

102
2/1/85



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ELABORACION DE UNA TECNOLOGIA PARA LA INDUSTRIA
DE LA IMPRESION PERMANENTE DE ETIQUETAS EN VIDRIO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO
P R E S E N T A
TEODORO PACHECO SAN ROMAN

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ELABORACION DE UNA TECNOLOGIA PARA LA INDUSTRIA DE LA IMPRESION
PERMANENTE DE ETIQUETAS EN VIDRIO.

I N D I C E

- OBJETIVO

- INTRODUCCIÓN

CAP. I GENERALIDADES DEL VIDRIO COMERCIAL.

CAP. II ESMALTES VITREOS.

CAP. III PROCESO DE IMPRESIÓN POR EL MÉTODO "SCREEN".

CAP. IV CÁLCULO PRÁCTICO DE LA CURVA DE TEMPERATURAS EN EL HORNO
DE RECOCIDO.

CAP. V DEFECTOS COMUNES EN LA ETIQUETA Y ALGUNAS SUGERENCIAS PARA
SU CORRECCIÓN.

CAP. VI ESTUDIO ECONÓMICO SOBRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE DECORADO.

- CONCLUSIONES

- BIBLIOGRAFÍA

O B J E T I V O

El objetivo que pretendemos alcanzar al presentar este trabajo, es mostrar el proceso a utilizar para la impresión de etiquetas permanente sobre Vidrio Comercial (Vidrio Calizo), incluyendo de manera práctica el diseño de una curva de temperatura para el recocido y fi jación del esmalte al vidrio, con el fin de aportar con el presente un material de consulta práctico para los interesados en el tema; ya sea como introducción al conocimiento de este proceso ó como ase soria en líneas de producción de las industrias que al decorado de envases se dedican.

Al fin de lograr una reducción en los costos del proceso y un incremento en la calidad del producto.

INTRODUCCION

México como país en vías de desarrollo está, tecnológicamente hablando, en una etapa precaria; como tal, debemos dar merecida importancia a todo tipo de industria por ser este el factor que imprime el ritmo para alcanzar la industrialización. La industria requiere de un sólido impulso a través de un constante avance de nuestros recursos de carácter humano y técnico, con una nueva visión de aprovechamiento tendientes a incrementar la productividad, así de esta manera obtener productos que en costo y calidad nos permitan competir en el mercado internacional con los productos de países industrializados.

Hacia las primeras décadas del presente siglo surge en nuestro país la industrialización del vidrio, material que posee propiedades muy nobles a tal grado que su aplicación lo ha conducido a quedar clasificado como el material de mayor versatilidad. De entre el sinnúmero de usos en el aprovechamiento de las propiedades del vidrio, podemos mencionar algunas: Conservación de alimentos, perfumería, sustancias químicas, sodas, vinos, etc.; podemos deducir entonces que dada la utilidad y la demanda, la industria del vidrio ha seguido una línea de constante crecimiento, generando con ello más fuentes de trabajo y entrada de divisas al país, favorecidas día con día por mayores exportaciones de sus productos, esto es, que en la actualidad la industria del vidrio se ha colocado entre las de mayor importancia.

En la industria del vidrio la rama que nos interesa en la de fabricación de envases y dentro de ésta última nos ocuparemos del Decorado que es el tópico a tratar en el presente trabajo.

El Decorado o Etiquetado de envases tiene sus orígenes en Europa y Estados Unidos aproximadamente en los primeros años de la década 1930, al principio solo se decoraban envases para perfumería. En México esta técnica se usó en los primeros años de la de cada de los 40s., también inicialmente en envases para perfumería, sin embargo, se empezaban a hacer pruebas para decorar soderas y es a fines de la misma década cuando se comienzan a obtener soderas decoradas en mayor escala, esto marca la competencia de la etiqueta permanente sobre vidrio con la etiqueta de papel, con el transcurso del tiempo y la observación de las características de la etiqueta permanente a la de papel,

características desde el punto de vista; costo, manejo de envases, durabilidad, causando que de 1960 a 1970 aumente la demanda. Durante los últimos años, esta demanda ha si do multiplicada varias veces, lo cuál ha originado que no ocurra la tecnificación adecuada en el proceso, pues la demanda ha crecido desproporcionalmente a la tecnificación de este proceso.

Todavía en la actualidad no tenemos tecnificado el proceso, y esta es la principal causa de que nuestros productos Decorados no cumplan con las exigencias de Calidad que el mercado requiere. Esto trae consecuencias nefastas que impiden nuestra industrialización, ya que no es posible penetrar nuevos mercados con la calidad que nos brinda el actual proceso.

