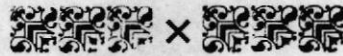


T
621.902
M193



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica



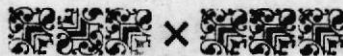
"Redistribución de Líneas de Fabricación de Tubos Colapsibles"

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:
INGENIERO MECANICO

Presentada por:

JAIME MAGGI SILVA



Guayaquil

Año
1996

Ecuador

AGRADECIMIENTO

AI ING. IGNACIO
WIESNER F. Director de
Tesis, por su ayuda y
colaboración para la
realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MIS HIJOS

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y; el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.



Jaime Fernando .Maggi Silva



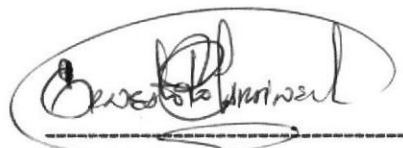
Ing. Eduardo Rivadeneira
DECANO



Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Federico Camacho B.
VOCAL PRINCIPAL



Ing. Ernesto Martínez
VOCAL PRINCIPAL

RESUMEN

La presente tesis de grado trata sobre la redistribución de las líneas #2 y #3 para la fabricación de tubos colapsibles, de la empresa FADESA (Fabrica Automática de Envases) ubicada al sur de la ciudad de Guayaquil.

Este trabajo surge en base a la necesidad de aumentar la producción y eficiencia de las máquinas existentes, ya que con la distribución anterior no se podía cumplir la demanda.

Se procedió inicialmente a realizar los planos de vista en planta, de como quedarían las líneas, luego el cronograma de trabajo y los mecánicos que intervendrían en la redistribución.

Se inició con la línea #2, una vez desarmada y reubicadas las máquinas de acuerdo a los planos elaborados se realizó un mantenimiento total a los equipos, y se empezó la construcción de las estructuras donde van ubicados los piñones que transportan las cadenas de pines.

Durante el mantenimiento total se introdujeron adaptaciones y mejoras en las máquinas. Posteriormente se realizó la redistribución de la línea #3, siguiendo un programa de trabajo similar al anterior.

Las ventajas logradas por este proyecto son las siguientes:

- Disminución en longitud cadena de pines.

- Disminución del tiempo de permanencia del tubo en la cadena de pines entre una máquina y otra.
- Ahorrar espacio, para poder realizar el montaje de una nueva línea.
- Disminuir desperdicios

Estas dos redistribuciones se encuentran funcionando sin problemas desde su puesta en operación.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
INDICE GENERAL	
INDICE DE FIGURAS.	
INDICE DE TABLAS	
ANTECEDENTES	
CAPITULO I.....	1
DEFINICION DEL PROBLEMA	
1.1.- DESCRIPCION DEL PROCESO	2
1.2.- PROBLEMAS EXISTENTES	19
CAPITULO II.	25
ALTERNATIVAS DE SOLUCION	
2.1.- MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS	25
2.2.- ADQUISICION DE NUEVOS EQUIPOS	28
2.3.- REDISTRIBUCION DE LINEAS DE FABRICACION	29
CAPITULO III.	31
DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA	
3.1.- PLANIFICACION DE LA REDISTRIBUCION	31
3.2.- DESMONTAJE Y REDISTRIBUCION DE EQUIPOS	40
3.3.- MANTENIMIENTO TOTAL	44

	Pag.
CAPITULO IV	49
PUESTA EN MARCHA Y AJUSTES	
4.1.- PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE MAQUINAS	49
4.2.- PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE HORNO	50
4.3.- SINCRONIZACION DE LINEAS	52
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
 BLBLOGRAFIA.	

INDICE FIGURAS

- FIGURA No.1 Distribución de máquinas en planta. Secciones:
Tubos Colapsibles y Aerosol, año 1975
- FIGURA No. 2 Distribución de máquinas en planta, líneas # 1,2,3,
Tubos Colapsibles año 1975.
- FIGURA No. 3 Tambor lubricador de pastillas
- FIGURA No.4 Prensa Herlan
- FIGURA No. 5 Torno roscador Rutherford
- FIGURA No. 6 Cuchilla circular
- FIGURA No. 7 Cuchilla de refrentado
- FIGURA No. 8 Cuchilla de corte longitudinal
- FIGURA No. 9 Rodillos roscadores
- FIGURA No. 10 Rodillos acanaladores
- FIGURA No. 11 Tubo kolinos, diámetro 22 mm con rosca
- FIGURA No. 12 Tubo signal gel, diámetro 22 mm con inserto
- FIGURA No. 13 Sistema neumático de traspaso de tubos
- FIGURA No. 14 Horno de recocido Lydon Brothers
- FIGURA No. 15 Esmaltadora Rutherford
- FIGURA No. 16 Horno de esmaltado Lydon Brothers
- FIGURA No. 17 Impresora Rutherford
- FIGURA No. 18 Tapadora Rutherford
- FIGURA No. 19 Redistribución de máquinas en planta, Sección:
Tubos Colapsibles, año 1990.

INDICE DE TABLAS

TABLA No. I.1	Promedio de horas paradas mensuales por mantenimiento, línea #2
TABLA No. I.2	Promedio de horas paradas mensuales por mantenimiento, línea #3
TABLA No. I.3	Producción promedio de tubos diarios en un turno de 11 horas
TABLA No. II.1	Diámetros y longitudes del producto terminado
TABLA No. II.2	Adquisición de nuevos equipos, ventajas y desventajas
TABLA No. II.3	Comparación de alternativas
TABLA No. III.1	Cronograma de trabajo, línea #2
TABLA No. III.2	Cronograma de trabajo, línea #3
TABLA No. IV.1	Sincronización de las líneas #2 y #3 de Tubos Colapsibles.

ANTECEDENTES

FADESA es una empresa que se dedica a la fabricación de envases de hojalata para todo tipo de conservas, tubos colapsibles, aerosoles y litografiado de hojalata.

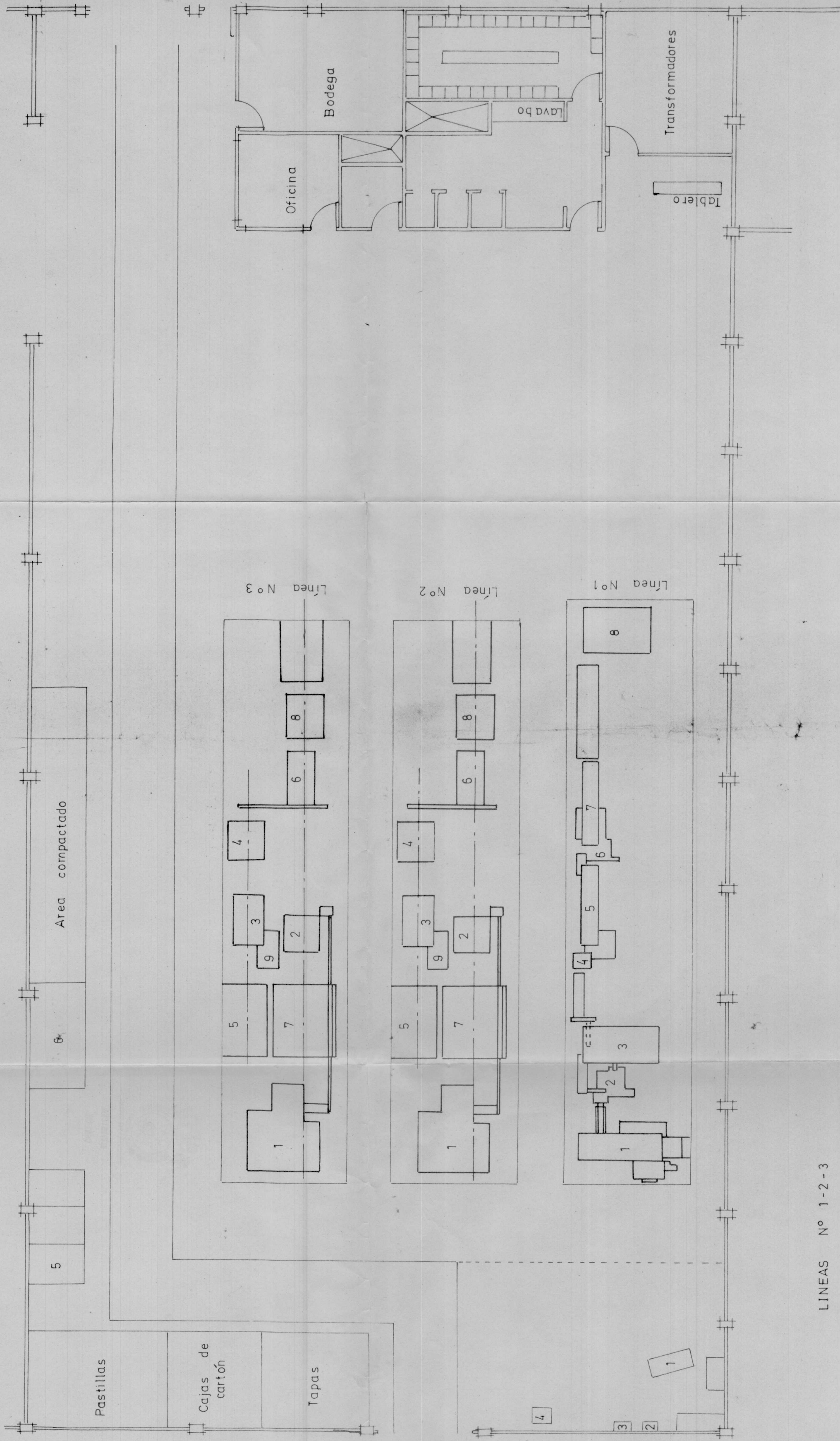
Las líneas de fabricación de tubos colapsibles a las que nos referimos, fueron puestas en operación en el año de 1975.

Se empezó a producir con una sola línea marca: HERLAN de procedencia alemana, fecha de fabricación: 1955, y con el tiempo se fueron incrementando las líneas hasta llegar al número de 7. Las 6 líneas que se añadieron son de marca: RUTHERFORD y LYDON BROTHERS de procedencia americana; fecha de fabricación: 1954. Ver figura # 1.

En el año de 1983 se crea la sección de AEROSOL y dos líneas de producción pasan a formar parte de ella. Quedándose tubos colapsibles con cinco líneas de fabricación.

La forma original como se encontraban ubicadas las máquinas en las líneas #2 y #3, ver figura #2, ocasionaban diversos problemas que traían como consecuencia paradas de tiempo en producción, como son:

- Caída de las cadenas de pines debido a su gran longitud.
- Desgaste en los piñones que transportaban las cadenas por mal lineamiento.



LÍNEAS N° 1-2-3

N°	DESCRIPCION
1	Prensa
2	Roscador
3	Horno de recocido
4	Esmaltadora
5	Horno de secar esmalte
6	Impresora
7	Horno de secar tinta
8	Tapadora
9	Sincronizador

REFERENCIAS	FECHA	NOMBRE
DI BUJADO	78.09.19	J. Izaguirre
REVISADO		
APROBADO		

ESCALA:

1:100

Distribución de máquinas

Tubos metálicos

FIGURA No. 2

Esto ocasionaba un gran desperdicio de tubos en proceso de fabricación, al igual que aumentaban los tiempos de parada de la línea.

Además existían otros aspectos que demandaban constante atención de parte del Departamento de Mantenimiento Mecánico en trabajos de reparación, los cuales se realizaban con mucha dificultad debido al poco espacio e incomodidad que existía para trabajar, puesto que la disposición física de las máquinas no lo permitían.

El 20 de Marzo de 1989 ingresé a formar parte del staff técnico de FADESA, en calidad de Ingeniero en Entrenamiento, esta etapa duró 16 meses, y la mayor parte del tiempo permanecí en la Sección de Ecuamecánicos (taller de máquinas herramientas).

Luego en el mes de julio de 1990 se me asignó la Sección de Tubos Colapsibles y empecé a trabajar en el proyecto de redistribuir las líneas #2 y #3, paralelamente a esto estaba a cargo del mantenimiento mecánico de la mencionada sección.

En el mes de diciembre de 1990 aprovechando una baja en los pedidos de producción se decidió llevar a cabo la redistribución de la línea #2.

