. Eléctrico	12d		██████████	
4	Troquel Reembutado C307(2)D-01	4.1	Planos	Dibujo Técnico	12d	██████████		
		4.2	Requisiciones Compras	Compras	18d		██████████	
		4.3	Requisiciones Importaciones	Importaciones	50d	██████████	██████████	
		4.4	Fabricación de Troquel Completo	Taller	45d		██████████	██████████
		4.5	Prueba	Producción / Dpto. Eléctrico	15d			██████████
5	Prensa 3ra Op. Ceriel PAP 30	5.1	Acondicionamiento de prensa	Taller	21d		██████████	
		5.2	Instalación Eléctrica (PLC)	Dpto. Eléctrico	21d		██████████	
		5.3	Reubicación de la prensa	Mant. Mecánico	15d			██████████
6	Troquel Recortador RC307B-01	6.1	Requisiciones Compras	Compras	10d		██████████	
		6.2	Fabricación de Repuestos de Troquel	Taller	15d		██████████	
		6.3	Prueba	Producción / Dpto. Eléctrico	7d	██████████		██████████
7	Transportadores	7.1	Plano	Dibujo Técnico	20d	██████████		
		7.2	Requisiciones Compras	Compras	7d	██████████		
		7.3	Modificación de transportador de 1ra a 2da Op.	Taller	10d		██████████	
		7.4	Fabricación de transportador de 2da a 3ra Op.	Taller	21d		██████████	
		7.5	Fabricación de transportador de 3ra Op. a elevador	Taller	7d			██████████
		7.6	Ajustes y calibración	Mant. Mecánico	15d	██████████		██████████

Estas diferentes etapas serán revisadas más profundamente en los siguientes puntos, pero enumerando los elementos trascendentes y más relacionados con los troqueles o prensas.

3.2. Modificación en Primera Operación de Embutición

Esta fase del proyecto nos permite utilizar la misma prensa que se encuentra en funcionamiento y que realiza la primera etapa del envase! a partir de este momento la prensa continuará haciendo la primera etapa del proceso con la variante que trabajará con otras medidas a las que funcionaba, es decir habrá un cambio de troquel. El troquel modificado realizará el nuevo pre-envase, que se denominará copa

La prensa que se utiliza es una excéntrica de 63 toneladas, provista de embrague-freno neumático y equipada con un doble cojín de nitrógeno que sirve para la conformación del envase. En la tabla 14 se presentarán como referencia las características mas representativas de la prensa .

A esta prensa en el momento del cambio, previamente se le realizará un mantenimiento mecánico y eléctrico el cual será hecho por el personal asignado para este trabajo.

TABLA 14 .

CARACTERÍSTICAS DE LA PRENSA DE 1^{RA} OPERACIÓN

CAPACIDAD	630 x 10 ³ N
VELOCIDAD	60 – 100 GPM
MEDIDA DE LA MESA	500 x 740 mm
PROFUNDIDAD MAXIMA DE EMBUTICION	60 mm
LARGO DE TIRAS	110 – 320 mm
CURSO MAXIMO DEL ALIMENTADOR	240 mm
CANTIDADES DE GOLPES POR TIRAS	4 - 1 6
COMPRESION MÁXIMA POR TIRAS	1050 mm
PROFUNDIDAD MAXIMA DE EMBUTICION	60 mm
POTENCIA DEL MOTOR	7.36 kW 1500 rpm

La modificación y las partes que forman el troquel de copa, más los elementos de calibración. entre otros, se fabricaran en los talleres de la empresa; ya que cuenta con personal capacitado y los equipos necesarios para lograr este objetivo. Todo esto conlleva un **rediseño** de partes y proceso.

Como un dato adicional se presentara el listado de herramientas, tabla 15, que se necesita fabricar para la modificación del troquel de primera operación. En esta tabla se indican las cantidades de piezas de cada una, el acero que se esta usando para fabricarla y el material en bruto que se debe pedir a compras? pues todos los acero usados son de compra local

Además de mencionar los elementos que intervienen en esta modificación de la primera operación, se presentará un resumen de costos, tabla 16, en función de los ítems económicamente más representativos.

TABLA 15

LISTA DE PIEZAS DE TROQUEL DE 1^{RA} OPERACIÓN

<i>Partes</i>	<i>Plano /Número</i>	<i>Cant.</i>	<i>Material /Tipo</i>	<i>Dimensiones (mm)</i>
Porta punzón	C307(1)D-01-T-12	2	AISI 4337 (705)	φ 160 x 114
Punzón	C307(1)D-01-T-13	2	AISI D6 (XW5, SVERKER 3)	φ 152 x 44.5
Botador	C307(1)D-01-T-14	2	AISI O1 (DF2)	φ 109.2 x 108
Pilón	C307(1)D-01-T-19	2	AISI D2 (XW41)	φ 109.20 x 50
Base de Pilón	C307(1)D-01-T-20	2	AISI O1 (DF2)	φ 91.6 x 82
Prensachapas	C307(1)D-01-T-21	2	AISI D3 (XW5, K100)	φ 196.4 x 70
Anillos de fricción		2	Shanban	L = 1.36 m, e = 12.7 mm

TABLA 16
COSTOS GENERALES DE LA 1^{RA} OPERACIÓN

MANTENIMIENTO	\$1400
MATERIALES	\$ 600
TROQUEL	\$10000
TOTAL	\$12000

3.3. Implementación en Segunda Operación de Reembutición

La implementación de la segunda operación consiste en intercalar entre la primera operación y la segunda operación actual! un equipo que permita hacer la segunda operación partiendo de la copa obtenida en la primera operación.

Esto se lo hace utilizando una prensa excéntrica de 650×10^3 N toneladas de capacidad, provista de volante, embrague y freno neumático en la que se instalará la herramienta doble para realizar la reembutición, contando además con un sistema de contra presión que es un cojín accionado con nitrógeno, que permite obtener una operación de la más alta calidad.

Esta prensa además deberá estar conectada a un sistema de alimentación que permite pasar las copas de la prensa que las fabrica, al troquel que va a efectuar la reembutición. En la tabla 17 se presentarán como referencia las características mas representativas de esta prensa. Se proporciona una cantidad de datos adicionales, como tipo de embrague, transmisión, lubricación, etc, por ser la prensa nueva dentro del sistema, pues algunos de estos datos sirvieron para diseñar ciertas partes del proceso

Igualmente deberá instalarse un sistema de desalimentación para trasladar los envases reembutados a la siguiente operación, que es donde el envase debe ser recortado y sale terminado para ser transportado a la sección de empaque.

Los equipos y demás elementos que son necesarios para la implementación de esta segunda operación serán la prensa, sus implementos y el troquel que se fabricará, entre lo más importante. Lo referente a transportadores, alimentadores también serán fabricados localmente en la misma instalación de la empresa.

TABLA 17

CARACTERÍSTICAS DE LA PRENSA DE 2^{DA} OPERACIÓN (7)

CAPACIDAD	650 x 10 ³ N
VELOCIDAD	60 – 100 GPM
MEDIDA DE LA MESA	355 x 560 mm
CARRERA	152.4 mm
REGULACION DE LA CARRERA	762 mm
ALTURA DE LA MESA	558.8 mm
SISTEMA DE LUBRICACION	circuito cerrado
VOLTAJE CON ENGRANAJE EXTERIOR	Reducción mecánica
EMBRAGUE/FRENO AL CIGÜEÑAL	Neumático
POTENCIA DEL MOTOR	7.36 kW 1500 rpm

En la tabla 18 se encuentra la lista de las piezas del troquel nuevo, donde se indican las cantidades de piezas de cada una, el acero que se esta usando para fabricarla y el material en bruto que se debe pedir a compras. La mayoría de estos elementos son de compra local.

Como la prensa Minster 6 se compró de segunda mano, se le realizó un mantenimiento, que requirió algunos trabajos de fabricación y cambio de partes, así como incorporación de elementos de nitrógeno, neumáticos y varios.