Además la falta de tecnificación nos genera altos costos que impiden la competencia en el Mercado Internacional.

El presente trabajo señala algunos puntos que ayudaran a la tecnificación en este proceso.

CAPITULO I

GENERALIDADES DEL VIDRIO COMERCIAL

I.1 PRINCIPALES TIPOS DE VIDRIO COMERCIAL

- a) Vidrio Calizo
- b) Vidrio Plomo
- c) Vidrio Borosilicato

I.2 PROPIEDADES FISICAS DEL VIDRIO CALIZO

I.2.1 EXPANSION TERMICA

I.2.2. CONDUCTIVIDAD TERMICA

I.2.3 VISCOSIDAD

- a) Temperatura de Ablandamiento
- b) Temperatura de Revenido
- c) Temperatura de Tensión

I.3 TABLAS DE :

- 1) Composición Química del Vidrio
- 2) Propiedades Físicas del Vidrio

GENERALIDADES DEL VIDRIO COMERCIAL

Como en este trabajo estaremos mencionando continuamente el término "Vidrio", se consideró conveniente poner en claro algunos conceptos:

El Vidrio es una mezcla de componentes minerales inorgánicos binarios que al llegar a la temperatura de fusión (1525°C aprox.) se vuelve líquido y al ser enfriado, la viscosidad va en aumento a tal grado que al llegar a la temperatura ambiente se convierte físicamente en un sólido, aún cuando no llega a cristalizarse, esto quiere decir que permanece en estado amorfo.

Las materias primas utilizadas para la fabricación de vidrio, se dividen en 4 grupos: Vitrificantes, Fundentes, Estabilizantes y Accesorias.

Vitrificantes.- Compuestos con la propiedad de pasar por acción de calor de la estructura cristalina a la amorfa. La materia más común es la sílice en forma de arena, que por sí sola puede formar el vidrio con el inconveniente que tiene punto de fusión elevado (aprox. 1720°C), Oxido de Silicio (Si O_2) y Oxido de Boro ($\text{B}_2 \text{O}_3$) (Por ejemplo)

Fundentes.- Compuestos que al agregarlos a los vitrificantes facilitan la fusión aumentando el intervalo de temperatura a la que se puede trabajar el vidrio que es entre 1300 y 1350°C, y el material que se usa comúnmente es el carbonato de sodio.

Estabilizantes.- Componente que agregado a los dos anteriores forman un vidrio más estable, minimizando reacciones químicas no deseables (alta oxidación, deshomogenización, etc.) Oxido de Aluminio ($\text{Al}_2 \text{O}_3$), Oxido de Calcio (Ca O), etc.

Accesorias.- Componentes que se agregan a los anteriores para ayuda al aspecto final que presentará el vidrio, entre estos se encuentran 4 grupos:

a) **Afinantes.** Compuestos que a elevadas temperaturas producen fuertes desprendimientos gaseosos que arrastran hacia la superficie las burbujas retenidas en la masa, los más comunes son el antimonio, nitrato sódico, nitrato potásico, etc.

b) Decolorantes: Compuesto que anula la coloración intensa producida por el hierro que penetra en las materias primas, comúnmente se usa: Bixido de magnesio, oxido de níquel y el selenio.

c) Opalescentes. Le confieren opacidad al quedar en suspensión en la masa; los más utilizados son: Floruro y criolita.

d) Colorantes. Compuesto que al agregarse produce una coloración especial, ejemplo: Cromita, Cobalto, Cromato, etc.

Los colores más comunes en vidrio calizo son: Cristalino, Verde Seco, Verde Esmeralda, Ambar.

Existen diferentes tipos de vidrio caracterizados por su diferente composición y utilidad, sin embargo los comúnmente usados son: Vidrio Calizo, Vidrio de Plomo, Vidrio Borosilicato.

I.1 Principales tipos de Vidrio Comercial.

1) Vidrio Calizo

Es el más comercial y se utiliza para envases de vidrio, ventanas, etc.

2) Vidrio de Plomo

Usado para artesanías ó artículos de lujo. El Plomo le da una dureza menor que la del calizo, por lo que resulta maleable en condiciones normales una vez ya formado el artículo.

3) Vidrio Borosilicato

Un vidrio con muy baja coeficiente de expansión, el cual es usado por esta propiedad como vidrio refractario para artículos especiales de Laboratorio y en el Hogar para hornear alimentos, por ejemplo: Moldes para hornear, probetas para Laboratorio.