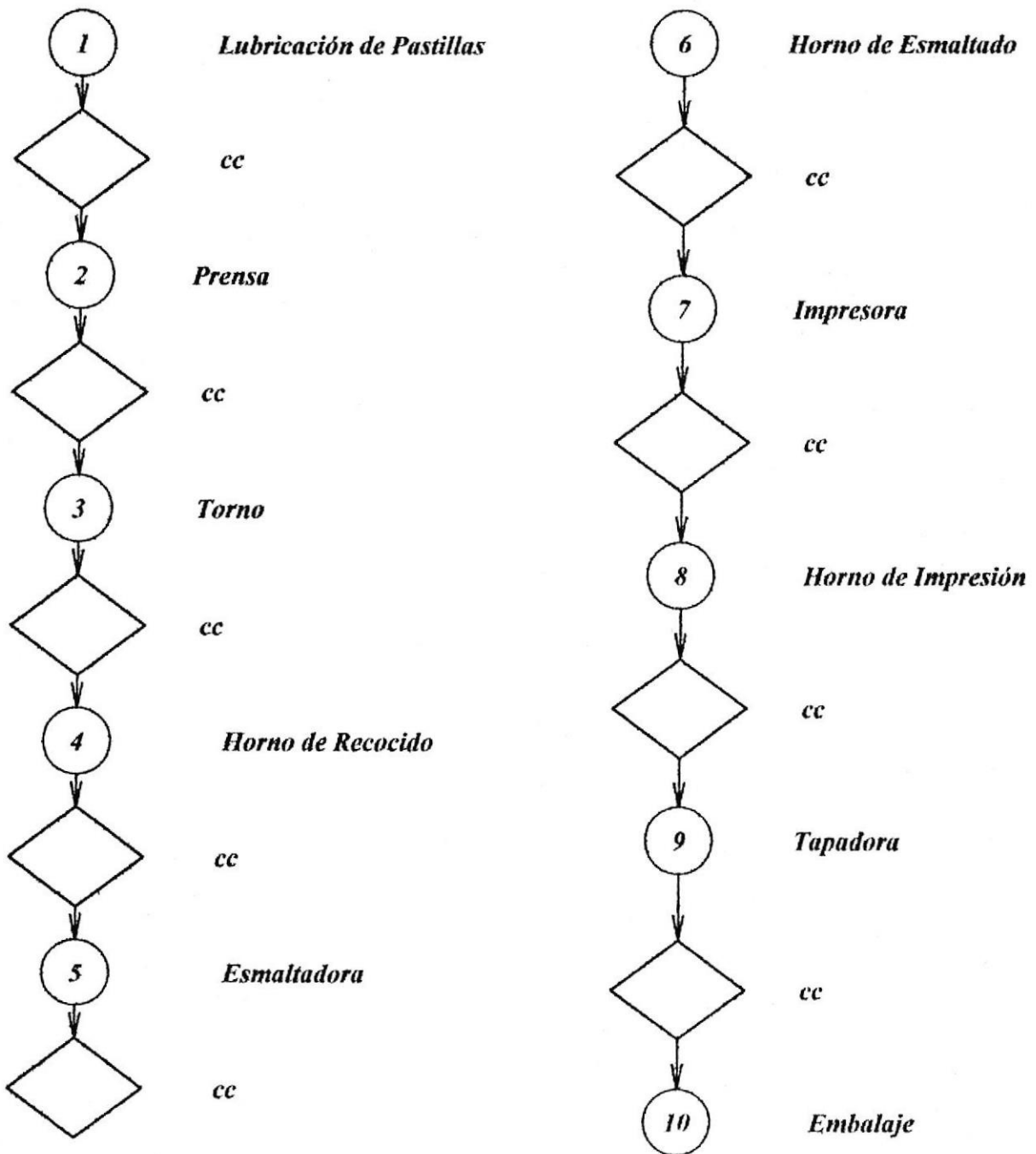
Posteriormente en el mes de julio de 1991 se procedió con la redistribución de la línea #3, basados en la experiencia de la anterior redistribución.

Una vez redistribuidas las líneas #2 y #3 se creó el espacio para el montaje de una nueva línea junto a la línea #3, la cual empezó en el mes de septiembre de 1991.

CAPITULO I

DEFINICION DEL PROBLEMA

DIAGRAMA DEL PROCESO



1.1 DESCRIPCION DEL PROCESO

El primer paso para la fabricación de tubos colapsibles es la lubricación de las pastillas de aluminio, estas son depositadas en un tambor cilíndrico giratorio junto con el lubricante. Ver figura #3. Las proporciones son las siguientes: 8 Gr.de cera Abril (Cosmo wax 84) o estiarato de zinc por cada 25 Kg. de pastillas, el tambor cilíndrico debe girar durante 15 minutos para obtener una completa lubricación.

Este paso es importante ya que de lo contrario existirían problemas durante la embutición, los cuales son ruptura de las herramientas como puntas y cabezas.

Las pastillas lubricadas son depositadas en la tolva de alimentación de la prensa, y en esta máquina se produce la formación del tubo por embutición. Las herramientas que se utilizan son: punzones, cabezas, puntas, campana porta-matriz y matriz.

Para empezar a describir el proceso escogí la línea #2 la prensa es de marca: HERLAN P-8 modelo 8021. Ver figura #4.

El tubo embutido que sale de la prensa es llevado por medio de una banda transportadora al torno roscador RUTHERFORD. Ver figura #5. Aquí el tubo es depositado en un tambor de alimentación y luego ingresa al husillo por medio de un brazo móvil. El sentido de giro del plato porta-husillos es a la izquierda (sentido contrario a las manecillas del reloj).

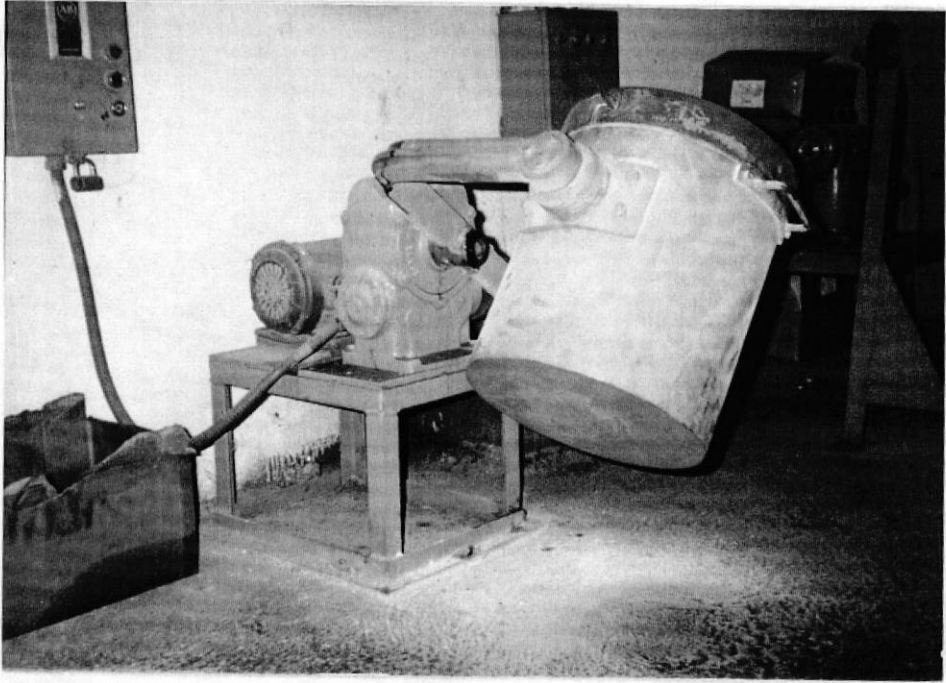


FIGURA No. 3

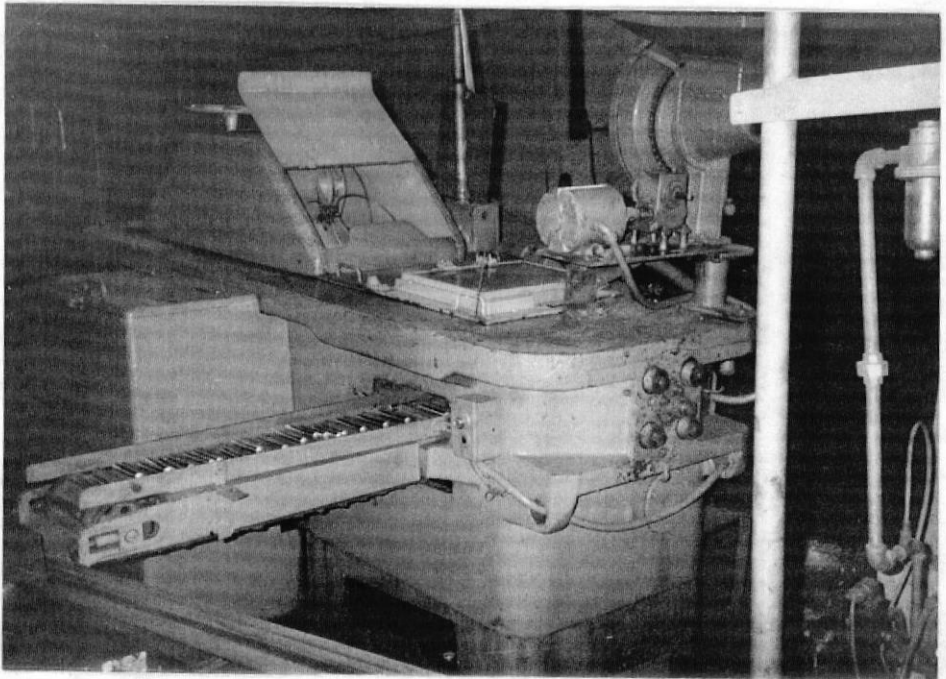


FIGURA No. 4

En el torno roscador RUTHERFORD existen cuatro operaciones que son las siguientes:

1ra. Operación

Corte del pico, por medio de una cuchilla circular. Ver figura #6.

2da. Operación

Refrentado del pico, por medio de una cuchilla de refrentado. Ver figura #7. Aquí se da la altura final del pico y en esta operación se produce también el corte longitudinal por medio de una cuchilla, ver figura #8, dando al tubo su medida final en longitud.

3ra. Operación

Roscado, se utilizan anillos roscadores ver figura #9, o anillos acanaladores, ver figura #10, según sea el producto a fabricarse, si se desea con rosca, ver figura #11, ó con inserto, ver figura #12.

4ta. Operación

Cepillado, se utiliza un cepillo circular marca: WELLER modelo TL6-0.008" (0,2 mm. Ø de cerdas), con la finalidad de eliminar las barbillas que se producen en la operación de roscado.

En todas estas operaciones los husillos se encuentran girando.

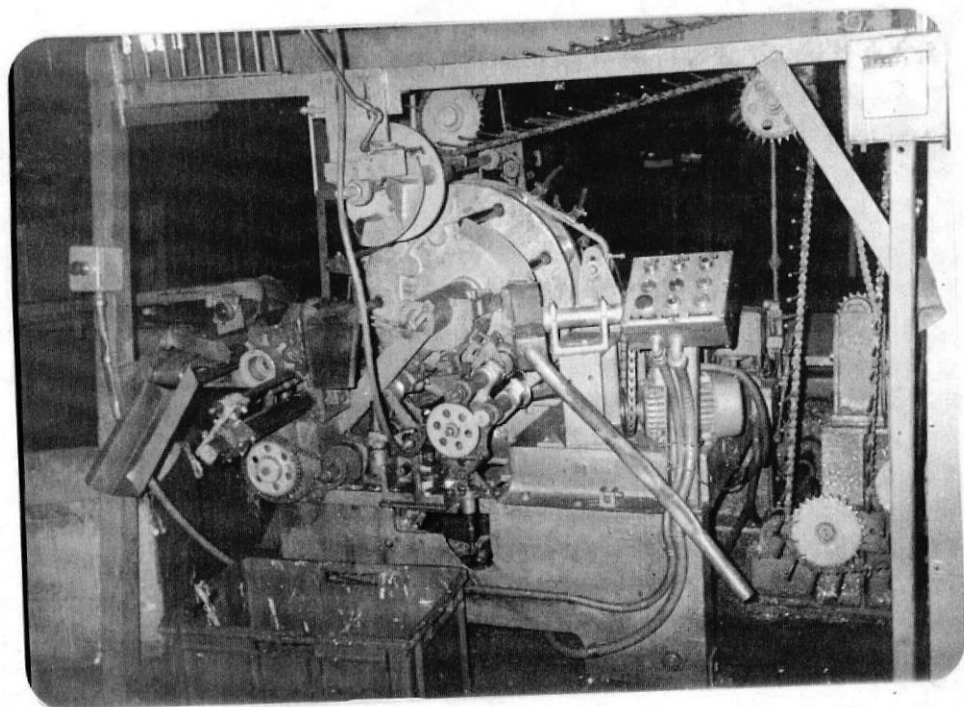
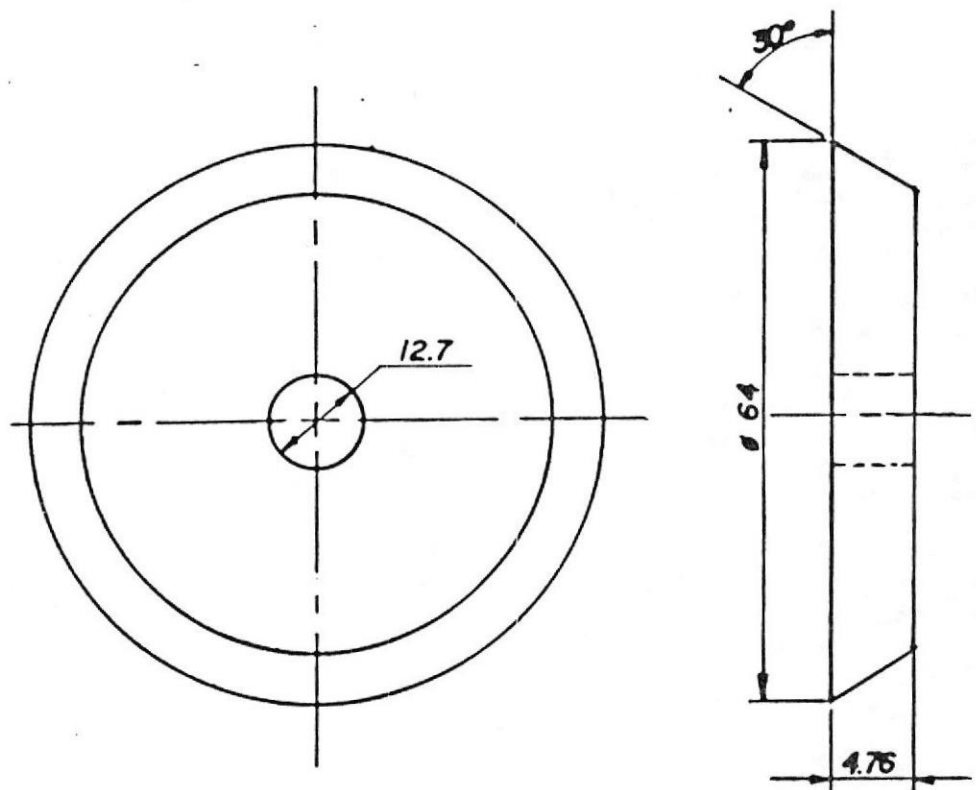