En la tabla 19 se presenta la lista de los elementos cambiados y/o fabricados. También se presenta un resumen de los costos generales de esta etapa de implementación de la reembolso, tabla 20, en función de los ítems económicamente más representativos.

TABLA 18

LISTA DE PIEZAS DE TROQUEL DE 2^{DA} OPERACIÓN

Partes	Plano /Número	Cant.	Material /Tipo	Dimensiones (mm)
Base Superior	C307(2)D-04-T-01	1	Hierro fundido	812.8 x 533.4 x 63.5
Anillo de Sujeción	C307(2)D-04-T-02	2	AISI 1045 (760)	φ 177.8 x 9.53
Cilindro	C307(2)D-04-T-03	2	AISI 1045 (760)	φ 133.35 x 87.3 (pared=13)
Pistón	C307(2)D-04-T-04	2	AISI 4337 (705)	φ 107.84 x 46.03
Tapa da Pistón	C307(2)D-01-T-05	2	AISI 4337 (705)	φ 133.35 x 15.87
Porta Punzón	C307(2)D-01-T-06	2	AISI D2 (XW41)	φ 180.98 x 25.4
Punzón de Reembutido	C307(2)D-01-T-07	2	AISI D - 6 (XW5)	\$123.82 x 151
Expulsor	C307(2)D-01-T-08	2	AISI D 3 (XW5))	\$93.68 x 70.18
Piñ de expulsor	C307(2)D-01-T-09	6	AISI O1 (DF2)	φ 25.4 x 109.5
Anillo Suple 307x110.5	C307(2)D-01-T-10	2	AISI D2 (XW41)	φ 76.1 x 15.87
Estampa Superior	C307(2)D-01-T-11	2	AISI D2 (XW41)	φ 83.85 x 26.5
Insero de Pilón	C307(2)D-01-T-12	2	AISI D 2 (XW41)	0 67 . 87 x 3 1 . 7 5
Pilón	C307(2)D-01-T-13	2	AISI D 2 (XW41)	φ 83.58 x 11 0.3
Prensachapas	C307(2)D-01 -T-1 4	2	AISI D2 (XW41)	φ 141.34 x 61.64
Guía de Centrado	C307(2)D-01 -T-1 5	2	AISI A2 (XW10)	φ 184.15 x 88.3
Soporte de Guía de Centrado	C307(2)D-01 -T-1 6	2	AISI 4140 (705)	φ 203.2 x 09.85
Bocín Retenedor	C307(2)D-01-T-17	4	AISI 4337 (705)	φ 119.06 x 53.98
Base Inferior	C307(2)D-01-T-18	1	Hierro fundido	812.8 x 533.4 x 98.42
Palillos	C307(2)D-01-T-19	12	AISI 01 (DF2)	φ 19.05 x 133.35
Bocines da Palillos	C307(2)D-01-T-20	24	Bronce	\$28.1x φ6nC19.05)
O-Ring da Pistón	C307(2)D-01-T-21	4	Quad Seal #Q4344	
Anillo de fricción	C307(2)D-01-T-22	1	W2-3750-500	L = 1000
Columnas	C307(2)D-01-T-23	4	Lamina AP1-2056	-
Casquillos	C307(2)D-01 -T-24	4	Lamina AB1 -2044	
Jaula de Botas	C307(2)D-01-T-25	4	Lamina AR1 -2028	
Placa Base	E-26170	1	Plancha hierro	429.07 x 266.70 x 12.7
Guía frontal izquierda	D-26171-0	2	AISI 1045	142.88 x 20.50 x 25.4
Gota frontal derecha	D-26171-0	2	AISI 1045	98.43 x 20.50 x 25.4
Guía lateral	D-26171-0	2	AISI 1045	214.33 x 28.58 x 25.4
Placa guía frontal izquierda	D-26172-0	2	AISI A2 (XW10)	142.80 x 25.4 x 6.35
Placa guía frontal derecha	D-261 72-0	2	AISI A2 (XW10)	90.43 x 25.4 x 6.35
Pines de Paro		4	Nylon	φ 15 x 15
Eje plato impacto	C26177-0	3	AISI 4337 (705)	φ 36.7 x 110
Cubierta da Plexiglass	E-26395	1	Acrílico	508 x 304.6 x 9.53
Boquilla de expulsión	2		Tubo de cobre	φ 5 x 100

TABLA 19

LISTA DE ELEMENTOS DE PRENSA MINSTER 6 (REEMBUTICIÓN)

Partes	Plano / Número	Cant.	Material /Tipo	Dimensiones (mm)
Eje Soporte	S00-6	6	AISI 4140	\$ 2.2 . 2.2 x 3 5 5 . 6
Tubo espaciador	S00-7	6	Tubo	ϕ 36.1 x 192.94 (pared=7.14)
Eje centrador	S00-8	2	AISI 1045	ϕ 22.22 x 125.46
Plato de caucho	S00-10	2	Caucho (Adipreno Duro 60 Shore)	ϕ 95.25 x 13.49
Plato de presión	S00-11 (04-I 44-R-03)	2	AISI A2 (XW10, Cali)	ϕ 139.70 x 44.45
Bocín	S00-5 (04-144-R-03)	2	/Bronce	426.57x31.75
Base de Cojín	S00-12	2	AISI 4140	203.2 x 200.15 x 63.5
Pin de presión	S00-13	12	AISI A2 (XW10)	ϕ 19.05 x 171.45
Base de Grasera	04-031-R-09	2	AISI 4337 (705)	ϕ 37.9 x 9.6
Perno de ajuste	04-031-R-11	2	AISI 304	ϕ 11.9 x 32.9
Bocín guía	04-031-R-15	1	AISI 4337 (705)	ϕ 101.5 x 98
Espárrago	04-031-R-17	4	AISI 4337 (705)	ϕ 25.4 x 231.77
Base seguidora de leva	04-031-R-18	1	AISI 4340	5 1 x 22.7 x 357
Pasador	04-031-R-16	2	AISI 4340	ϕ 12.7 x 55
Eje de transmisión	04-031-R-07	1	AISI 1045	ϕ 31.75 x 850.9
Arandelas	04-031-R-08	4	AISI 1046	ϕ 63.5 x 9.53
Tanque de compresión	S00-9	2	T-2 G=17"	-
Cilindro de Nitrógeno	S00-4	6	RF 2.5x2.5	
Panel del cilindro	S00-22	2	CC-1500-A	-
Grasera	S00-8	2	Grasera 7/16" (90')	
PLC	-	1	Siemens	
Elementos Neumáticos	Varios	-	-	-
Sensores Inductivos	-	2	-	-
Sensores Fotoeléctricos	Opticos	6		

TABLA 20
COSTOS GENERALES DE LA 2^{DA} OPERACIÓN

PRENSA	\$ 45000
MANTENIMIENTO	\$ 5000
TROQUEL DOBLE	\$ 48000
COJIN DE NITROGENO	\$ 14000
TRANSPORTADORES	\$ 5000
TOTAL	\$117000

3.4. Modificación en Tercera Operación

Para la tercera operación o recorte de anillos en los envases! se utilizará el mismo equipo que se dispone actualmente, adicionándole determinados controles eléctricos, como controladores lógicos programables (PLC), que son una implementación por razones de facilidad en los procesos de control de sincronización y como una reducción de los elementos eléctricos que se usan corrientemente, como temporizadores. relees, etc. Todo esto se considera parte de el proyecto! pues es necesario dejar la línea revisada para no tener problemas en operaciones que no están directamente relacionadas

con la implementación pero que pueden convertirse en un cuello de botella.

Tanto a la prensa como al troquel de recortar anillos, previamente se le realizará un mantenimiento general, mecánico y eléctrico, el cual será hecho por el personal asignado para este trabajo, y que tendrá el apoyo del taller mecánico para la fabricación y reparación de las partes que fueren necesarias. Como un dato referencia¹ se indicará en la tabla 21 un listado de las características mas representativas de la prensa.