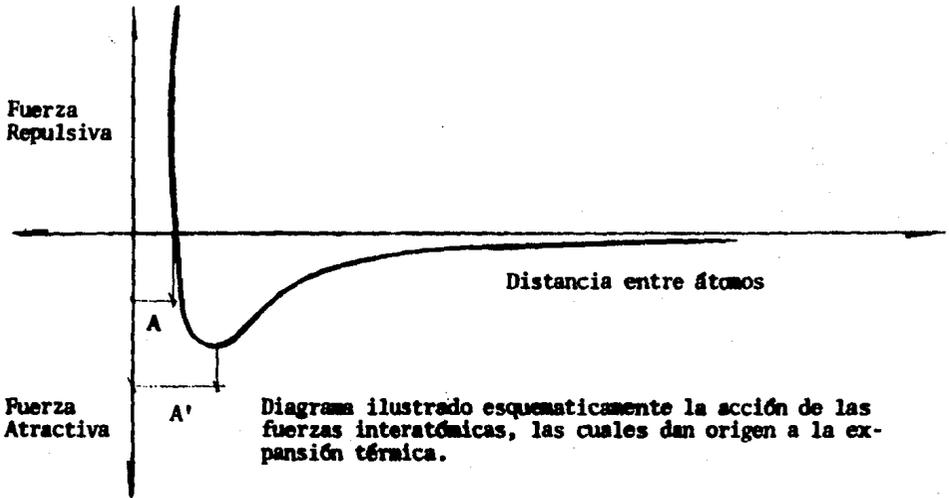
I.2 Propiedades Físicas del Vidrio Calizo.

Para entender mas adelante algunas restricciones en el proceso que nos ocupa, es necesario no perder de vista las siguientes propiedades del vidrio calizo y estas se mencionan a continuación.

I.2.1. Expansión Térmica

En el vidrio la expansión térmica es originada por la vibración no-armónica de sus átomos.

Las fuerzas atractivas y repulsivas entre sus átomos en una pieza de vidrio sólido se comportan de la manera que la siguiente figura nos muestra.



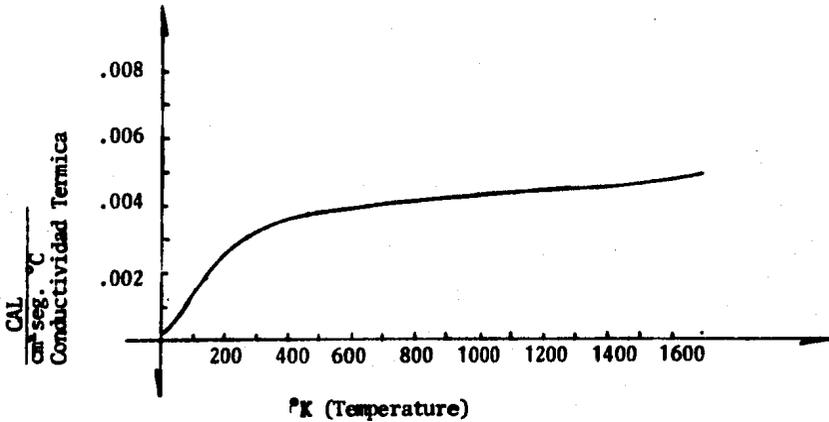
Donde la curva cruza el eje horizontal es el valor normal de la distancia interatómica "A", cuando lo excitamos con temperatura el punto "A'" representa la mayor distancia interatómica que resiste el material en tensión, si esta distancia se excede de decaen rápidamente las fuerzas de cohesión y el material se rompe.

De lo anterior se desprende que la expansión térmica no conserva un comportamiento proporcional a el incremento de temperatura, por lo que para aspectos prácticos se considera la expansión térmica de $85 \times 10^{-7} \text{ cm/cm/}^{\circ}\text{C}$

I.2.2. Conductividad Térmica

La conductividad térmica de un vidrio es la porción de flujo de calor por unidad de área bajo la existencia de un gradiente de temperatura en el vidrio y está dado en las unidades de $\frac{\text{CAL cm}}{\text{cm}^2 \text{ seg. } ^\circ\text{C}}$

La conductividad térmica cerca del cero absoluto ($-273\text{ }^\circ\text{C}$) es extremadamente baja y se eleva con la temperatura, como se puede apreciar en la gráfica siguiente.



Para fines practicos se usa: $.0035 \frac{\text{CAL}}{\text{cm} \cdot \text{Seg} \cdot ^\circ\text{C}}$ (a 50°C , Vidrio Calizo)

I.2.3. Viscosidad

La posibilidad de enfriar vidrio fundido hasta la temperatura ambiente sin cristalización es un resultado de su alta viscosidad, la cual tiende a prevenir la divitrificación ó cristalización.