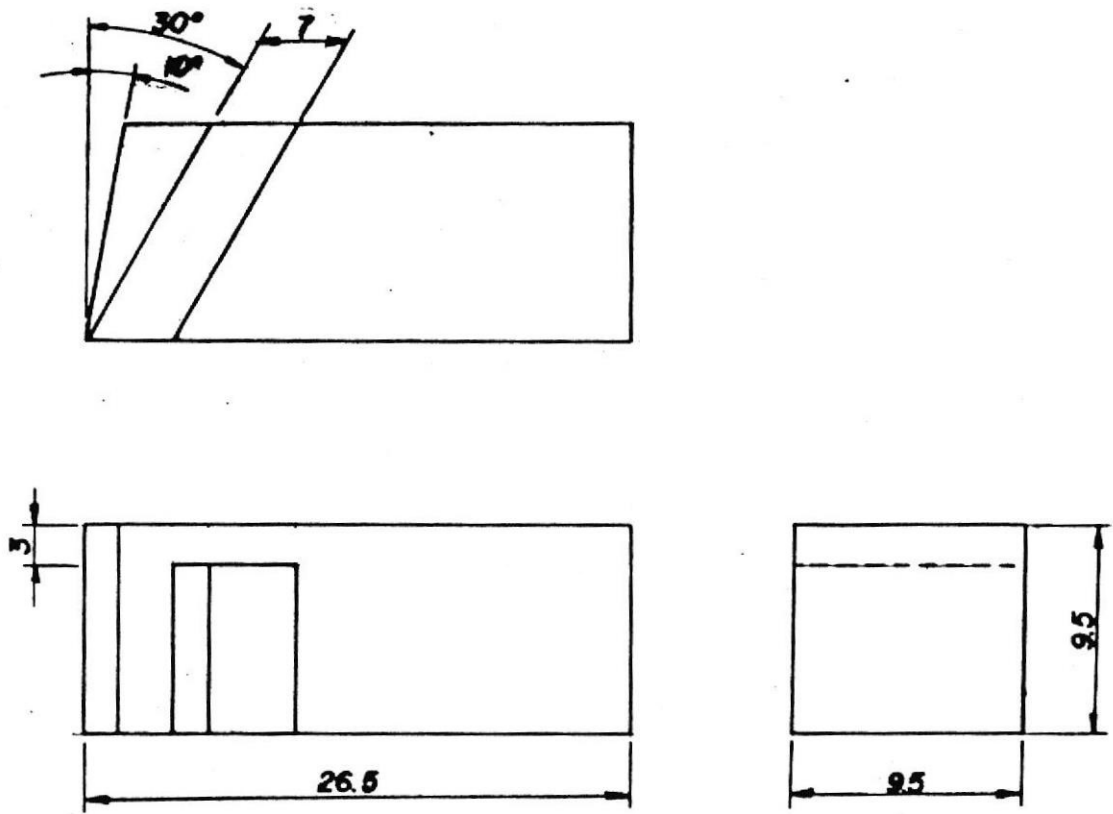
FIGURA No. 5



DENOMINACION: Cuchilla circular

MATERIAL: Special K ó XW5 **Dureza:** 60° HRC

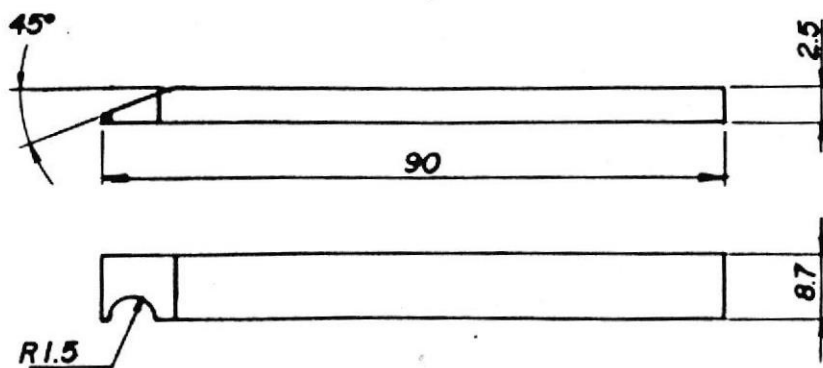
FIGURA No 6



DENOMINACION: Cuchilla de refrentado

MATERIAL: Acero rápido

FIGURA No 7

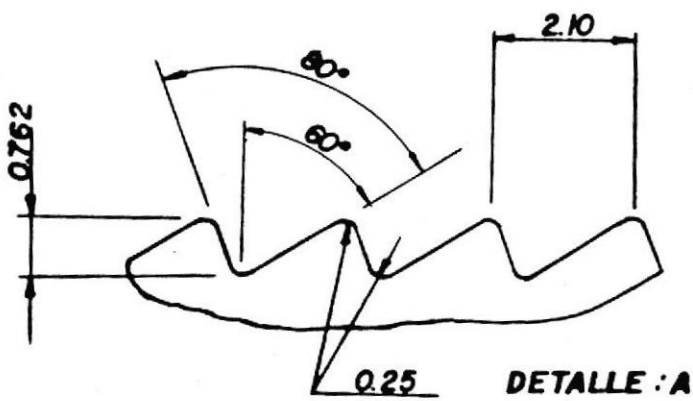
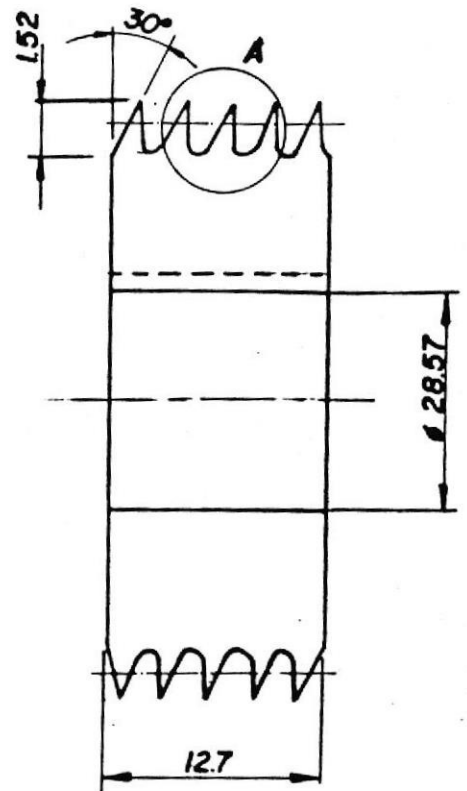
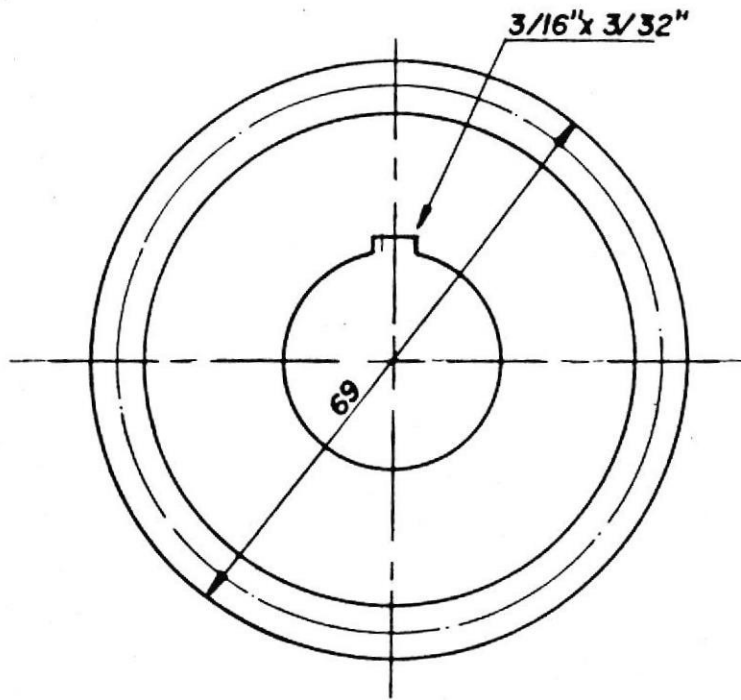