Como lo más representativo de esta etapa de la implementación fue la fabricación de piezas del troquel, de tal manera que pueda estar apto para el trabajo con lamina TFS. En la tabla 22 se indican las piezas a fabricar o comprar para troquelaría.

Se presenta en la tabla 23, un resumen de los costos generales de esta parte de la implementación, donde se incluye el costo de transportadores, que son elementos que se fabrican específicamente para cada línea, según el tipo de prensa y alimentación.

TABLA21

CARACTERÍSTICAS DE LA PRENSA DE 3^{RA} OPERACIÓN

CAPACIDAD	300 x 10 ³ N
VELOCIDAD	80 – 110 GPM
MEDIDA DE LA MESA	355 x 220 mm
PROFUNDIDAD MAXIMA DE EMBUTICION	50 mm
CARRERA	125 mm
DISTANCIA ENTRE GUIAS	400 mm
POTENCIA DEL MOTOR	5.5 KW

TABLA 22

LISTA DE PIEZAS DE TROQUEL RECORTADOR DE ANILLOS

<i>Partes</i>	<i>Plano / Número</i>	<i>Cant.</i>	<i>Material /Tip 0</i>	<i>Dimensiones</i>
Cuchilla	RC307D-05-T-02	2	AISI D3 (K100)	φ 150 x 34
Punzón de Corte	FC 407.8	2	AISI D2 (XW41, K II 0)	φ 88.8 x 39
Centrador	RC307D-05-T-05	2	AISI D2 (XW41, K 110)	φ 83.7 x 23
Suple de Centrador	RC307D-05-T-06	2	AISI D3 (K100)	φ 70 x 15
Expulsor de Anillo	RC307D-05-T-07	2	AISI 3215 (7210, E-41 0)	φ 123 x 62
Guía del Resorte de Expulsor	RC307D-05-T-09	8	Acero Plata	φ 7 x 50
Columnas	ST 7181.40 x 224 x 258	4	Steinel	-
Guía y jaula de bolas	ST 74'14.40 x 107 x 128	4	Steinel	-
Guías de columnas	ST 7182.40 x 47	4	Steinel	-
Bocin de columnas	SN 259	4	Tubo de acero	φ 6 x 60

El rubro correspondiente a la parte eléctrica no se consideró dentro de cada una de las prensas, sino como un costo separado. El valor planificado como gasto correspondiente a esto es de USD13000.

TABLA 23

COSTOS GENERALES DE LA 3RA OPERACIÓN

MANTENIMIENTO	\$500
TRANSPORTADORES	\$5000
TROQUEL	\$2500
TOTAL	\$8000

3.5. Pruebas Comparativas del Producto

3.5.1. Resistencia a la Presión Interna

Una vez finalizada la etapa de fabricación y montaje, se procedió a realizar pruebas comparativas con la finalidad de verificar las bondades del nuevo material y proceso, pero se consideraran especialmente dos prueba que tienen gran incidencia sobre el producto final.

Una de las pruebas que se realizó al producto nuevo obtenido fue la prueba de la resistencia a la presión interna, que se hace en dispositivo especialmente diseñado para este propósito. Este dispositivo consiste en colocar el envase sobre un plato con una alimentación de aire comprimido, dentro de una cámara de protección

Este dispositivo tiene un regulador de presión que permite incrementar la misma dentro del envase pausadamente para determinar en que punto el envase colapsa y a que presión se da este fenómeno. La importancia de esta prueba es que proporciona un valor de comparación de el envase contra otro de iguales o diferentes características como este caso en particular.

Para poder comparar el desempeño del envase anterior con el envase nuevo de diferentes características, se presenta la tabla 24. que resume los datos obtenido de varias muestras e indica un valor promedio obtenido.

TABLA 24
COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA PRESIÓN
INTERNA DEL ENVASE

LAMINA	ETP	TFS
ESPESOR	0.19 mm	0.17 mm
DUREZA	57 HR 30T	76 HR 30T
RESISTENCIA	$< 110 \times 10^3 \text{ Pa}$	$< 165 \times 10^3 \text{ Pa}$

3.5.2. Resistencia del Panel Central

El panel central del envase es el fondo del mismo! y como consecuencia del cambio del diseño en este, se esperaba una mejora en la resistencia del panel central.

La máquina donde se realiza esta prueba de resistencia consiste en un macho que llega hasta casi el fondo del envase, de tal forma que la parte de la pared, no se vea afectada por la presión inducida dentro del mismo. De esta forma toda la presión neumática aplicada en el sistema se aplica sólo al fondo.

Al realizar pruebas a los dos tipos de envase. es decir entre el anterior y el nuevo, se observó los valores de presión a los cuales se dieron las transiciones más representativas y se las resume en la tabla 25.

La tabla muestra que el envase nuevo tiende a aflojarse, es decir deformarse en forma esférica! a presiones más altas que el envase que se fabricaba anteriormente.

Dureza Superficial de Barniz

Existe un forma de comparar la adherencia del barniz a la lámina metálica, esta es el test de dureza Erichssen. Esta prueba consiste en el arrastre de un lápiz con un medidor de fuerza, que al deslizarlo por la superficie barnizada da una lectura directa en gramos fuerza, que a valores mayores indica la mejor adherencia del barniz y su propiedad intrínseca a evitar las rayaduras, lo cual es uno de los grandes inconvenientes que se tiene con la lámina ETP y se mejora con la TFS.

De datos promedio se puede observar que la resistencia de un barniz típico para atún en envase 307 x 110.5 aplicado

TABLA 25

COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL PANEL CENTRAL DEL ENVASE

Espesor (mm)	Dureza (HR 30T)	Presión $\times 10^3$ (Pa)	Observaciones
0.19	57	69	Panel central no se afloja
		83	Panel central <u>se afloja y no se deforma el rodonado</u>
		207	Panel central <u>se afloja y se deforma el rodonado</u>
0.17	76	103	Panel central no se afloja
		207	Panel central <u>se afloja muy levemente .</u>
		241	Panel central se afloja y se deforma el rodonado

en lámina ETP (Hojalata electrolítica) es de 800 ± 100 g_f y la lectura promedio del mismo barniz aplicado bajo las mismas condiciones de barnizado, sobre la lámina TFS dió como resultado promedio 1200 ± 100 g_f.

CAPÍTULO 4 .

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Ventajas del Proceso de Reembutición

A pesar de las buenas características y comportamiento, la lámina cromada TFS, presenta un gran desempeño! desde el momento en que muestra una gran adherencia comprobada por medio de la prueba de Erichssen. Esto también incide sobre la mejora en la aplicación de litografía por su mejor adherencia. Luego estas propiedades se mostraron como básicas para el mejor desempeño de la hojalata en los procesos de corte y embutido.

Los defectos de rayaduras bajaron como se esperaba con el uso de la lámina TFS, siempre y cuando se este usando las superficies de contacto y rodadura de la lámina cromada. Y para el corte nota un

buen resultado cuando se utiliza inserto de carburo de tungsteno como se había proyectado.

La implementación de este sistema brinda muchas ventajas, las cuales han sido demostradas a lo largo del proyecto, entre ellas se pudo utilizar con buen resultado en producción la lámina de menor espesor y alta dureza, que es algo que sólo se pudo hacer en dos operaciones.

Se pudo obtener el resultado esperado y sobrepaso las expectativas de tener resistencia internas de 138×10^3 Pa y se llegó a obtener valores de hasta 165×10^3 Pa, lo cual asegura un buen comportamiento al proceso conservero.

El material! al ser usado en el proceso continuo de producción tuvo un buen desempeño y estabilidad dimensional, que se observó con la baja en los defectos de los mismos, lo cual es otro de los puntos importantes que afectaban a la calidad del producto.

También se evidenció un ahorro considerable en la cantidad de lámina de acero desde el momento que se empezó a usar un espesor menor, y como el costo de hojalata se mide en función del peso. entonces eso indica que se ahorra en esta materia prima.

Al ser un proceso dividido en 2 etapas y requerir menos esfuerzo para la embutición y corte. se ha disminuido las paradas por limpieza y afilado de herramientas, que son las causantes de la baja en la productividad.