La viscosidad del vidrio ha sido medida en amplios rangos de temperatura y viscosidad. A temperatura ambiente la viscosidad es enorme y puede considerarse infinita y a las más altas temperaturas de fusión llega a ser más o menos 100 veces el valor de la del agua.

Las características de viscosidad del vidrio son importantes para el estudio del estado vitreo desde el punto de vista práctico de la manufactura del vidrio; son muy útiles en la determinación de composiciones químicas que son favorables a las operaciones de fundición y fabricación.

El comportamiento de cualquier tipo de vidrio en el proceso de revenido se puede determinar conociéndose las temperaturas que corresponden a los puntos siguientes.

La Temperatura superior de revenido (annealing point), la cual puede ser descrita como la temperatura a la cual el vidrio comienza a suavizarse permitiendo un flujo interno de sus moléculas por lo cual los esfuerzos provocados al hacer la botella, tienden a desaparecer. A esta temperatura (distinta para diferentes tipos de vidrios), el vidrio tiene una viscosidad de 10^{13} poises.

La Temperatura inferior de revenido ó punto de tensión (Strain Point) es el límite inferior del rango de revenido bajo el cual no ocurrirán cambios en los esfuerzos internos en el vidrio. A esta temperatura, el vidrio tiene una viscosidad de $10^{14.5}$ poises.

El ciclo o proceso de revenido, es enfriamiento controlado que va desde una temperatura ligeramente superior de la temperatura de revenido hasta una abajo de la temperatura de tensión.

La Temperatura de ablandamiento (Softening Point) es aquella a la cual el vidrio se deforma bajo su propio peso; a esta temperatura el vidrio tiene una viscosidad de $10^{7.65}$ poises.

A continuación se dan estas temperaturas para los tres tipos de vidrio más usados.

T A B L A

TEMPERATURAS	CRITICAS	PARA	ALGUNOS	VIDRIOS
Temperaturas	Vidrio Calizo	Vidrio Plomo	Vidrio Borosilicato	
Temperaturas de Ablandamiento	725 °C	626 °C	730 - 775 °C	
Temperaturas de Revenido	538 °C	420 °C	550 - 560 °C	
Temperaturas de Tensión	496 °C	360 °C	517 - 526 °C	

NOTA: El proceso de Revenido

Es el proceso en el cual se trata al vidrio térmicamente con el objetivo de evitar que al enfriar el vidrio se formen esfuerzos internos concentrados.

A continuación se muestran las tablas:

1. Que nos da la composición de los vidrios existentes comercialmente.
2. Nos muestra algunas propiedades físicas de los vidrios comerciales.

TABLA No 1

COMPOSICION COMERCIAL DEL VIDRIO

NOTA: EN LA CONCORDANZA CON LA ASTM DESIGNACION c 3 3 6 -54

No.	TIPOS	PORCENTAJES								
		Si O ₂	Na 2 O	K2 O	Ca O	Mg O	Ba O	Pb O	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
1	VIDRIO PURO DE SILICATO	99,5 +								
2	VIDRIO DE SILICATO AL 96%	96,3	L 0,2	L 0,2					2,9	0,4
3	VIDRIO CALIZO (HOJAS DE VID)	71-73	12 - 15		8-10	1,5-3,5				0,5-1,5
4	VIDRIO CALIZO (PLACAS DE VIDRIO)	71-73	12-14		10-12	1-4				0,5-1,5
5	VIDRIO CALIZO (BOTELLAS)	70-74	13 - 16		10-13		0-0,5			1,5-2,5
6	VIDRIO CALIZO (LAMPARAS Y BULBOS ELECTRICOS)	73,6	16	0,6	5,2	3,6				1
7	VIDRIO PB-K-SI (PARA ELEC.)	63	7,6	6	0,3	0,2		21	0,2	0,6
8	VIDRIO DE PB-K-SI (CON ALTO CONTENIDO DE PB)	35		7,2				58		
9	ALUMINOBOROSILICATO (PARA APARATOS)	74,7	6,4	0,5	0,9		2,2		9,6	5,6
10	BOROSILICATO (BAJO DE EXP.)	80,5	3,8	0,4				Li 2 O	12,9	2,2
11	BOROSILICATO (BAJO FACTOR DE CARGA ELECTRICA)	70,0		0,5				1,2	28,0	1,1
12	BOROSILICATO (CON COMPUESTO DE TG.)	67,3	4,6	1,0		0,2			24,6	1,7
13	ALUMINOSILICATO	57	1,0		5,5	12			4	20,5