DENOMINACION: Cuchilla corte longitudinal

MATERIAL: XW-5 **DUREZA:** 60° HRc

FIGURA No 8

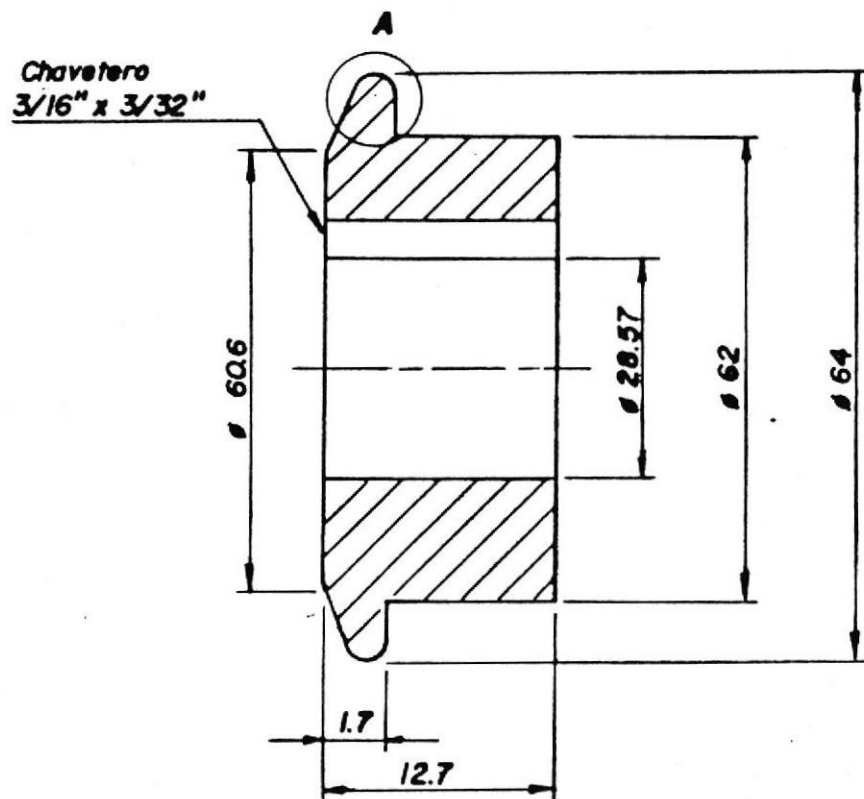
W



ROSCA IZQUIERDA

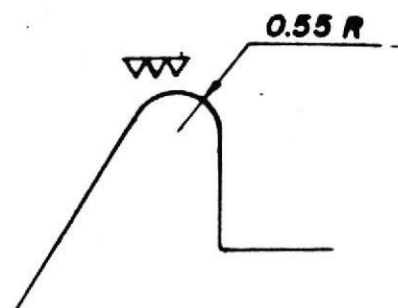
DENOMINACION: Rodillos roscadores

MATERIAL: Cementación DUREZA: 60° HRc



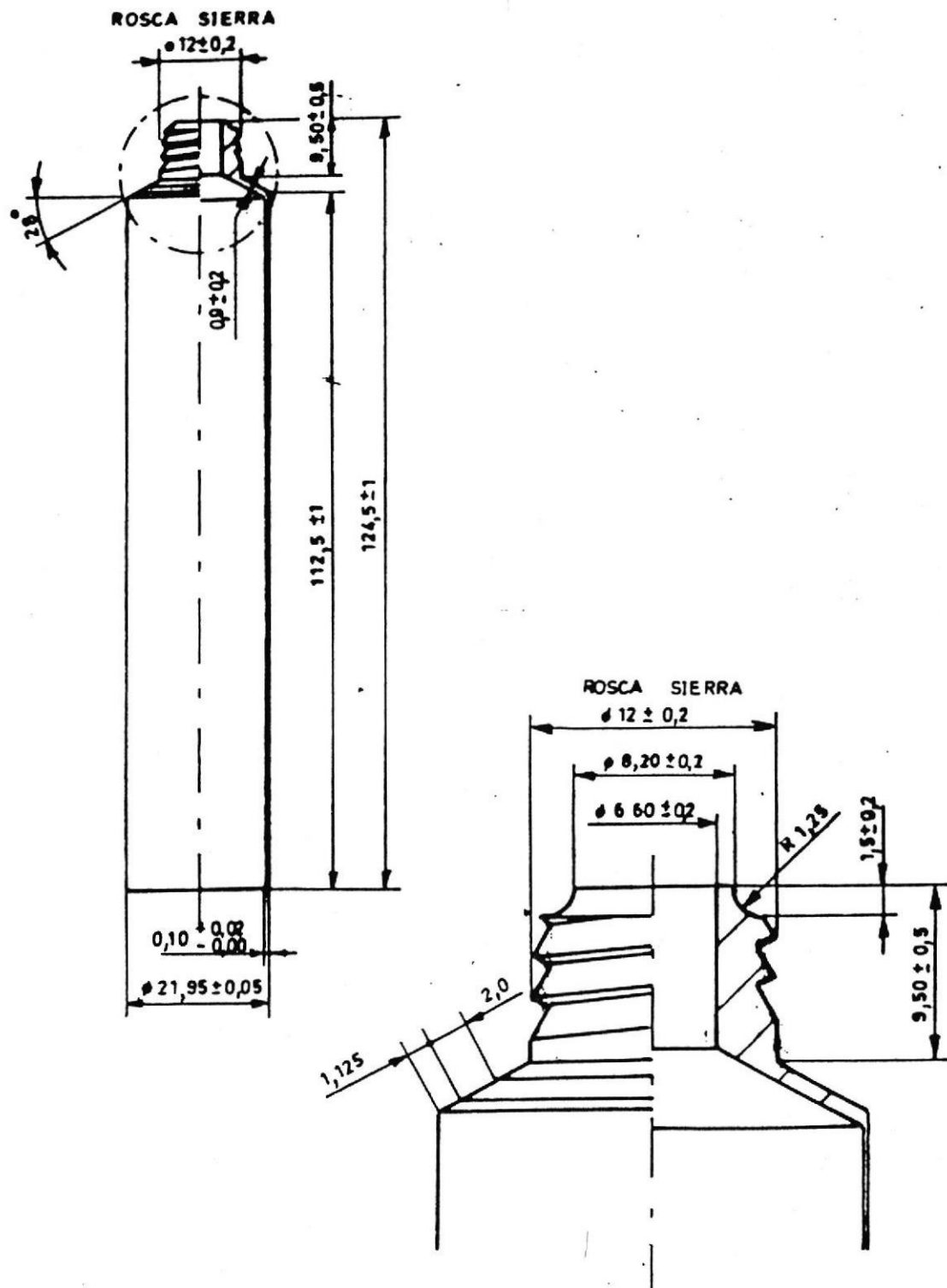
DENOMINACION: Acabafadores

MATERIAL: Cementación **DUREZA:** 58° HRc



DETALLE A.

FIGURA No 10



REFERENCIAS	FECHA	NOMBRE	MATERIAL :	Tubos metálicos
DIBUJADO	92.04.18	J. Izaguirre	Aluminio	
REVISADO	92.04.22	J. Maggi		
APROBADO		E. Martínez		
ESCALA :				
1:1	Tubo Kolynos		FIGURA No 11	

Una vez que el tubo esta en sus dimensiones finales y dentro de los margenes de tolerancia aceptables, es traspasado del plato porta-husillos del torno roscador a la cadena de pines, por medio de un sistema neumático.

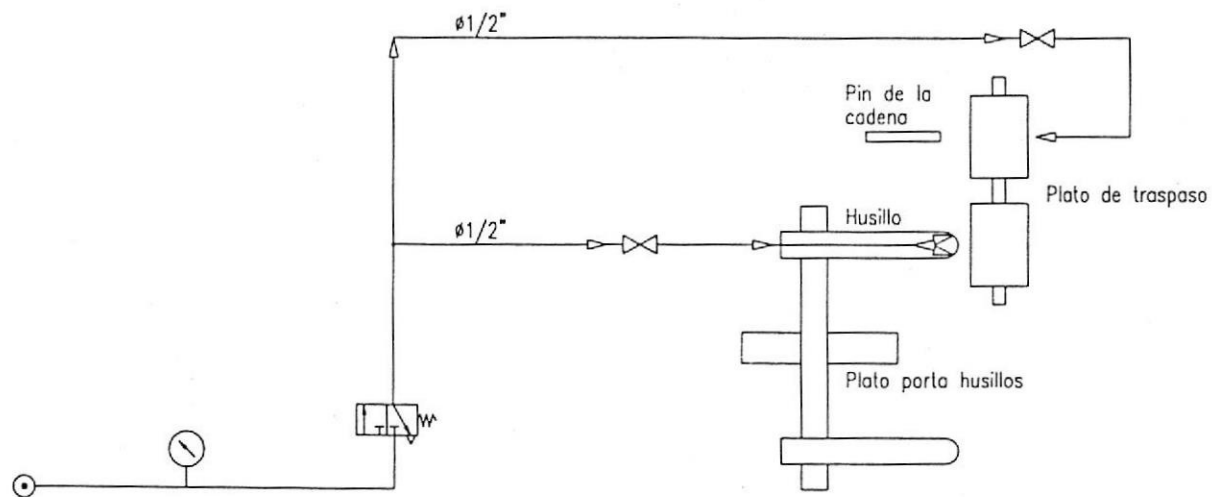
El sistema neumático consiste en lo siguiente: por medio de una señal que lo da una leva ubicada en el eje del jocker, esta acciona una válvula neumática 3/2 normalmente cerrada que permite el paso de una pequeña cantidad de flujo de aire, el cual puede ser regulado en su descarga. Este flujo de aire ingresa al interior del husillo y expulsa al tubo hacia un plato de traspaso el cual gira con el mismo tiempo del torno roscador y luego por medio de un pequeño flujo de aire accionado por la misma leva antes mencionada, el tubo es expulsado del plato de traspaso hacia la cadena de pines. Ver figura #13.

La cadena de pines esta formada por eslabones de paso 3/4" o Asa # 60, la distancia entre pines es 2 1/4", el diámetro de los pines es 6 mm., la longitud de los pines es 215 mm., el tramo de cadena de pines que va desde el torno roscador hasta el horno de recocido es diamantado para resistir altas temperaturas del horno de hasta 550 °C.





Esta cadena tiene un movimiento alternativo y el tiempo esta dado por una caja de levas. La cadena de pines ingresa al horno de recocido, el cual se encuentra en un rango entre 450 °C a 550 °C.

El horno de recocido esta compuesto por un banco de resistencias de 36 Kw, 90 Amp., 220 Volt.

FIGURA No. 13



SIMBOLOGIA

-  Fuente de presión
-  Manómetro
-  Válvula de cierre
-  Válvula neumática de accionamiento mecánico

Referencias	Fecha	Nombre	 FADESA DEPARTAMENTO DE PROYECTOS			
Dibujado	96-10-30	M. Suarez				
Revisado						
Aprobado						
Escala	Nombre del plano		Plano N°			
<i>s/e</i>	LINEA DE AIRE COMPRIMIDO DIAGRAMA DE FLUJO TORNOS ROSCADORES		A3F06051			
Tolerancias Generales			Reemplaza al plano N°			

En la parte superior del horno se encuentra un ventilador que genera un flujo de aire, el cual pasa a través del banco de resistencias y luego este aire caliente pasa por una plancha de acero inoxidable perforada que actúa a manera de dosificador, golpeando este aire caliente al tubo que se encuentra dentro del horno en la cadena de pines.

La cadena de pines ingresa al horno por la parte inferior, sube, da una vuelta y desciende para salir por la parte inferior del horno. Ver figura #14

Luego el tubo que va en la cadena de pines al salir del horno de recocido es enfriado por un ventilador, la cadena de pines regresa por debajo del horno de recocido al torno roscador, cerrando el circuito.

El tubo es extraído de la cadena de pines por una banda transportadora y depositado en un tambor de alimentación e ingresa al husillo de la esmaltadora RUTHERFORD por medio de un brazo móvil, ver figura #15.

El sentido de giro del plato porta husillos es a la izquierda igual que el torno roscador.

La esmaltadora RUTHERFORD consta de las siguientes partes: El plato porta-husillos compuesto de nueve husillos, el banco de esmaltado formado por dos rodillos de acero, uno de caucho y una bandeja porta-esmalte.

Los husillos giran a la izquierda por medio de un motor de 1/3 HP.

El rodillo de caucho que gira a la derecha es el que entra en contacto con el tubo que viene en el husillo, produciéndose el esmaltado exterior.

FIGURA No.14

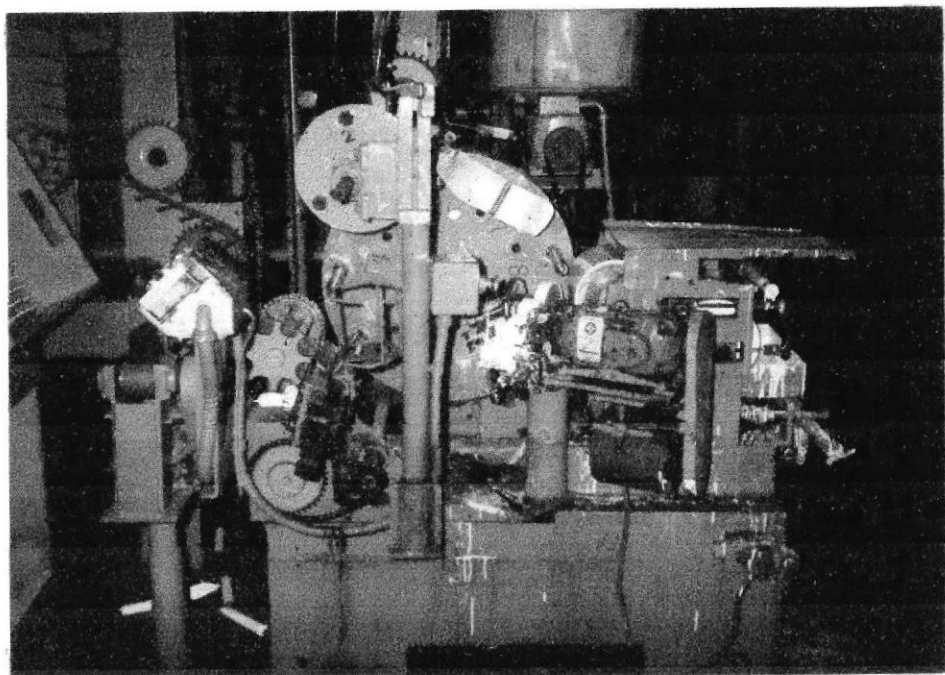
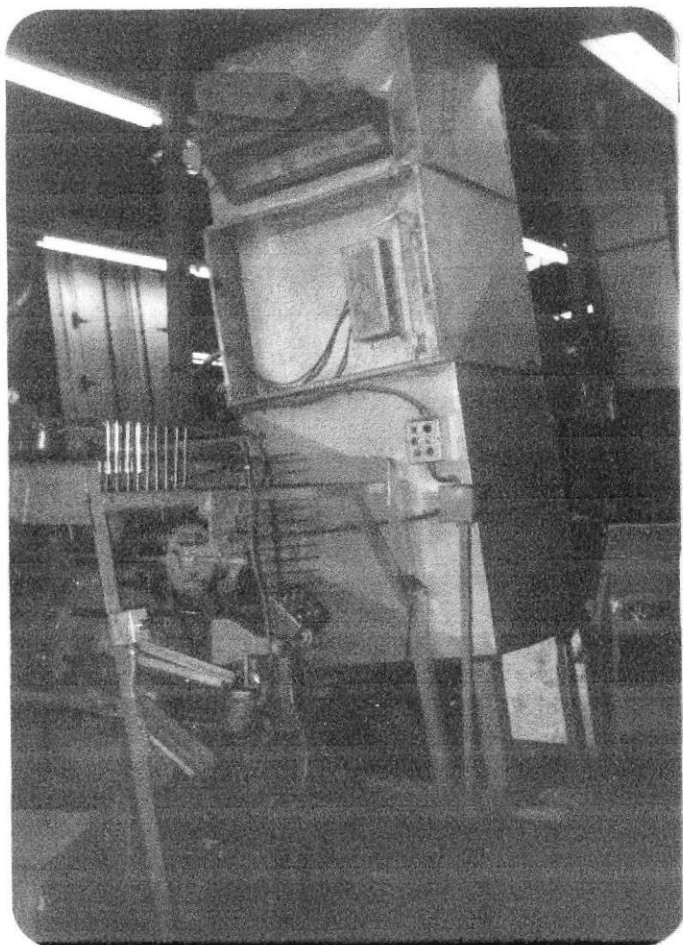


FIGURA No.15

Luego el tubo esmaltado es traspasado a la cadena de pines por un sistema neumático similar al torno roscador. Este tubo esmaltado puesto en la cadena de pines ingresa al horno de secado de esmalte por su parte inferior, el horno se encuentra a 150 °C.