El propio proceso ha permitido entrar en competencia con la calidad de productos exportables como envases, por lo que se convierte en una ventaja estratégica.

4.2. Análisis Beneficio - Costo de la Inversión

Ventas Históricas del Envase 307 x 110,5 y Estimación de la Demanda

En la tabla 26 se muestra las ventas históricas de Envases del Litoral desde el año 1995 hasta la fecha en que se realizó el proyecto, el año 2000. Las tres líneas de producción que tiene la empresa han ido aumentando su producción para cubrir la demanda en aumento que se vienen presentando. Esto obliga a la empresa a competir, aplicando tecnología moderna a sus procesos y materiales.

TABLA 26

VENTAS HISTÓRICAS DE ENVASE 307 x 110.5

Años	Demanda del Mercado (Unidades)	Demanda del Mercado (Cajas x 48)	Producción (Unidades)	Producción (Cajas x 48)	Procentaje de la Demanda fabricado por ENLIT %
1995	61,046,666	1,271,805.54	18,314,000	381,542	30
1996	111,428,571	2,321,428.56	39,000,000	812,500	35
1997	123,566,055	2,574,292.81	49,426,422	1,029,717	40
1998	125,731,878	2,619,414.13	46,520,795	969,183	37
1999	153,924,500	3,206,760.42	73,883,760	1,539,245	48
Totales	575,697,670	11,993,701	227,144,977	4,732,187	

Cada vez se captan otros mercados y se espera un aumento sostenido. pues el país dispone de una gran cantidad de captura de atún y a pesar de que la mayor parte se exporta crudo, la Ley de pesca indica que el 20% de la captura debe quedarse en el país, ya sea para enlatarlo o para consumo fresco, por lo que se asegura un aumento en la demanda en lo posterior.

De acuerdo a la información obtenida en la Dirección Nacional de Pesca, en la Asociación Pesquera, el incremento de plantas enlatadoras de atún es cada vez mayor. Por consiguiente, la empresa ha proyectado sus ventas para los siguientes 5 años en un $\approx 10\%$, tomando en consideración la información arriba mencionada, el crecimiento que ha tenido en el mercado en los últimos 5 años, la capacidad instalada de la planta, la decisión de la empresa por entrar en el proceso de certificación ISO 9000 y la instalación de nuevos equipos que ayudan a cubrir la demanda.

Resumen de los Costos del Sistema

Los costos generados por la implementación de un proyecto se los puede dividir de la siguiente forma:

Costos por Mano de Obra

Se refiere a costos por mano de obra se incluyen a todo el personal involucrado en la etapa de montaje y mantenimiento. 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 experiencia. El personal asignado al proyecto es el siguiente: 12 Mecánicos! 4 Electricistas, 2 Operadores, 1 Supervisor. Esto no significa que sólo se necesitará de ellos, pues habrá semanas críticas en las que se necesitará más personal del que se dispone Los costos horas / hombre que cada uno de ellos genera, están mostrados en la tabla 27, denominada Programación de recursos.

Cos tos por Ma feriales

Estos costos están representados por equipos, materiales, herramientas, insumos mecánicos! insumos eléctricos y otros. Además se puede adjudicar a este rubro de equipos: herramientas. troqueles y accesorios que van a ser importados para complementar esta etapa del proyecto y que están incluidos en la tabla 27.

TABLA 27

PROGRAMACIÓN DE RECURSOS

Costos por Mano de Obra

ID	NOMBRE DEL RECURSO	MAX. UNID.	PICOS	COSTO Hr/hombre	TRABAJO	COSTO
1	MECANICOS	12	16	\$ 2,50/h	5776 h	14440
2	ELECTRICISTA	4	2	\$ 2,50/h	440 h	1100
3	OPERADOR	2	1	\$ 1,50/h	200 h	300
4	SUPERVISOR	1	2	\$ 3,00/h	680 h	2040
5	EQUIPOS	3	1	\$ 10,00/h	800 h	8000
SUBTOTAL						25880

Costos por Materiales

ID	NOMBRE DEL RECURSO	COSTO
1	1ERA OPERACIÓN (VARIOS)	7000
	Insumos metálicos, herramientas, tratamientos térmicos	
2	2DA OPERACIÓN (VARIOS)	
	Prensa 65 Ton	35000
	Cojín Nitrógeno	14000
	Troquel	41500
	Insumos metálicos, bandas magnéticas, herramientas.	4000
3	3ERA OPERACIÓN (VARIOS)	
	Insumos metálicos, bandas magnéticas, herramientas.	3000
	Otros	2000
4	IMPLEMENTACION CONTROL ELECTRICO Y MONTAJE	
	VARIOS	4000
SUBTOTAL		110500

Costos por Dirección Técnica

ID	NOMBRE DEL RECURSO	COSTO
1	DIRECCION TECNICA	13620
	Evaluación de proyecto, proyecto, dirección, Supervisión y montaje (10%)	
SUBTOTAL		13620
TOTAL		150000

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 10 % del costo total del proyecto. En la empresa se acostumbra entregar este valor entre el personal del área técnica como incentivo.

Análisis Comparativo de los Costos de Inversión

El costo de este proyecto, USD 150.000, está ligado estrictamente a los valores que se obtendrán en el consumo de hojalata al implementar el nuevo sistema. Por lo tanto, partiendo de la proyección definida en un punto anterior se puede decir que se trabajará con 80'000.000 de envases como proyección de ventas para el año 2000. Se aplicará este valor a un global de las tres líneas que se tiene y al final se sacará lo que significará el ahorro para la línea que se convirtió en tres operaciones.

Para obtener estos datos, es imprescindible obtener el costo por unidad de envase en la lámina anterior y en la actual. Para obtener estos valores, utilizaremos la tabla 7 del capítulo 1 y enumeraremos

las características de la materia prima del proceso de fabricación de un envase 307x110.5 mediante reembutición. en la tabla 28.

Con esta información se hará un cuadro comparativo de los consumos de hojalata y el ahorro que significa el uso de una y otro tipo de lámina! de tal forma que se encuentre el valor correspondiente a una de las tres líneas de fabricación. Esta información se muestra en la tabla 29.

En la tabla 30, se muestra un resumen del ahorro para las 3 líneas y para una línea, que es el dato a utilizar para un cálculo posterior.

TABLA 30

AHORRO POR CONSUMO DE HOJALATA PARA UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

<i>Costo Total con Lámina 0.19 T3</i>	<i>USD 2'456.866</i>
<i>Costo Total con Lámina 0.17 DR9</i>	<i>USD 1'968.135</i>
<i>Ahorro por Costo de Producción en las 3 Líneas</i>	<i>USD 488.73 1</i>
<i>Ahorro por Costo de Producción en 1 Línea</i>	<i>USD 162.910</i>

TABLA 28
 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL
 ENVASE 307X110.5 EN REEMBUTICIÓN

Hojalata	TFS
Temper	76 ± 3 HR 30T(Dureza)
Espesor	0.17 mm.
Estañado	0.20/0.20 g/m ²
Tipo de corte	Láminas en Scroll
Medida lámina	826 x 770 mm.
Peso cada lámina	0.849 kg
Número Tiras por lámina	3
Número Envases por lámina	: 30
Número Envases por TM.	: 37.546

TM : Tonelada Métrica

TABLA 29
 TABLA COMPARATIVA DEL COSTO DEL ENVASE EN LOS 2
 SISTEMAS

	Sistema Actual	Sistema Propuesto
Lámina Utilizada	0.19 T3	0.17 DR9
Cantidad unidades a fabricar al año	80'000.000	80'000.000
Consumo de laminas incluyendo 3% de Desperdicio	2'747.000	2'747.000
Kilos a Utilizar	2'685.1 00	2'402.169
Costo cada Kilo	\$ 0.915	\$ 0.819
Costo Tonelada Lámina (1 .000 kilos)	\$ 915	\$ 819
Costo total Hojalata a Utilizar	\$2'456.866	\$ 1'968.135
Costo por unidad Fabricada	\$ 0.0307	\$ 0.0246

Cálculo Beneficio-Costo

Para que un proyecto aislado sea considerado atractivo se puede hacer un análisis beneficio costo, que dando un resultado mayor a 1, se puede considerar factible y con buena base para ponerlo en marcha. Los beneficios, para este proyecto. serán los ahorros determinados por el consumo de la hojalata. Y el costo será el valor total del proyecto.