NOTA: EN LA CONCORDANZA CON LA ASTM DESIGNACION c 3 3 6 - 54 +

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS VIDRIOS COMERCIALES

No.	T I P O S	DATOS DE VISCOSIDAD				COEF. DE EXPANSIÓN °C 0 A 300 °C	DENSI- DAD
		PUNTO DE EN-DURE-CIEN-TO °C	PUNTO DE RECOCI-DO °C	PUNTO DE ABLANDA-MIENTO °C	PUNTO DE FLUJO °C		
1	VIDRIOS PURO DE SILICATO	1070	1140	1667		5.5×10^{-7}	2.20
2	VIDRIO DE SILICATO 96% 7900	820	910	1500		8×10^{-7}	2.18
2A	VIDRIO DE SILICATO 96% 791	820	910	1500		8×10^{-7}	2.18
3	VIDRIO CALIZO (HOJAS DE VIDRIO)	502	548	730	920	85×10^{-7}	2.46
4	VIDRIO CALIZO (PLACA DE VIDRIO)	510	553	735	920	87×10^{-7}	A
5	VIDRIO CALIZO (BOTELLAS)	505	548	730	920	85×10^{-7}	2.49
6	VIDRIO CALIZO (LAMP. BULBOS ELEC.)	470	510	696	880	92×10^{-7}	2.47
7	VIDRIO DE PB-K-SI (PARA ELEC.)	395	435	626	850	91×10^{-7}	2.85
8	VIDRIO DE PB-K-SI (CON ALTO CONT. DE PB)	395	430	580	720	91×10^{-7}	4.28
9	ALUMINIO BOROSILICATO (PARA APARATOS)	540	580	795		49×10^{-7}	2.36
10	BOROSILICATO (BAJO DE EXPANSIÓN)	520	565	820	1075	32×10^{-7}	2.23
11	BOROSILICATO (CON BAJO FACTOR DE CARGA ELEC.)	455	495		910	32×10^{-7}	2.13
12	BOROSILICATO (CON COMPLEJTO DE Tg)	460	500	703	900	46×10^{-7}	2.25
13	ALUMINIO SILICATO	670	715	915	1090	42×10^{-7}	2.53

TABLA No 2

CAPITULO II

ESMALTES VITREOS

- II.1 CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS
- II.2 LA COMPOSICIÓN Y LA INFLUENCIA DE ÉSTA EN LAS PROPIEDADES DE LOS ESMALTES
- II.3 APLICACIÓN DE ESMALTES VITREOS
- II.4 QUEMADO DE ESMALTES VITREOS
- II.5 PRUEBAS DE CALIDAD A LOS ESMALTES

CAPITULO II

ESMALTES VITREOS

Los primeros esmaltes vitreos que se usaron sobre recipientes perfumeros, para leche y vasos pintados a mano, marcaron el inicio del uso de métodos de decoración, a medida que aumentaba la aceptación de estos artículos en el mercado, la técnica se extendió a otros más tales como: Soderas y Cristalería en general, no obstante se fueron observando que dichos esmaltes presentaban ciertos inconvenientes, ejemplo de estos son: poca durabilidad química, ya que podían ser removidos por inmersión en soluciones de ácidos orgánicos o alcalis débiles, el vehículo era difícil de quemar pues comúnmente se usaba una mezcla de aguarrás y resinas naturales, esto ocasionó problemas de decoloración y burbujeo respectivamente.

Conforme transcurre el tiempo se efectúan estudios con miras a mejorar, tanto técnicas de aplicación como calidad misma de los esmaltes. Hoy en día en el mercado se pueden encontrar esmaltes con características bien definidas además de clasificaciones de acuerdo al tipo de utilidad y proceso a que serán sometidos.

II.1 CONCEPTOS Y CARACTERISTICAS

Esmalte Vitreo.- Es un material cerámico compuesto de: vidrio finamente dividido, pigmento y aceite volátil como vehículo.

Un esmalte vitreo esta formado de tal manera que el vehículo se evapora durante el calentamiento y puede ocurrir la fijación del color mediante la fusión del vidrio pigmentado.