El horno de esmaltado es de marca LYDON BROTHERS, esta constituido de lo siguiente: En su parte superior consta de dos bancos de resistencias de 36 Kw., 90 Amp., 220 Volt., cada uno con un ventilador, los cuales generan un flujo de aire que pasa por los bancos, este aire caliente desciende y se expande en el interior del horno, para producir el secado del esmalte del tubo, luego el aire caliente sale por una chimenea instalada a un costado y en la parte superior del horno. Ver figura #16.

El tubo esmaltado que es transportado en la cadena de pines sale por la parte inferior del horno para ser extraído por una banda transportadora e ingresar a la impresora RUTHERFORD.

La cadena de pines regresa hacia la esmaltadora RUTHERFORD por debajo del horno de secado de esmalte para cerrar el circuito.

El tubo esmaltado es depositado en un tambor de alimentación e ingresa al husillo de la impresora por medio de un brazo móvil. El sentido de giro del plato porta-husillos es a la izquierda.

La impresora RUTHERFORD consta de las siguientes partes: el plato porta-husillos donde se alojan nueve husillos, el tambor porta-mantilla que tiene un sentido de giro a la izquierda y cuatro estaciones de rodillos tinteros con sus respectivos ejes porta-clichet, el sentido de giro de estos

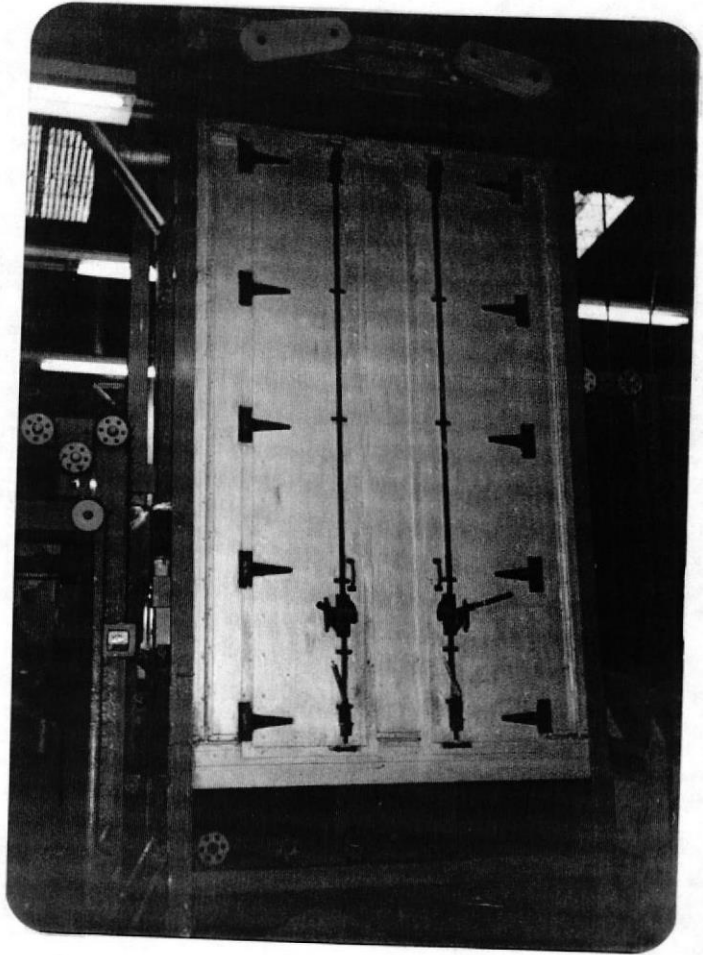


FIGURA No 16

ejes es a la derecha, y es aquí donde se imprime la propaganda sobre el tubo esmaltado. Ver figura # 17.

Esta impresora puede trabajar con un máximo de cuatro colores.

El tubo impreso es traspasado a la cadena de pines por un sistema neumático similar a la esmaltadora RUTHERFORD. Este tubo ingresa al horno de secado de tinta por su parte inferior, el horno se encuentra a 150 °C.

El horno de secado de tinta es de marca LYDON BROTHERS similar al de secado de esmalte.

El tubo impreso que es transportado en la cadena de pines sale por la parte inferior del horno para ser extraído por una banda transportadora e ingresar a la tapadora RUTHERFORD.

La cadena de pines regresa a la impresora RUTHERFORD por debajo del horno de secado de tinta para cerrar el circuito.

El tubo impreso es depositado en un tambor de alimentación e ingresa al husillo de la tapadora RUTHERFORD por medio de un brazo móvil, el sentido de giro del plato porta-husillos es a la izquierda.

La tapadora RUTHERFORD consta de las siguientes partes: el plato porta-husillos que aloja a nueve husillos, una tolva alimentadora de tapas, un tobogán por el cual las tapas se deslizan hasta llegar a un plato vibrador donde son acomodadas en un canal, para pasar de una en una a

las muelas donde se aloja la tapa. En esta etapa el husillo esta girando para producir el enroscado de la tapa en el tubo. Ver figura # 18.

El tubo tapado es expulsado del husillo de la tapadora hacia la banda de embalaje por medio de un flujo de aire. Esta máquina posee una uña que saca el tubo sin tapa del husillo y es accionado por un pistón neumático de simple efecto, marca: BIMBA de carrera 25 mm., el cual recibe una señal neumática por medio de una válvula 3/2 normalmente cerrada.

El tubo terminado que llega al embalaje es puesto en cajas y paletizado.

1.2 PROBLEMAS EXISTENTES

La ubicación de las máquinas de las líneas #2 y #3, se encuentran de la siguiente forma. Ver figura #2.

Esto ocasiona los siguientes problemas:

Caída de la cadena de pines debido a su gran longitud en los tramos desde las impresoras hasta los hornos de impresión y desde las esmaltadoras hasta los hornos de esmaltado, los motores arrastraban mayor longitud de cadena, el tiempo de permanencia del tubo en la cadena de pines entre una máquina y otra era mayor, la ubicación de las máquinas no permitían un mantenimiento correctivo ni una lubricación con comodidad.

Sacar una máquina o un horno para su mantenimiento preventivo fuera de línea resultaba muy dificultoso y el espacio físico que ocupaban las dos líneas muy grande.

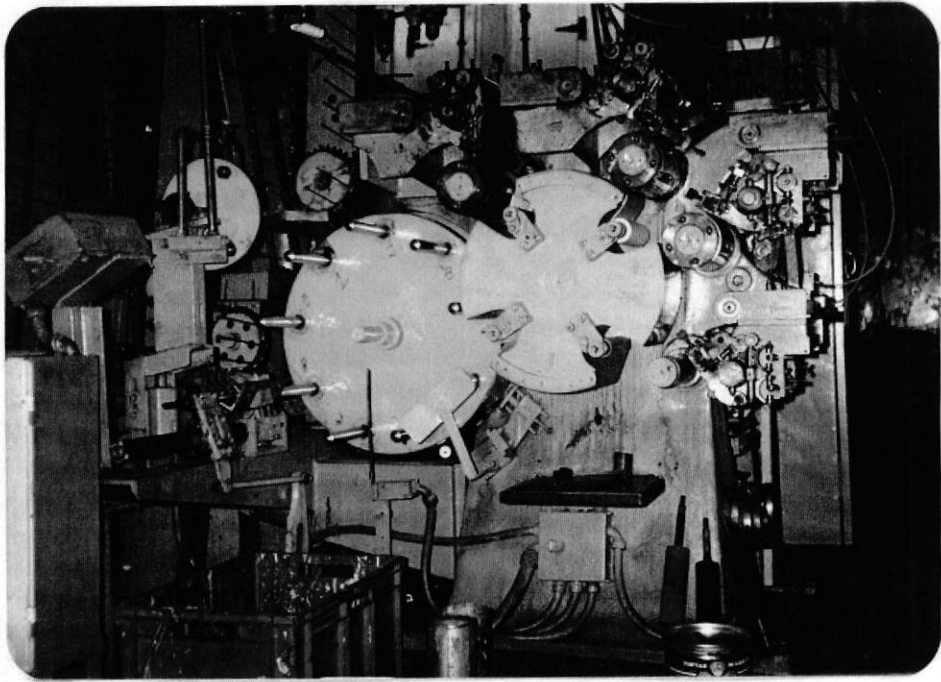


FIGURA No 17

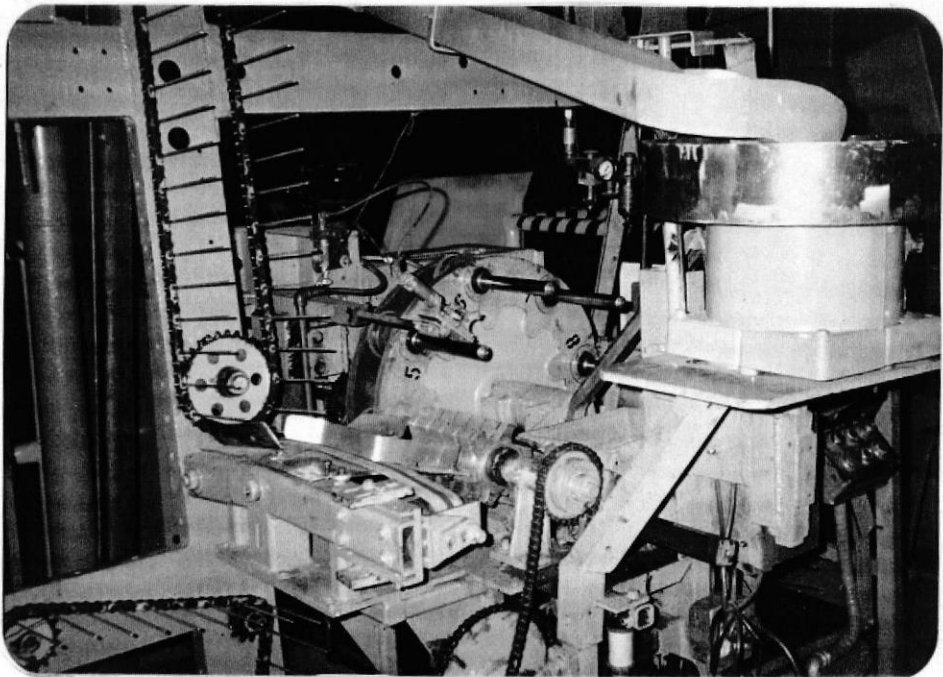


FIGURA No 18

En lo referente a producción el promedio de envases de aluminio que se fabricaban en la línea #2 era de 15500 tubos diarios y en la línea #3 era de 17300 tubos, en un turno de 11 horas, esto es antes de la redistribución.

Luego de realizado el proyecto el promedio de envases de aluminio fabricados en la línea #2 aumentó a 20600 tubos, es decir en un 24,75%, y el de los envases de aluminio fabricados en la línea #3 aumentó a 21400 tubos, es decir en un 19,15%.

A continuación indico en la tabla No. 1 un resumen de las horas paradas por mantenimiento preventivo y o correctivo de las líneas #2 y #3 a partir de enero de 1987. Estos son valores promedios.