B/C, relación Beneficio-costo

B, Beneficios = USD 162.910

De, Desbeneficios = USD 0

Co, Costos = USD 150.000

$$B/C = \frac{B - De}{Co} = 1,09 \quad \text{[Ecuación 13, (5)]}$$

Como el resultado es mayor a 1, entonces se entiende que el proyecto aislado es atractivo y es recomendable emprenderlo.

CAPÍTULO 5 .

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. La adherencia de los barnices convencionales utilizados para protección de la lámina TFS (láminas negras electrolíticamente tratadas con cromo) es muy superior en su adherencia sobre la hojalata. A pesar de que tanto la superficie de las láminas TFS como la de la hojalata tienen lubricantes y óxidos de cromo. la superficie de la lámina TFS difiere de la de la hojalata en dos importantes aspectos:

a) La ausencia de estaño y de óxido de estaño

b) La presencia de una película medianamente continua de cromo metálico

Estas diferencias son responsables del diferente desempeño de los barnices sobre estos dos sustratos.

2. La película metálica de cromo efectivamente previene el crecimiento del óxido de estaño durante el proceso de “curado” del barniz.
3. Los ahorros generados por el consumo de lámina TFS 0.17mm han sido satisfactorios.
4. La baja cantidad de defectos que se mantiene en la línea convertida a tres operaciones, se debe a el proceso menos exigente en la embutición.
5. Uno de los requisitos indispensables para el uso de la lámina TFS es la utilización de herramientas con insertos de carburo de tungsteno.
6. El envase cumplió con las características de resistencia a la presión interna por las modificaciones en la lámina.

7. El envase mejoró resistencia del panel central debido al cambio de diseño del fondo, más que por el tipo de lámina metálica usada.
 8. Al igual que con el sistema anterior, se puede fabricar diferentes alturas mayores a los 42 mm, sin sufrir mayor problema. por un buena respuesta al estiramiento de la lámina TFS.
 9. La inversión quedo perfectamente justificada desde el punto de vista técnico, por el mejor comportamiento del envase en las conserveras. Y desde el punto de vista económico también, por un ahorro que puede ser mayor por la facilidad que se tendrá al modificar las otras líneas.
 10. Las herramientas fabricadas sufrieron algunos retoques por afecto del acoplamiento, pero básicamente se mantienen las tolerancias entre herramientas y los radios de trabajos seleccionados.
- II. Las herramientas del Ingeniero Mecánico fueron fundamentales! tanto en el diseño de los troqueles, como el la selección de materiales y el seguimiento del proyecto.

RECOMENDACIONES

1. Implementar las otras 2 líneas de embutición sencilla a reembutición, pues representan a corto plazo un ahorro y uso de bobinas mas comerciales.
2. Recalcular todo los gastos adjudicables al proyecto, de tal manera que se obtenga una respuesta más real del costo? para compararlo con líneas nuevas de proveedores / fabricantes.
3. Rediseñar el fondo de cualquier envase que este sufriendo problemas de resistencia, pues la inversión en materiales y mano de obra para este fin es mínima.
4. Aplicar el cálculo de los radios a os envases de otras mediadas, para comprobar si se está usando las medidas correctas.
5. Se deberá manipular los envases de la forma mas delicada posible, tanto cuando se encuentren vacíos como llenos.

6. Inspeccionar, donde corresponda, las condiciones del doble cierre.
Evitar el uso de mandriles moleteados y rulinas desgastadas.

7. Mantener las bodegas bien aireadas y ventiladas utilizando si son necesario medios mecánicos. Separar adecuadamente las cajas de envases para que haya circulación de aire entre ellas. Dejar espacio adecuado entre las paredes de la bodega y el bloque de cajas de envases. Prevenir que este bloque no se apoye sobre elementos de hierro como postes, columnas! etc. Evitar el almacenaje prolongado.

8. Asegurarse que los transportistas, distribuidores y clientes ejerciten las mejores prácticas para evitar este problema crítico de oxidación externa de los envases que sin duda alguna degradarían la calidad de sus productos.

9. Usar lámina TFS para la fabricación de tapas. pues el esfuerzo de deformación es menor, y los beneficios son evidentes.

10. No se debe utilizar envases fabricados con láminas TFS, para conservar productos que contenga más del 1% de ácidos orgánicos como ácido acético o láctico.

II. Nunca encartonar los envases húmedos. Esta humedad no podrá ser liberada de los cartones cerrados depositándose en forma de rocío sobre los envases provocando la oxidación.

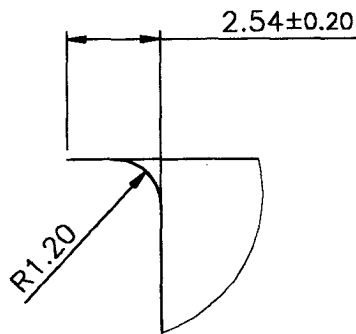
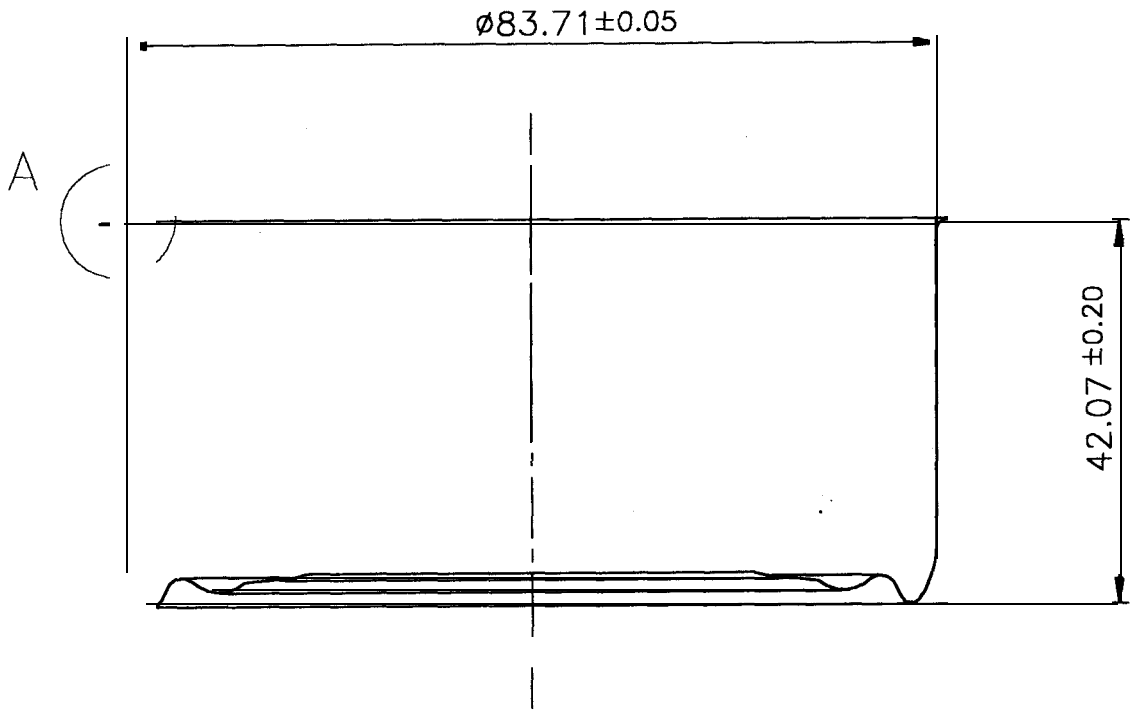
APÉNDICES