Para que un esmalte sirva para hacer impresiones sobre el vidrio se requiere que ambos; esmalte y vidrio tengan las mismas propiedades físico-químicas, esta sería la condición ideal, con la que no tendríamos problemas en el proceso, no obstante, sabemos que se logran las impresiones debido a que las características físicas y químicas de los esmaltes son muy aproximadas a las del vidrio sobre el cual se aplican, una de las propiedades principales que se deben observar en el esmalte, es la diferencia que existe entre el coeficiente de expansión térmica del esmalte con respecto a la del vidrio, esta no debe ser menor de 4.0×10^{-7} pulg. °C, esto quiere que el Cexp. del esmalte siempre deberá ser menor que el Cexp. del vidrio sobre el cual se aplicará, para evitar sobretenciones que pudiera ejercer el esmalte ya fundido, de tal manera que

al enfriarse nos provocará ruptura del envase. Además, según el tipo de aplicación que se dará al envase a decorar debemos considerar factores como: resistencia química, temperatura de quemado, índice de refracción del color, etc., para así, poder establecer las condiciones óptimas de trabajo.

en forma generalizada podemos decir que un esmalte vitreo esta constituido por dos componentes: fundente y color, encontrandose ambos en una relación de 90 - 10 respectivamente.

DEFINICION

Fundente.- Material que al aplicarle calor se funde y provoca la adherencia del color a la superficie del vidrio.

El fundente está constituido principalmente por silica y otros óxidos metálicos en menor proporción, que le confieren al esmalte características para facilidad de manejo.

II.2 LA COMPOSICIÓN Y LA INFLUENCIA DE ÉSTA EN LAS PROPIEDADES DE LOS ESMALTES.

En la tabla II.2.1 se describe la influencia química de los componentes, así como una relación aproximada (1) de la cantidad usada para lograr los objetivos de nuestra conveniencia.

TABLA II.2.1

INFLUENCIA DE COMPUESTOS INORGANICOS EN EL ESMALTE

COMPUESTOS INORGANICOS	%	INFLUENCIA
Si O ₂ - B ₂ O ₃	0-15	Reducen el coeficiente de expansión termica y aumenta la resistencia química.
OXIDOS Y FLUORUROS ALCALINOS	Na ₂ O Na F Li ₂ O 0 -14	Aumenta el coeficiente de expansión termica, disminuye la temperatura de quemado. En exceso debilitan la durabilidad química.
Si O ₂	20-40	Incrementa la temperatura de quemado
Pb O	0-20	Mínimo efecto sobre el coeficiente de expansión termica tiende a disminuir la temperatura de quemado, en exceso debilita la resistencia química.
B ₂ O ₃	2-25	Disminuye el Cexp. Termico, la T quemado y la resistencia química.
Cd O	0-5	Estabilizante, se usa también como color: Rojo ó amarillo
Zn O	0-5	Produce opacidad, en exceso disminuye la resistencia química.
Ti O ₂	0-5	Aumenta la resistencia química al ácido.
Zr O ₂	0-5	Mejora la resistencia química al alcalí.
Ah O ₃	0-5	Aumenta la temperatura de quemado.

El color o pigmento.- Son óxidos inorgánicos que deben tener tonalidades estables en un amplio rango de temperatura, considerando un rango de 530 a 660 °C. El rango recomendable para vidrio calizo.

En la siguiente tabla II.2.2 se enlistan los principales óxidos metálicos que se usan y la tonalidad producida que va a depender de la proporción de cada óxido en la mezcla al emplear más de dos componentes

Ti O ₂	Oxido de Titanio
Zr O ₂	Oxido de Zirconio
Cd S	Sulfuro de Cadmio
Zn S	Sulfuro de Zinc
Pb	Plomo
Sb	Antimonio
Se	Selenio
Co ₂ O ₃	Oxido de Cobalto
Si O ₂	Oxido de Silicio
Zn O	Oxido de Zinc
K ₂ Cr O ₄	Cromato de Potasio
Fe O ₂	Oxido Ferroso
Cu O	Oxido de Cobre
Mo O ₂	Oxido de Molibdeno
K ₂ Cr ₂ O ₇	Dicromato de Potasio
Fe ₂ O ₃	Oxido Ferrico
Na ₂ O	Oxido de Sodio
Cd O	Oxido de Cadmio
Na F	Fluoruro de Sodio
Li ₂ O	Oxido de Litio
Al ₂ O ₃	Oxido de Aluminio
B ₂ O ₃	Oxido de Boro

TABLA II.2.2.

OXIDOS INORGANICOS	TONALIDAD
Ti O ₂ Zr O ₂	BLANCO
CdS CdS - Zn S Pb - Sb Ti - Sb	AMARILLO
Cd - S Ti - Sb	NARANJA O ROJO
Co ₂ O ₃ - Si O ₂ - Zn O	AZUL
K ₂ Cr O ₄ - Zn O - Fe O ₂	CAFE O BEIGE
Cu O - K ₂ Cr O ₄ - Mo O ₂	NEGRO
Cu SO ₄ CuO - K ₂ Cr ₂ O ₇ Al	VERDE
Ag - Fe O ₂ Fe ₂ O ₃	AMBAR

A continuación se da una formula considerando por un lado la formula del fundente y por otro la del colorante. Para obtener color Blanco.