PROMEDIO DE HORAS PARADAS MENSUALES/MANTENIMIENTO

LINEA # 2

	AÑOS						
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
PARADAS ROGRAM. MANTEN.PREVENT. (HORA/MES)	22	26	28	30	20	18	17
PARADAS NO PROG. MANTEN.CORRECT (HORA/MES)	10	12	12,5	15	8	7	8
TOTALES (HORA/MES)	32	38	40,5	45	28	25	25

TABLA No. 1.1

LINEA # 3

	AÑOS						
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
PARADAS PROGRAM. MANTEN.PREVENT. (HORA/MES)	20	24,5	26,5	28	19	17	17,5
PARADAS NO PROG. MANTEN.CORRECT. (HORA/MES)	11	12,5	14	14,5	7	7,5	6,5
T O T A L E S (HORA/MES)	31	37	40,5	42,5	26	24,5	24

TABLA # 1.2

Por estas razones se debe planificar la redistribución de las líneas #2 y #3 de tubos colapsibles.

Como podemos apreciar en los gráficos de mantenimiento mecánico de las líneas #2 y #3, las horas dedicadas al mantenimiento preventivo y correctivo van en aumento.

Ver gráfico I.1.

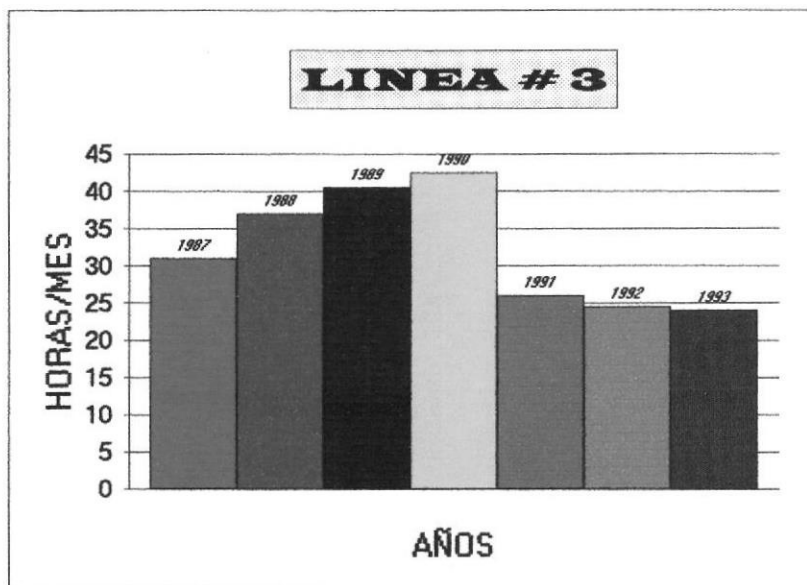
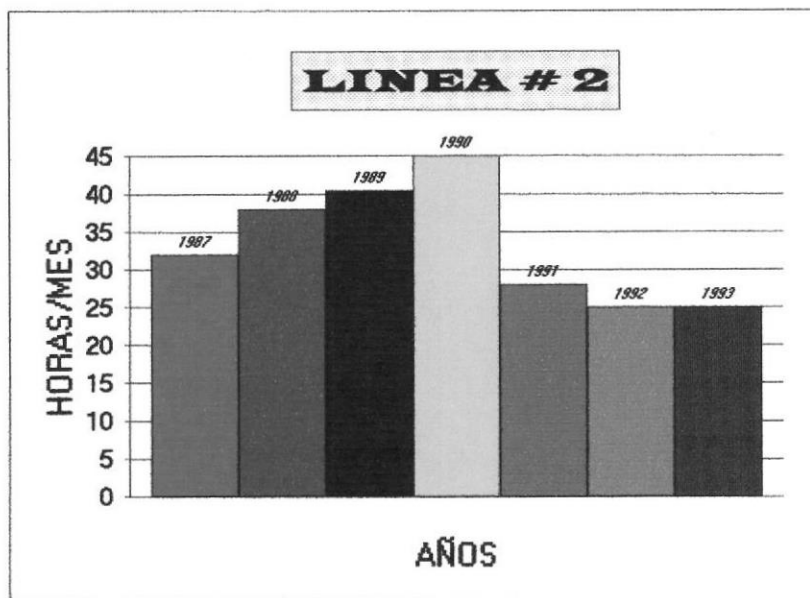


GRAFICO I.1

El mantenimiento correctivo llevado a cabo consiste en reparaciones y regulaciones de las máquinas especialmente cuando se cambia de producto. Teniendo mayores problemas en los tornos roscadores que son máquinas donde se conforma el tubo y que mas cuidado presentan en su regulación.

El mantenimiento preventivo consiste en la reparación de una máquina que previamente es pedida por mantenimiento mecánico.

Debo indicar que dada la gran cantidad de producción el mantenimiento preventivo no se realiza en un 100%; mas bien consiste en una reparación mayor, o que involucra mas tiempo de parada que una regulación, por ejemplo un cambio de ejes y bocines.

**PRODUCCION PROMEDIO DE TUBOS DIARIOS EN UN TURNO DE
11 HORAS**

	ANTES DE REDIST.	DESPUES DE REDIST.		
		91	92	93
LINEA # 2	15500	20600	22870	22890
LINEA # 3	17300	21400	23500	23600

TABLA No. 1.3

CAPITULO II

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

2.1 MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

En las líneas #2 y #3, el mantenimiento que se llevaba a cabo era netamente correctivo, es decir de regulaciones y cambios de piezas y accesorios (rodamientos, chumaceras, bandas, cadenas, piñones).

Todas las máquinas y equipos que se utilizan durante el proceso de fabricación de tubos colapsibles están sometidas a trabajar seis días de la semana en dos turnos de 11 y 12 horas, el primer turno de 07:30 a 18:30 y el segundo turno de 19:30 a 07:30 respectivamente. Esto trae como consecuencia que existan desgastes en: bocines, ejes, piñones y otros elementos de recambio. Por este motivo existe un programa de lubricación que lo efectuamos todos los días lunes.

El programa de lubricación se inicia con la limpieza de las máquinas, luego se procede a lubricar utilizando grasa MULTIFAK-2 en lugares donde existen bocines y chumaceras. Usamos aceite SAE-10 para las unidades de mantenimiento neumáticas, las cuales consisten en filtro, regulador y lubricador; se revisan los niveles de aceite en las cajas de transmisión y reductores en los cuales se usa aceite SAE-140.

La lubricación de la cadena de pines tiene un especial cuidado en aquellos trayectos del torno roscador al horno de recocido ya que en el interior del

horno tenemos temperaturas de hasta 480 °C, para este efecto utilizamos MOLYKOTE, es una grasa semifluida diseñada para lubricar cadenas en operación sometidas a temperaturas extremas.

Se revisa el alineamiento de los piñones que transportan la cadena de pines.

Las regulaciones consisten en lo siguiente:

En los tornos roscadores tenemos: regulación en el corte del pico, roscado, corte longitudinal, cepillado, traspaso, ajuste de los husillos y del freno principal.

Cuando se calibra el torno roscador al cambiar de un producto a otro es necesario cambiar los husillos a la medida en que se desea el producto; existiendo los siguientes diámetros mostrados en la tabla N II . 1.

DIAMETRO NOMINAL (mm)	DIAMETRO REAL DE HUSILLOS (mm)	LONGITUD DEL PRODUCTO (mm)
22	21,4	106, 120
25	24,4	144
30	29,4	158, 164
31,5	29,5	177, 183
35	34,4	195, 190

TABLA No. II. 1

Esta calibración hay que hacerla en cada una de las 4 operaciones antes mencionadas y en cada uno de los 9 husillos.

En la esmaltadora tenemos regulación en la entrada del tubo, banco de esmaltado, traspaso del tubo de los husillos a la cadena de pines.

Al cambiar de producto se cambian los husillos y se regula lo antes mencionado.

En la impresora existe: regulación en la entrada del tubo, en las estaciones de los rodillos tinteros, traspaso del tubo de los husillos a la cadena de pines.

Cuando se cambia de producto, se cambian los husillos, clichet, mantillas, placas y tintas de acuerdo a la impresión requerida.

En la tapadora tenemos: regulación en la entrada del tubo, de las muelas, gatillo colocador de tapas, caucho ajustador de tapas, plato vibrador, canal de tapas.

Como se ve en la figura #2 el espacio físico que ocupan en planta las líneas # 2 y #3 es muy grande.

La alternativa de realizar un mantenimiento completo a los equipos sin redistribuirlos no es la mas adecuada ya que se necesita ahorrar espacio para poder montar una nueva línea (línea #4, HERLAN).

El tiempo estimado para realizar el mantenimiento correctivo a las máquinas y equipos implica una parada de línea de 150 horas, esto es si se planifica a un mecánico por máquina y teniendo listas todas las piezas de repuesto como rodamientos, bandas, chumaceras, ejes, bocines, etc.

Para la fabricación de ejes, bocines u otras piezas primero se realiza el plano y luego lo enviamos al Taller Mecánico, el cual es otra de las secciones de FADESA.

Para accesorios tales como: chumaceras, rodamientos, bandas, piñones, etc. tenemos una Bodega General de Repuestos la cual nos provee de estos insumos.

2.2 ADQUISICION DE NUEVOS EQUIPOS

La compra de equipos nuevos como alternativa para solucionar los problemas de tipo mecánico y aumentar la producción, resulta muy costosa, puesto que existen líneas para la fabricación de tubos plastificados, marca: AISI, de procedencia suiza de 110 a 150 tubos por minuto cuyo costo está al rededor del medio millón de dolares. Aparte de esto la demanda que existe en el mercado no justifica su adquisición.

Sin embargo se compró una línea para la fabricación de tubos colapsibles, marca: HERLAN, de procedencia alemana, año de fabricación 1970 de 60 tubos por minuto.

Con lo que se cumple con uno de los objetivos de la redistribución de las líneas de tubos colapsibles el cual es ahorrar espacio para realizar el montaje de una línea mas moderna que las actuales que son marca: RUTHERFORD, de procedencia americana, año de fabricación 1950.

ADQUISICION DE NUEVOS EQUIPOS

<i>VENTAJAS</i>	<i>DESVENTAJAS</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Ocupan poco espacio - Trabajan a mayor velocidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto costo - No existe el suficiente mercado en el medio - El desperdicio no se recicla

TABLA N 11. 2

2.3 REDISTRIBUCION DE LINEAS DE FABRICACION

Esta alternativa nos ofrece la ventaja de ahorrar espacio en planta y realizar la instalación de una nueva línea de fabricación.

Aparte de que está incluido el mantenimiento total de los equipos, durante la redistribución de los mismos.

El siguiente cuadro permite observar las ventajas y desventajas de las tres alternativas:

COMPARACION DE ALTERNATIVAS

ASPECTO	ALTERN. 1 Mant. equipos sin redistribuirlos	ALTERN. 2 Adquisición nuevos equipos	ALTERN. 3 Redistribución de líneas	OBSERVAC.
Costo total estimado	US \$ 60.000/línea	US \$ 500.000	US \$ 60.000/línea	Alt.#1 y Alt.#3 son iguales
Tiempo parada equipo durante el montaje (horas)	En línea #2: 134 En línea #3: 122	50	En línea #2: 150 En línea #3: 132	La alternativa # 2 es menor. La alt. 3 es sólo 10 horas más que la 1
Velocidad (tubos/minuto)	De 58 a 60	De 110 a 150	60	Con la alt.3 veloc. suficiente para demanda.
Ventajas Cuantitativas	Ninguna	Mayor velocidad de producción Menor tiempo de instalación	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorran espacio • Facilitan mantenimiento correctivo • Disminuye longit. cadena de pines • Producto final reciclable 	

TABLA N II. 3

Debido a su menor costo, facilidades para reparaciones y espacio para futuras instalaciones, me decidí por redistribuir las líneas de fabricación.