APÉNDICE A

ENVASE EMBUTIDO 307 X 110.5

ESTILO DE FONDO AI





Detalle A
Escala 5: 1





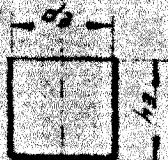


ESTILO: A1				Escala : N/E	Cotas : mm.
				Material: ETP 0.19	
				Dureza: T3	
		Fecha	Nombre	Denominación: ENVASE EMBUTIDO 307 x 110.5	
		Dibujo	00.07.06 J.R.C.		
		Rev.			
		Aprob.			
ENLIT S.A.				Plano : C307-04	A
Definición	Fecha	Nombre	Sección:	Reemplaza a:	Reemplazado por:

APÉNDICE B

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE PASADAS, DIÁMETRO Y ALTURA PARA UNA PLANCHA EMBUTIDA CILÍNDRICA

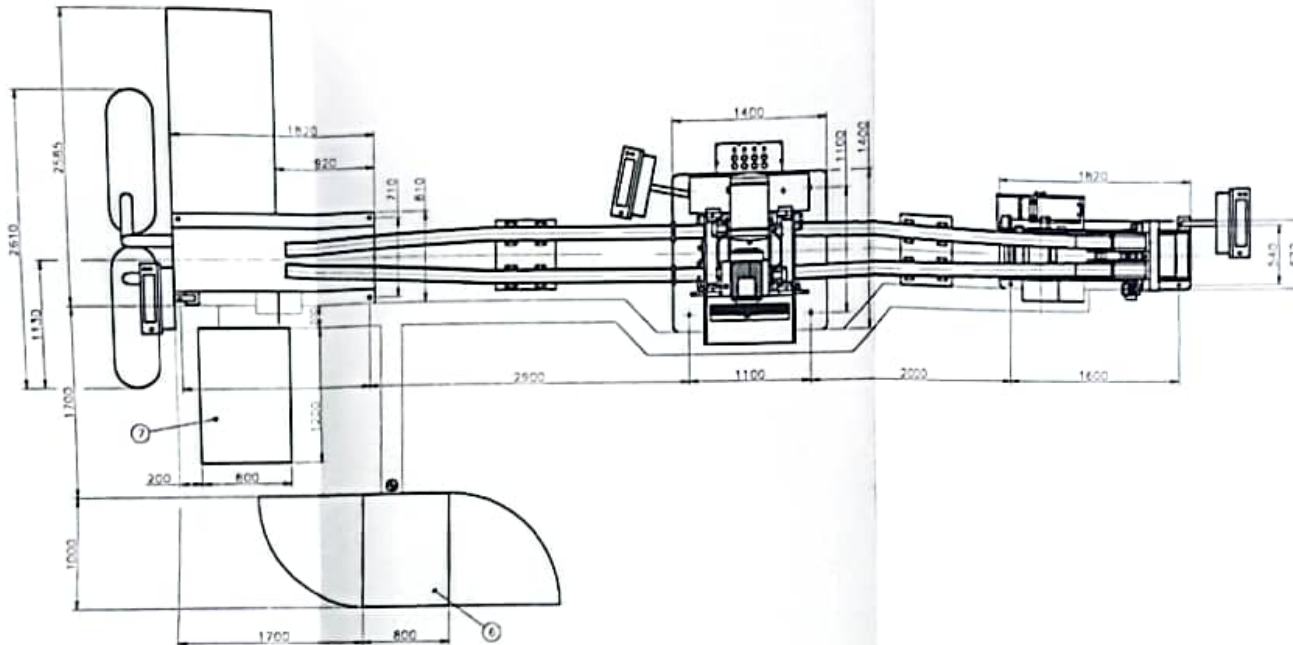
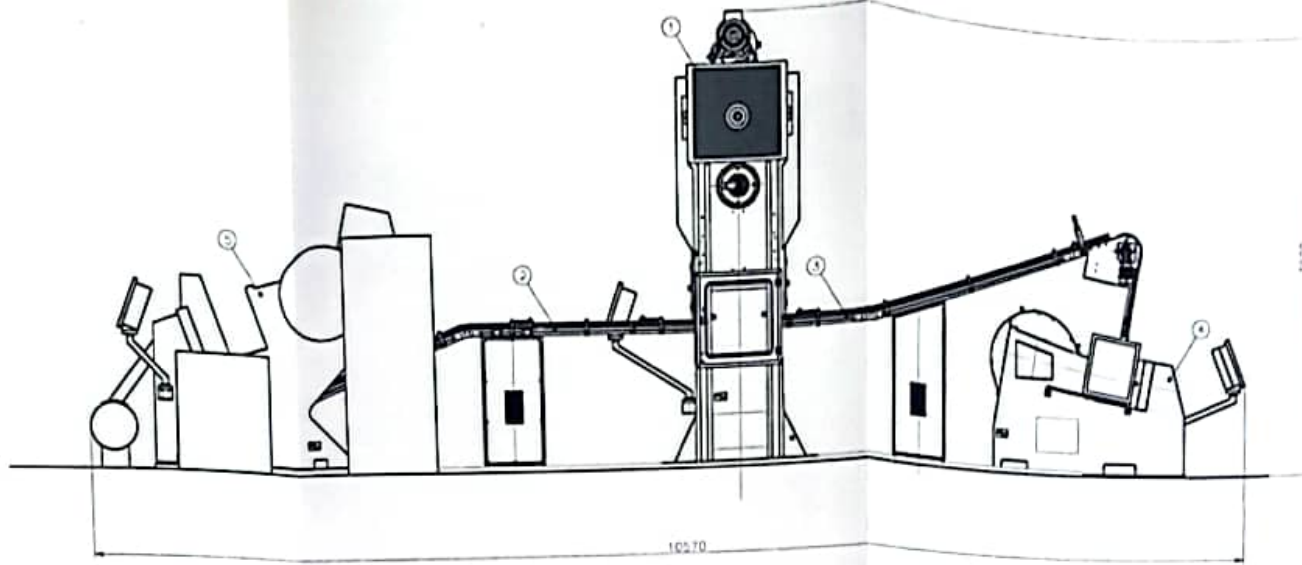
determinación del número de pasadas, diámetro y altura para una plancha embutida cilíndrica

TABLA PARA DETERMINAR ANALITICAMENTE EL NUMERO DE PASADAS, DIAMETROS Y ALTURAS ADMISIBLES PARA UNA PIEZA EMBUTIDA

Nº Oper.	Pasadas (Forma cilíndrica)	Dimensiones de la embutición	
		Diámetro	Altura
Corre disco		$D = \sqrt{d^2 + 4dh}$	
1º		$d = 0,6 D$	$h = 0,266 D$
2º		$d_1 = 0,48 D$	$h_1 = 0,401 D$
3º		$d_2 = 0,384 D$	$h_2 = 0,555 D$
4º		$d_3 = 0,307 D$	$h_3 = 0,737 D$
5º		$d_4 = 0,245 D$	$h_4 = 0,959 D$
6º		$d_5 = 0,196 D$	$h_5 = 1,225 D$

APÉNDICE C

DISPOSICIÓN DE PRENSAS EN LÍNEA CERLEI 1 (3 OPERACIONES)