FUNDENTE	%	COLORANTE	%
Borax Pentahidratado	10	Na ₂ O	4.95
Sflica	28.36	Pb O	51.7
Litargirio	48.73	Ti O ₂	1.93
Carbonato de Sodio	2.23	Al ₂ O ₃	.43
Nitrato de Sodio	2.91	B ₂ O ₃	5.09
Silicato de Zirconio	5.27	Si O ₂	32.18
Fluosilicato de Sodio	.68	Zr O ₂	3.72
Bioxido de Titanio	1.82		

El fundente mezclado con el color son pulverizados a un tamaño de partícula promedio entre 1 y 2 micras. El polvo resultante se denomina color seco el cual puede someterse a otro proceso adicional si se requiere antes de agregar el vehículo para así asegurar una aplicación más tersa y uniforme sobre el artículo a decorar.

Independientemente de la forma ó técnica de aplicación de el esmalte sobre el vidrio, se hace necesario el uso de un vehículo.

Vehículo.- Material líquido de composición orgánica que facilita la impresión del color sobre el vidrio, volatilizandose en el proceso de precalentamiento.

A continuación se plantea una forma de clasificación de los esmaltes vitreos que podremos resumirla como dependiente de tres factores:

- A).- COMPOSICION
- B).- RESISTENCIA QUIMICA
- C).- APLICACION

A).- Composición

Esta clasificación se basa en el hecho que de la composición influye directamente en la temperatura de quemado; esto es, que dicha temperatura es función del % en que se encuentre cada compuesto del fundente.

La Tabla II.2.3. nos da evidencia como depende la T de quemado con respecto a la composición del Esmalte.

NOMBRE DEL COMPUESTO	COMPONENTE	ESMALTE I	ESMALTE II	ESMALTE III	ESMALTE IV	ESMALTE V	ESMALTE VI
Oxido de Plomo	Pb O	78	64	56	52.	50	20
Oxido de Silicio	Si O ₂	10	14.5	30	33.	25	55
Oxido de Boro	B ₂ O ₃	12	18.0	4.0	2.5	7	4
Oxido de Sodio	Na ₂ O			2.0	2.5	3	8
Oxido de Cadmio	Cd O		3.5	3.5	3.5	3.5	4
Oxido de Titanio	Ti O ₂			2.5	5.0	2.5	
Oxido de Zirconio	Zr O ₂					7.0	
Fluoruro de Sodio	Na F					1.5	5
Oxido de Litio	Li ₂ O		20	1.5			
Oxido de Aluminio	Al ₂ O ₃						4
	TEMP. DE QUEMADO	510°C	565°C	582°C	593°C	604°C	675°C
	TEMP. DEL VIDRIO	520°C	582°C	593°C	604°C	626°C	843°C
	COEFICIENTE DE EXPANSION LINEAL X	90	80	90	95	90	85

10⁻⁷ pulg/°C

B).- Resistencia Química

Respecto a este parámetro encontramos: Resistentes y No Resistentes.

Resistentes.- Aquellos que tienen alto grado de resistencia al ataque ácido o álcali.

No Resistentes.- Aquellos que presentan bajo grado de resistencia al ataque de solventes y acción de ácidos o álcalis.

La tabla II-2-4 nos muestra diferentes clases de esmalte, indicando su resistencia a diferentes materiales, sus usos así como otros parámetros.

De acuerdo a las tablas II-2-3 y II-2-4, podremos observar que algunos componentes que requieren de mayor temperatura para su quemado por ser mas resistentes a los ataques de ácidos y álcalis.

TIPO	RESISTENCIAS				RANGO "T" QUEMA- DO	COEFICIENTE EXP. TER. $\times 10^{-7}$ pul/°C	USO Y OBSERVACIONES
	ACI- DO	AL- CALI	DETER GENTE	IN TEM P.			
ESMALTE SUAVE I	X			X	582-593 °C	85-90	ARTICULOS PARA COSMETICOS Y VIDRIO SOPLADO
ESMALTE SUAVE			X	X	565-582°C	85-90	VASOS, CENICEROS Y VIDRIO PLANO
ESMALTE ENVASES	X	X	X	X	604-626°C	75-80	ENVASES
ESMALTE EXTRA SUAVE					510-538°C	95-100	DE MUY POCO USO (APLICACION ELECTROSTATICA)

Dependiendo de sus propiedades, se hace mención de los diferentes tipos de esmaltes y su uso.