CAPITULO III

DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

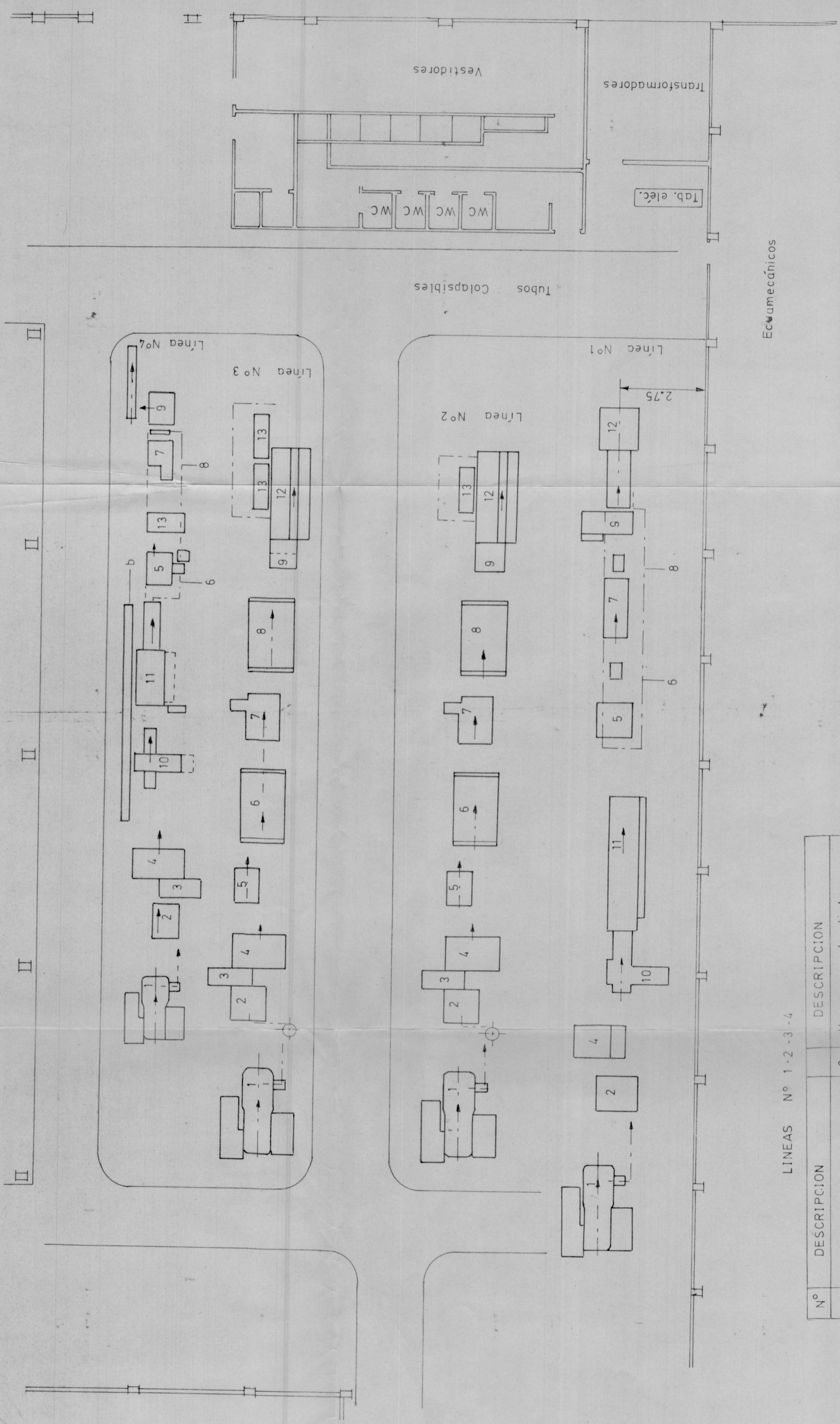
3.1 PLANIFICACION DE LA REDISTRIBUCION

La planificación de este trabajo en particular, se realiza de tal manera en que se pueda aprovechar la oportunidad de ocasiones propicias a la producción, en este caso en el mes de diciembre de 1990 se produce una baja en los pedidos de producción, y se lleva a cabo la redistribución de la línea #2.

Habiendo decidido la alternativa de redistribuir las líneas de tubos colapsibles como la mas conveniente a nuestros intereses, se comenzó a realizar los dibujos, planos y mediciones necesarias para la ejecución de este trabajo, el cual se encuentra representado en la figura # 19 de esta tesis. Este trabajo lo realicé con un mes de anticipación, primero busqué en el Departamento de Dibujo toda la información existente referente a planos de la Sección de Tubos Colapsibles. Encontrando el plano representado por la figura # 1 .

Comencé a tomar medidas de las máquinas y de los hornos y a ubicarlos según la nueva disposición de las líneas en el plano representado por la figura # 19 . Utilicé la escala 1:100 (vista de planta).

Luego realicé el cronograma de trabajo el cual detallo a continuación:



LINEAS Nº 1-2-3-4

Nº	DESCRIPCION	DESCRIPCION
1	Prensa	8 Horno secado tinta
2	Torno roscador	9 Tapadora
3	Sincronizador	10 Barnizadora interior
4	Horno de recocido	11 Horno secado barniz int.
5	Esmaltadora	12 Embalaje
6	Horno secado esmalte	13 Tablero eléctrico
7	Impresora	

REFERENCIAS	FECHA	NOMBRE
DIBUJADO	91.11.19	J. Izaguirre
REVISADO	91.12.22	J. Maggi
APROBADO		
ESCALA :	1:100	
Re - Distribución de máquinas		
Tubos metálicos		
FIGURA No 19		

En la tabla I I I. 1 se aprecia que se planifica el trabajo en 15 días, en un turno de 10 horas cada día.

Se conforman tres equipos de trabajo.

Un equipo formado por:

- Un supervisor (maestro mecánico) y ,
- Tres mecánicos.

Quienes ejecutarán la etapa de montaje, es decir: desmontar, trazar, transportar, alinear, anclar y la fabricación de estructuras.

Un segundo equipo formado por:

- Seis mecánicos y,
- Cuatro ayudantes de mecánico.

Los cuales se dedicarán al mantenimiento preventivo de las máquinas y hornos.

Y un tercer equipo integrado por:

- Un ingeniero eléctrico y,
- Dos electricistas.

Quienes se encargarán de las desconexiones, desmontajes, instalaciones de canalones y tableros, cableado y conexiones.

El tiempo estimado para la terminación de este trabajo es de 15 días (150 horas).

El mantenimiento preventivo del torno roscador, esmaltadora, impresora, tapadora, y en los hornos de recocido, esmaltado y de secado tinta, empezó en el momento en que se reubicaron las máquinas. Se programó un mecánico para cada máquina.

Únicamente la prensa no cambió su posición original por lo cual su mantenimiento preventivo empezó el mismo día de la redistribución.

Una vez realizado el trabajo de reubicar las máquinas y hornos según la figura # 19 , se procedió a efectuar las pruebas de funcionamiento de la línea, las cuales duraron tres semanas, por lo que la línea 2 fue entregada a producción el 20 de enero de 1991.

En la tabla III. 2 se aprecia que se planifica el trabajo de la redistribución de la línea #3 en 14 días, en un turno de 10 horas cada día.

En base a la experiencia de la redistribución de la línea #2, se decide fabricar las estructuras que llevan los piñones que transportan las cadenas de pines, con dos meses de anticipación, este trabajo lo realizan un supervisor y tres mecánicos.

Se recuperaron una esmaltadora y una impresora RUTHERFORD, fuera de línea para realizar el cambio en el momento de la redistribución de la línea #3.

No	Denominación	Descripción del Trabajo	Realizado y/o dirigido J. Maggi	1era. Semana					2da. Semana					3ra. Semana			
				11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	26	27
		Torno															
		Estructura tornos			==	==											
		Horno recocido															
		Estructura salida					==	==	==								
		Esmaltadora															
		Estructura esmaltadora								==	==						
		Horno esmaltado															
		Estructura salida									==	==					
		Impresora															
		Estructura impresora											==	==			
		Horno impresión															
		Estructura salida													==	==	
		Tapadora															
		Estructura tapadora															==
		Mesa empaque															==
9	Instalación eléctrica																
	A.- Fuerza	Desconexión															
	B.- Iluminación	Desmontaje	1 Ing. eléctrico	==	==	==											
		Instalación canalones	2 electricistas							==	==	==					
		Instalación tableros															
		Cableado											==	==			
		Conexiones												==	==		

El tiempo estimado para la terminación de este trabajo fué de 14 días (132 horas).

El personal que se utilizó fue el siguiente:

- Un supervisor (tecnólogo mecánico) para la construcción de las estructuras.
- Un supervisor (maestro mecánico) para la dirección del montaje y recuperación de máquinas.
- Seis mecánicos.
- Tres ayudantes de mecánico.
- Un ingeniero eléctrico.
- Dos electricistas

La fecha en que se inició este trabajo es el 8 de julio de 1991, pero desde el mes de mayo se empezaron los trabajos de recuperación de una esmaltadora y una impresora RUTHERFORD al igual que las estructuras que portan los piñones que transportan la cadena de pines.

En esta redistribución y al igual que la anterior solo la prensa no cambió su posición original y su mantenimiento preventivo empezó en el momento de la redistribución.

Una vez ubicadas las máquinas y hornos según la figura # 19 comenzó el mantenimiento preventivo del torno roscador, tapadora y hornos, para lo cual se programó un mecánico para cada máquina, es decir torno roscador

y tapadora; y dos ayudantes de mecánico para los hornos de recocido, esmaltado y secado tinta.

Cumplido el cronograma de trabajo y redistribuída la línea se procedió a efectuar las pruebas de funcionamiento, las cuales duraron dos semanas, por lo que la línea #3 fue entregada a producción el 11 de agosto de 1991.

3.2 DESMONTAJE Y REDISTRIBUCION DE EQUIPOS

LINEA #2.

Durante el primer día de la redistribución de la línea #2 se realiza el desmontaje de máquinas y estructuras. Primero se retiran las cadenas de pines, colocándolas enrolladas en palets.

Luego se procede a la desconexión eléctrica y retirada de armarios y canalones. Paralelamente, se comienzan a desmontar las máquinas y hornos de la línea, previo a esto se cortan las chimeneas de los hornos, también se desmontan las estructuras que llevan los piñones donde se transportan las cadenas de pines, tuberías del sistema neumático y bandas transportadoras; se limpia el piso y se procede a rayar la nueva ubicación de las máquinas según la figura # 19. Luego se colocan máquinas y hornos según la nueva disposición.

A partir del segundo día se empiezan a fabricar las estructuras porta-piñones, este trabajo se lo realiza por tramos:

1. Tomo-horno de recocido.
2. Esmaltadora-horno de esmaltado
3. Impresora-horno de impresión
4. Tapadora-embalaje.

Para este trabajo se aprovecha la misma estructura que salió durante el desmontaje de la línea, y los mismos piñones, cambiando únicamente aquellos que presentan desgaste. Se empieza también el mantenimiento total de las máquinas y hornos, lo cual será explicado más adelante.

A partir del tercer día se realiza la instalación del aire comprimido, utilizando las mismas cañerías y retirando de bodega general todos los accesorios necesarios para completar la instalación, tales como: unidades de mantenimiento (filtro-regulador-lubricador), neoplos, uniones, codos, reductores, etc.

A partir del sexto día se instalan las cadenas de pines, previo a esto se realiza una limpieza a las cadenas utilizando kerex y cepillos de acero, se cambian candados, medios eslabones y pines que se encuentran en mal estado. Este trabajo se programa para veinte horas.

En el octavo día se instalan las chimeneas de los hornos de esmaltado e impresión y se perforan los techos para permitir la salida de las chimeneas. Esto se programa para veinte horas.

Para el décimo día se instalan las bandas transportadoras, todas nuevas retiradas de Bodega General, unidas con grapas #7. Esto se programa para veinte horas.

El último día se realiza el anclaje de máquinas, estructuras y hornos, utilizando tacos hilty.

En lo referente a la instalación eléctrica la desconexión se lleva a cabo el primer día al igual que el desmontaje y reubicación de la iluminación. Trabajo programado para treinta horas.

Luego se realiza la instalación de los tableros y canalones. Trabajo programado para treinta horas.

Finalmente el cableado y conexiones, programado para cuarenta horas.

Una vez energizada la línea #2 se procede a realizar pruebas de funcionamiento de máquinas, cadenas y sincronización de línea a 60 tubos por minuto, este trabajo se realiza a partir del 28 de diciembre de 1990, para ser entregada la línea a producción el 20 de enero de 1991.

LINEA #3

Basándome en la experiencia de la redistribución anterior, empezamos a recuperar una esmaltadora e impresora fuera de línea.

Se fabrican las estructuras porta-piñones para la esmaltadora e impresora, trabajos para los cuales se asignan un mecánico para cada máquina y para las estructuras un supervisor y tres mecánicos.

De tal manera que durante la redistribución solo tengamos que ubicar las máquinas en el sitio señalado según la figura # 19.

Se sigue una planificación similar a la redistribución de la línea #2.

Este trabajo empieza el 8 de julio de 1991, a partir del segundo día de la redistribución y, ubicadas las máquinas se empieza el mantenimiento del torno, tapadora y hornos de esmaltado e impresión. Paralelamente se realiza el trabajo de conexión eléctrica, esto es: instalación de canalones, tableros, cableado y conexiones.

A partir del tercer día empiezan los trabajos de instalación del aire comprimido, cadenas de pines y chimeneas.

Los accesorios y piezas de repuesto son proporcionados por la Bodega General y Taller Mecánico.

Luego de anclar las máquinas, hornos y estructuras, se empiezan las pruebas de funcionamiento, se comienza por la esmaltadora e impresora, luego torno y tapadora, prueba de funcionamiento de hornos y cadena de pines; y, finalmente prueba de funcionamiento de línea.

La fecha efectiva en que se entrega la línea #3 a producción es el 11 de agosto de 1991.

3.3 MANTENIMIENTO TOTAL

Prensas

Por ser estas la únicas máquinas que no cambian su posición original, su mantenimiento total empieza el primer día de la redistribución.