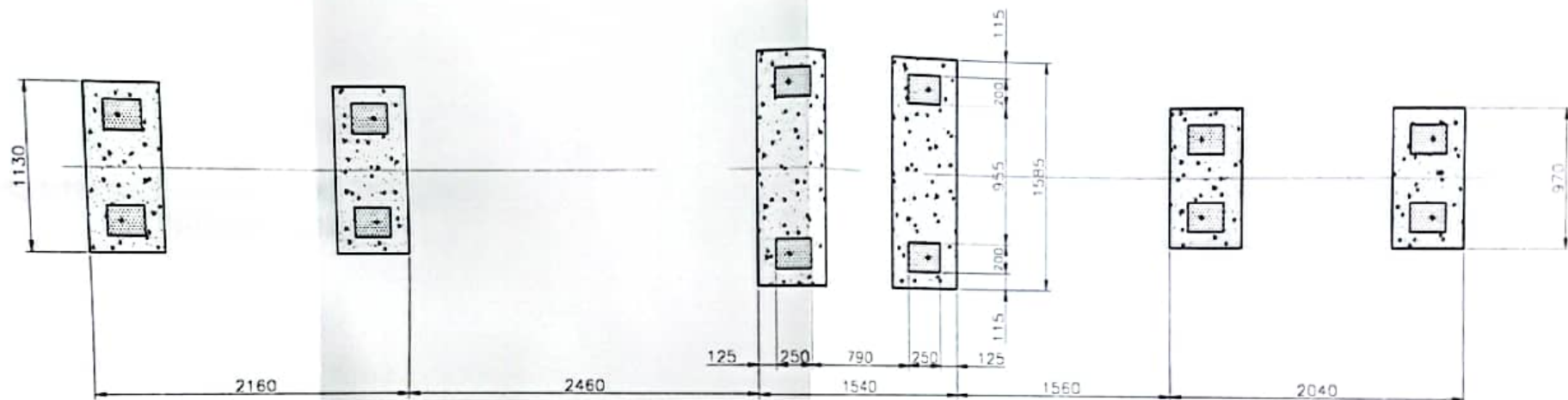
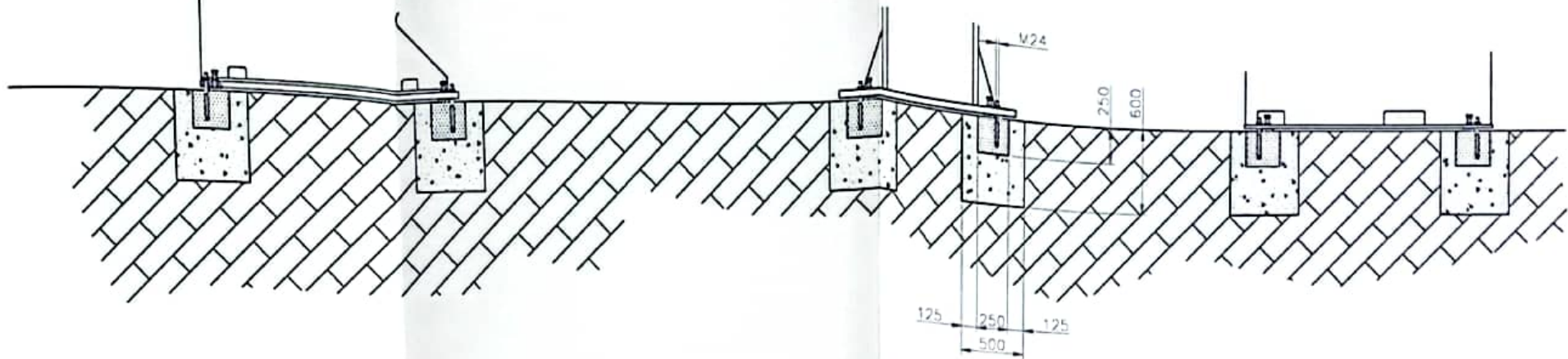


- 1- Prensa de Reembutación (Minster 6)
- 2- Transportador Alimentador
- 3- Transportador de Descarga
- 4- Prensa Recortador de Anillo (PAP-200C)
- 5- Prensa de Embutación (capa) (PAE 63)
- 6- Tablero Eléctrico
- 7- Caja de Esqueletos (Basura)

- ☉ - Fuente de Energía
- ☼ - Fuente de Aire

		Escala : N/E		Cotas : mm.	
		Material:			
		Temple:			
		Rececido:			
		Fecha:		Nombre:	
		Dibujó 00.01.01		J. R. C.	
		Aprob:			
		Norm:			
ENLIT S.A.				Denominación:	
				DISPOSICIÓN DE PRENSAS LÍNEA CERLEI 1 (3 OPERACIONES)	
				Plano :	
				PA-A-03	
				A 3	
Revisión	Fecha	Nombre	Sección:	Reemplaza a:	Reemplazado por:

APÉNDICE D
DISTRIBUCIÓN DE CIMENTACIÓN EN LÍNEA
CERLEI 1 (3 OPERACIONES)



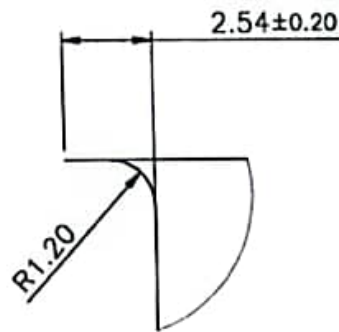
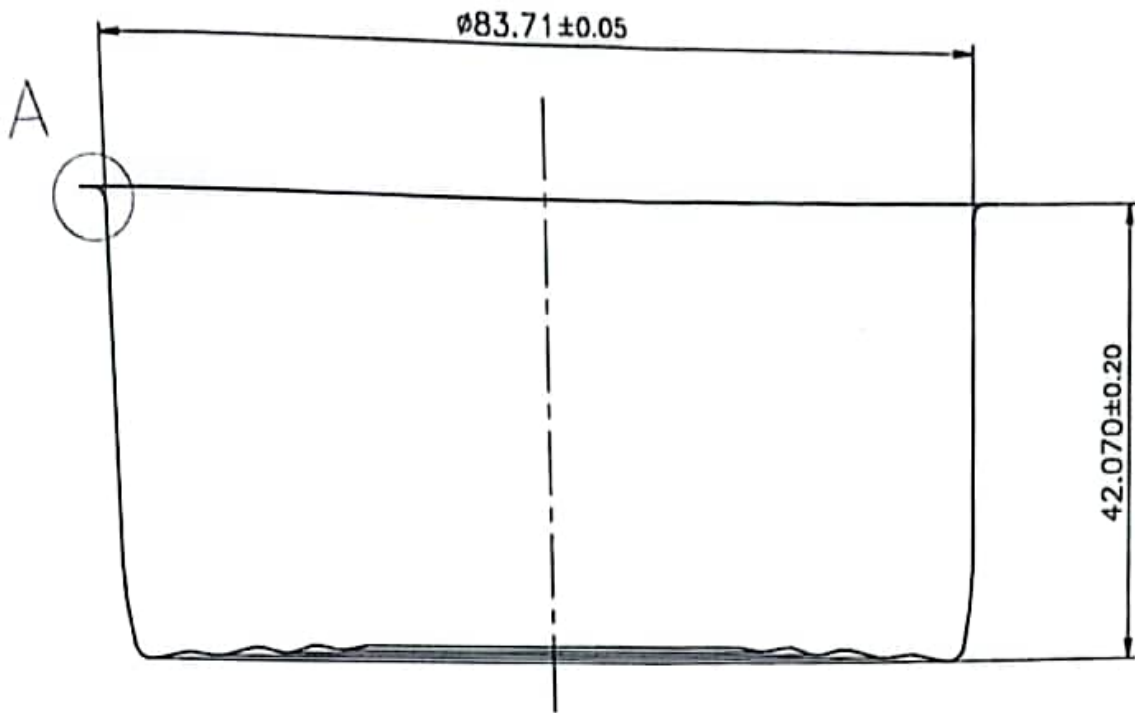
		Escala : N/E		Cotas : mm	
		Material:			
		Temple:			
		Recocido:			
		Fecha	Nombre	Denominación:	
		Dibujo 00.01.30	J. R. C.	DISTRIBUCIÓN DE CIMENTACIÓN LÍNEA CERLEI 1 (3 OPERACIONES)	
		Aprob.			
		Norm.			
		ENLIT S.A.		Plano : PA-A-04	A J
Revisión	Fecha	Nombre	Sección	Reemplaza a:	Reemplazado por:

APÉNDICE E
COPA, ENVASE EMBUTIDO 307, PRIMERA
OPERACIÓN



APÉNDICE F

**ENVASE EMBUTIDO 307 X 110.5
ESTILO DE FONDO B1**



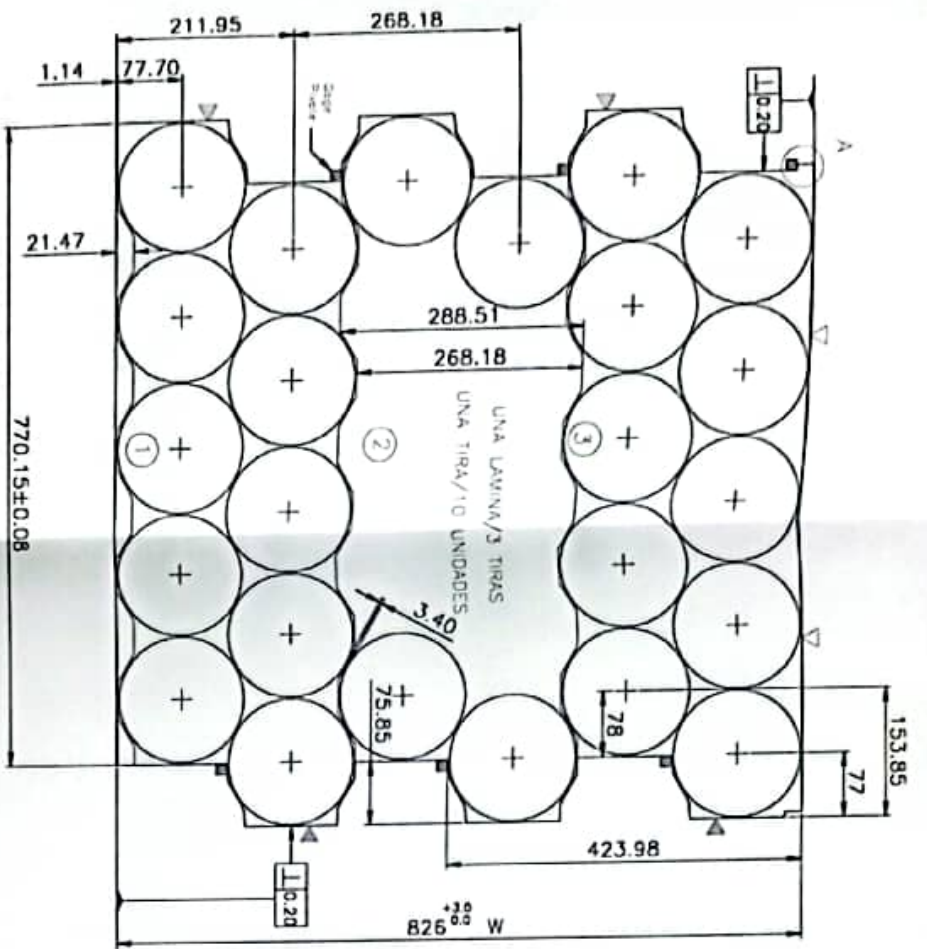
Detalle A
Escala 5:1

ESTILO: B1				Escala : N/E		Cotas : mm.	
				Material: TFS 0.17			
				Dureza: DR 9			
			Fecha	Nombre		Denominación: ENVASE EMBUTIDO 307 x 110.5	
		Dibujo	01.07.06	F.I.S.			
		Rev.					
		Aprob.					
				ENLIT S.A.		Plano : C307-05	
						A 4	
Revisión	Fecha	Nam	Sección:	Sección:	Reemplaza a:	Reemplazado por:	

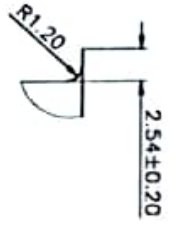
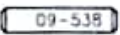
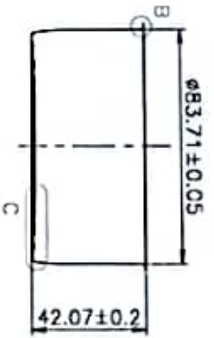
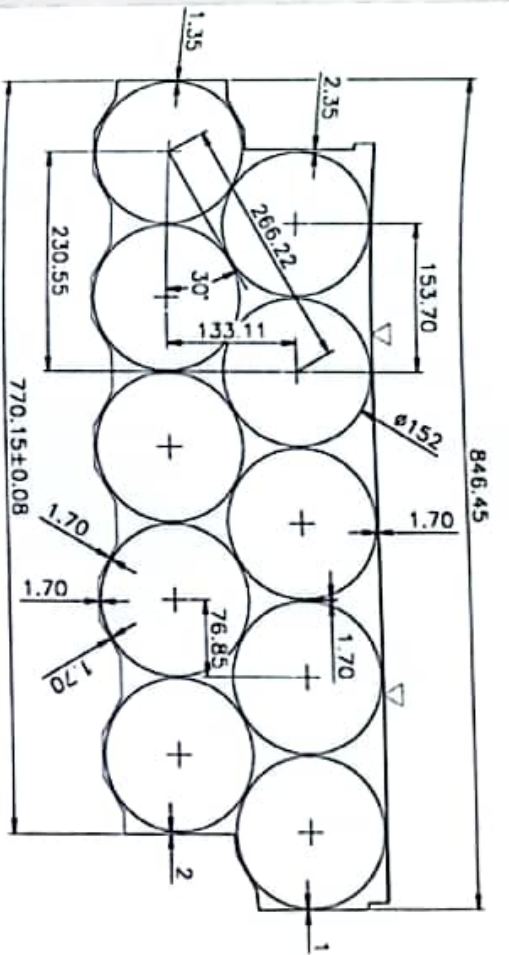
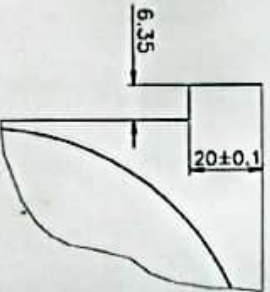
APÉNDICE G
ESPECIFICACIÓN DE ENVASE EMBUTIDO 307 x
110.5 DOBLE

1.35





Detalle A



Detalle B
Escala 5:1



Detalle C
Escala 5:1

- CALIBRES :
- 09-537: Plug Diámetro
 - 09-538: Patrón de Altura
- ▼ Loco Fijo Esmirzado Interior y Exterior.
- ▼ Loco Fijo Corte en Cizallas.
- ▽ Piezas de Litografía
- ▽ Loco Fijo Línea de Corte
- ① Primer Corte Rescraji
 - ② Segundo Corte Rescraji
 - ③ Tercer Corte Rescraji
 - ▨ Caje de Cizallas Rescraji

ESTILO FONDO: B1

Tormentos
Generales

Escala: N/E
Material: TFS 0.17 x 826 W x 770
Temper: DR9

Fecha: 01.01.30
Dibujó: J.R.C.
Norm:

Denominación:
ENVASE EMBUTIDO
ø307 x 110.5 DOBLE

ENLIT S.A.

Plano: LS-C307-04

A 3

Revisión	Fecha	Norm	Sección	Control	Calidad	Reemplazado por:

BIBLIOGRAFÍA

1. AVALLONE E. / BAUMEISTER III T.. "MARKS, Manual del Ingeniero Mecánico", 9ª Edición, Editorial M^c Graw – Hill, México 1995
2. DE CEPEDA. "Catálogo: Soluciones para la Industria del Embalaje metálico. Adaptable a las Necesidades de cada Cliente". 2000
3. DOYLE L.. "Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros". Tercera Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1988
4. ENLIT. " Reportes de Producción 1999-2000
5. HEINZLER M., KILGUS R. NÄHER F., PAETZALD H., RÖHRER W., SCHILLING K."Tabellen Buch Metall", Verlag Europa-Lehrmittel, Edición 39, 1994
6. HIGGINS R., "Ingeniería Metalúrgica". Tomo 2. Ira Edición, Compañía Editorial Continental, 1963

7. MINSTER MACHINE COMPANY, "Minster Press, Service & Operating Manual(No. 805)", USA

8. MORGAN E, "Tinplate and Modern Canmaking Technology", Editorial A. Wheaton & Co., Great Britain. 1985

9. PACHECO J., "Apuntes de Ciencias de Materiales, Capítulo 7", ESPOL