En la prensa de la línea #2, el mantenimiento comienza con la limpieza de la máquina, luego se instala el sistema de alimentación, el cual consiste en la tolva de alimentación de pastillas y el canal regulable, ambos nuevos.

Luego se procede a cambiar las guías de bronce donde se desliza el charriot de la prensa. Se revisa el sistema de lubricación: bomba, cañerías, acumuladores de lubricación y bocines; cambiando los elementos que se encuentran desgastados.

El tiempo programado para este trabajo es de 102 horas. A cargo de esta labor está un mecánico.

En el mantenimiento de la prensa de la línea #3 el tiempo empleado fue mayor, 132 horas, debido a que se tuvieron que cambiar los bocines y rodamientos del eje principal y la banda de palitos que saca los tubos luego de la embutición.

Tornos Roscadores

En el segundo día de la redistribución todas las máquinas se encuentran ubicadas según la nueva disposición, ver figura # 19 .

Se procede al mantenimiento total del torno roscador de la línea #2, en el cual trabaja un mecánico, el tiempo programado es de 100 horas.

Primero se procede a limpiar la máquina, se revisa el sistema estabilizador del plato porta-husillos, el sistema de embrague, se cambian los engranajes helicoidales, bocines y ejes del sistema expulsor de residuos.

En el torno de la línea #3 su mantenimiento está programado para 130 horas, se utiliza un mecánico, y el trabajo fue similar al del torno de la línea #2.

Hornos de Recocido, Esmaltado e Impresión

En todos los hornos tanto de la línea #2, como de la línea #3, se realiza la limpieza y el mantenimiento general con dos ayudantes de mecánico, el tiempo programado para este trabajo es de 100 horas.

Luego de la limpieza, el mantenimiento consiste en cambiar: piñones, bocines, ejes y chumaceras desgastadas. Alinear los piñones, instalar las chimeneas de los hornos de esmaltado e impresión. Revisar los motores de los ventiladores y los bancos de resistencias. Finalmente se pintan los hornos interior y exteriormente con pintura de alta temperatura.

Esmaltadoras

En la esmaltadora de la línea #2, se utiliza un mecánico, el tiempo programado para este trabajo es de 100 horas.

Se realiza el siguiente mantenimiento: revisión del banco de esmaltado, en el cual se rectifican los rodillos de acero, cambio de eje principal y bocines.

Revisión de los motores eléctricos: motor principal y motor que da giro a los husillos.

Para la línea #3, se repara una esmaltadora que esta fuera de línea, este trabajo se realiza con un mes de anticipación y se asigna un mecánico para el mantenimiento total de la máquina.

De tal manera que al empezar la redistribución de la línea #3, se retira la esmaltadora que estaba en línea y se ubica la nueva máquina reparada, a la cual se le adaptaron mejoras tales como:

- ☛ Una bomba de vacío en el sistema alimentador de tubos, con lo que se produce una succión del tubo recocado que es depositado del tambor de alimentación al ángulo de descanso, logrando fijar el tubo hasta ser empujado por el brazo alimentador hacia el husillo. Con esto se consigue disminuir la cantidad de tubos que se desperdician en el sistema alimentador.

- ☛ Se independizó el banco de esmaltado por medio de un motoreductor, para lograr apagar la máquina por medio del motor principal, mantener encendido el banco de esmaltado evitando de esta manera que el esmalte se seque y se pegue al rodillo de caucho.

Impresoras

Para la impresora de la línea #2, se asigna un mecánico. El tiempo programado para este trabajo es de 40 horas.

Se realiza el siguiente mantenimiento: Luego de su limpieza, se cambian los bocines en las cuatro estaciones de rodillos tinteros, se rectifican los rodillos de caucho y de acero, se revisa todo el sistema neumático. Se procede a su lubricación y pruebas.

Para la redistribución de la línea #3, se repara una impresora RUTHERFORD, fuera de línea, para este trabajo se asigna un mecánico, el cual empezó el mantenimiento total de la máquina con un mes de anticipación. Se realiza el siguiente mantenimiento: Cambio de bocines del eje del plato porta-mantillas, cambio de bocines en las cuatro estaciones de rodillos tinteros, rectificado de rodillos de acero y caucho, se revisa totalmente el sistema neumático y se adaptan mejoras tales como:

☞ Una bomba de vacío similar a la instalada en la esmaltadora.

Tapadoras

Para la tapadora de la línea #2, se asigna un mecánico. El tiempo programado para su mantenimiento es de 40 horas.

Se realiza el siguiente mantenimiento: Cambio de bocines y eje principal, se instala un sistema neumático expulsor de tubos compuesto de un pistón neumático de simple efecto y una válvula 3/2 normalmente cerrada .

Este sistema sirve para sacar el tubo del husillo, cuando por algún motivo este tubo no es expulsado con aire hacia la banda de embalaje.

En la redistribución de la línea #3, para la tapadora se asigna un mecánico y se programa 130 horas para su mantenimiento total.

Se realiza el mantenimiento una vez ubicada la máquina según la figura # 19 .

No se pudo hacer el cambio como las anteriores máquinas de la línea #3, por no tener una tapadora en stock.

Se realiza el siguiente trabajo: Cambio de bocines y eje principal, cambio de bocines en caja de engranajes helicoidales, revisión de caja ferguson y cambio de rodamientos de agujas AJ 26323 e instalación de un sistema neumático expulsor de tubos similar al instalado en la tapadora #2.

CAPITULO IV

PUESTA EN MARCHA Y AJUSTES

4.1 PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE MAQUINAS

En la redistribución de la línea #2, el procedimiento de arranque comienza en el momento mismo en que se realiza el mantenimiento total de las máquinas. Debo señalar que la puesta a punto de cualquier instalación no comienza después del montaje sino desde su concepción misma, continúa durante su fabricación y montaje y, culmina con las pruebas, con o sin carga del sistema, es una permanente realidad, que en los trabajos que se ejecutan con una buena calidad de supervisión, donde se le da importancia al detalle requieren poquísimos esfuerzos de afinamiento durante la fase de pruebas, en el caso que nos ocupa efectuamos una labor aceptable durante los procesos de fabricación y extremadamente cuidadosa durante el montaje, siendo necesario corregir ciertos detalles en algunas máquinas como son:

En la prensa HERLAN P-8 8021 primero se realiza una prueba sin carga, es decir sin pastilla para poder escuchar algún sonido extraño de la máquina sea este ocasionado por golpe o fricción.

Teniendo el problema de calentamiento en las guías del charriot, para solucionarlo: Se revisa todo el sistema de lubricación desde bombas,

cañerías y distribuidores encontrándolos en buen estado. Se quitan laines que estan colocadas debajo de las guías de bronce, para dar la altura correcta al charriot y evitar la fricción excesiva, siendo esta la causa por la que se produce calentamiento.

En el torno roscador, se regula el corte longitudinal a 158 mm. para diámetro 30. Se verifica el refrentado, roscado, cepillado y traspaso de tubos. Lo cual trabaja sin problemas.

La esmaltadora no presenta problemas en su arranque.

La impresora presenta únicamente los problemas normales de regulación del clichet (el arte) que se producen durante la impresión.

La tapadora luego de regular el plato vibrador y las muelas que sujetan la tapa arranca en forma normal.

En la redistribución de la línea #3, debido al cuidado en detalles durante su mantenimiento total y en base a la experiencia de la redistribución anterior, las máquinas no presentan mayor dificultad, solo las regulaciones normales durante su arranque.

4.2 PROCEDIMIENTO ARRANQUE DE HORNOS

Una vez revisados los bancos de resistencias y, ubicados los hornos según la nueva disposición se procede al arranque de los hornos de

recocido de la la siguiente manera :

- a.- Encendido bancos de resistencia y ventiladores.
- b.- Encendido cadena de pines.
- c.- Se ajusta la temperatura a 500 C.
- d.- Luego de un tiempo entre 27 y 30 minutos, los hornos llegan a esta temperatura de trabajo.

Para apagarlos se procede de esta forma:

- a.- Se apagan bancos de resistencia, no se apagan los ventiladores para permitir que el flujo del aire caliente siga recirculando en el interior del horno y sea evacuado por las chimeneas.
- b.- Despues de 15 minutos se apagan las cadenas de pines.

Para el arranque de los hornos de esmaltado e impresión se procede de manera similar a la anterior:

- a.- Encendido bancos de resistencia y ventiladores.
- b.- Encendido cadena de pines.
- c.- Se regula temperatura a 150 C.
- d.- Luego de un tiempo entre 10 y 12 minutos los hornos llegan a esta temperatura.
- e.- Se apagan los bancos de resistencia, no así los ventiladores.
- f.- Despues de 5 minutos se apagan las cadenas de pines.

4.3 SINCRONIZACION DE LINEAS

Ambas líneas #2 y #3, se encuentran sincronizadas a 60 tubos por minuto, desde prensas hasta tapadoras.

Las prensas tienen poleas regulables de cuatro canales tipo "C" diámetro exterior 260 mm. montadas en el eje del motor principal de 15 hp. y 1200 rpm.. Estas poleas permiten regular las prensas en un rango de 50 a 65 golpes por minuto.

Los tornos poseen un motor principal de 3 hp. y 1445 rpm., en el eje del motor se encuentran montadas poleas regulables de dos canales, tipo "B" diámetro exterior 135 mm. que permiten regularlos en un rango de 50 a 65 tubos por minuto.

Las esmaltadoras y tapadoras tienen un motor principal de 3 hp. y 1725 rpm., montados en el eje del motor se encuentran piñones de 18 dientes paso 3/4", estos piñones están conectados a otro que mueve una cruz de malta, mecanismo que hace girar al plato porta- husillos.

Estas máquinas se encontraban antes de la redistribución reguladas a 60 tubos por minuto, por lo que solo hubo que cambiar los piñones desgastados. Sin embargo, si se desea variar su velocidad, se debe aumentar o disminuir el número de dientes del piñón que está montado en el motor del eje principal.

Las impresoras tienen un motor principal de 3 hp. y 1140 rpm., en el eje del motor se encuentran montadas unas poleas regulables doble canal,

tipo "B" de diámetro exterior 68 mm., las cuales nos permiten regular las impresoras en un rango de 50 a 65 tubos por minuto.

Las cadenas de pines que transportan los tubos, viajan a la misma velocidad en que se encuentran reguladas las máquinas, esto se debe a que el mismo motor que mueve las máquinas, mueve también las cadenas de pines. De tal manera que la sincronización de las líneas una vez reguladas las máquinas a 60 tubos por minuto es constante.

SINCRONIZACION DE LAS LINEAS # 2 Y #3 DE TUBOS COLAPSIBLES

	LINEA # 2		LINEA # 3	
	TPM		TPM	
PRENSA	58	RPM 1200 HP. 15 ø (mm) 260	58	RPM HP. 15 ø (mm) 260
TORNO	59	RPM. 1445 HP. 3 ø (mm) 135	59	RPM. 1445 HP. 3 ø (mm) 135
ESMALTADORA	60	RPM. 1725 HP. 3	60	RPM. 1725 HP. 3
IMPRESORA	61	RPM. 1140 HP. 3 ø (mm) 68	61	RPM. 1140 HP. 3 ø (mm) 68
TAPADORA	62	RPM. 1725 HP. 2	62	RPM. 1725 HP. 2

TABLA No. IV. 1

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Habiendo concluido los trabajos de redistribución de las líneas 2 y 3 de tubos colapsibles y ya en plena producción por más de 3 años, no presentan ningún problema de operación ni de mantenimiento lo cual me lleva a decir que la programación y las decisiones tomadas con el afán de erradicar los problemas de mantenimiento y espacio surtieron el efecto deseado.

Debo señalar que uno de los objetivos es el de disminuir la longitud de la cadena de pines, antes de la redistribución en la línea #2 era de 182,69 mts, luego de realizado este trabajo la cadena quedó en 156,11 mts. En la línea #3 era de 179,32 mts, ahora es de 155,2 mts.

El servicio que requieren las líneas actualmente se reduce a las inspecciones periódicas de mantenimiento preventivo elaborado en base a la programación proveniente de nuestra experiencia y las recomendaciones de los fabricantes.

Se recomienda continuar con estas revisiones para mantener a las líneas 2 y 3 con el más alto índice de producción, confiabilidad y seguridad.

BIBLIOGRAFIA

1. ALONSO, M. Redacción, análisis y ortografía, Aguilar, Madrid, 1961.
2. BALZOLA, M. La preparación de proyectos e informes técnicos, M. Balzola, editor Bilbao, 1968..
3. HERLAN, manuales de prensas, año 1955.
4. MUTHER, RICHARD, Distribución en Planta, editorial Hispano-Europea (España, 1965).
5. RUTHERFORD, manuales de máquinas, año 1955.
6. SNYDER, JOHN C. , Facilities Engineering (Fairlawn, N.J.,USA,June 1982).