ESMALTES SUAVES RESISTENTES A LOS ACIDOS

Son aquellos que pueden ser quemados a temperaturas bajas (582°C - 593°C), contienen litio el cual les da resistencia manteniendo una temperatura de fusión baja. Se usan en artículos como cosméticos y vidrio soplado.

ESMALTES SUAVES

Estos son resistentes a los detergentes, su temperatura de quemado es 593 °C - 604 °C. El empleo de estos es totalmente en artículos como platos, vasos, ceniceros, etc.

ESMALTES PARA ENVASES DE BEBIDAS

Tienen gran resistencia a los ácidos débiles y fuertes, detergentes, soluciones alcalinas y sustancias sulfurosas. El coeficiente de expansión térmica, es estrictamente controlado para ajustarse al vidrio; su quemado es de 604 °C - 626 °C.

II.3 APLICACIÓN DE ESMALTES VITREOS

De acuerdo al tipo de aplicación los podemos dividir en: Esmaltes para aplicación por Aspersión (spray) y esmaltes para aplicación a través de malla (Screen) que puede ser de acero inoxidable ó plástico. En ambos métodos de aplicación los parámetros a manejar son: Vehículo usado y temperatura de aplicación:

Esmalte para aplicar por Aspersión (Spray)

Este utiliza generalmente como vehículo una mezcla de pigmento agua desmineralizada y alcohol industrial en la proporción 75-10-15 respect. También puede usarse mezcla de aceite - aguarrás en proporción 1:1 para formar un 20% en la mezcla vehículo - esmalte.

Esmalte para aplicar a través de Malla (Screen)

Estos esmaltes suelen utilizar dos clases de vehículo:

Vehículo para aplicación de pasta en frío; el cual se seca al aire, se les encuentra generalmente con las condiciones siguientes:

- 1.- Alta viscosidad, secado lento.
- 2.- Viscosidad intermedia, secado rápido,
- 3.- Baja viscosidad, secado rápido.

Esta clase de vehículos esta compuesto por aceite de pino, solventes y agentes de adherencia* para evitar que el color se escurra durante el secado y que se desprendan en el manejo de la pieza. * Resinas Vegetales.

Vehículos para aplicación en caliente o termoplásticos. Constituidos generalmente por una mezcla de cera de bajo punto de fusión, resinas y solventes solidos a temperatura ambiente, pero fluidos a temperatura entre 60 y 95°C. Con el uso de estos vehículos es posible obtener varias impresiones subsecuentes a velocidad hasta de 110 envases/minuto, sin tener que pasar por proceso de secado que son necesarios cuando se usan vehículos a base de aceites.

II.4 QUEMADO DE ESMALTES VITREOS

El proceso de quemado a que se someten los artículos decorados tiene como finalidad fundir el esmalte en la superficie del artículo para formar una impresión o etiqueta permanente.

Este proceso se efectua en hornos, sobre el que se establecen rangos de temperaturas de acuerdo a la velocidad a que se efectúe, se tendrá especial cuidado en que la temperatura máxima de operación se mantenga abajo de la temperatura del punto de ablandamiento (softening point; temperatura a la que el vidrio se ablanda al instante, pues alcanza una viscosidad de $10^{7.65}$ poises) para evitar deformaciones del artículo, no obstante, se deberá mantener tan alta como sea posible y superior a la temperatura del destemplado (annealing point; temperatura a la cual el vidrio alcanza una viscosidad de 10^{13} poises).

Los envases decorados son transportados a una banda acarreadora que los conducirá por todas y cada zona de que consta un horno de recocido; la primera con la que en tran en contacto es la zona de precalentamiento donde ocurre lo siguiente:

Al entrar en el horno el artículo esta frio y empieza a calentarse poco a poco, primero en las superficies exteriores, luego en los interiores y con menor velocidad en el interior del espesor, las superficies tienden a dilatarse más que el interior (expansión térmica), sobre todo cuando la rapidéz de la banda hacia las partes aún más calientes del túnel es mayor que la velocidad con la que se translada el calor de la superficie del vidrio hacia su interior (Conductividad Calorífica), existe por lo tanto un gradiente de temperatura que puede causar la fractura del objeto debido a los distintos grados de dilatación en diversas partes, sobre todo si se trata de un envase con paredes gruesas y tamaño grande, se requerirá entonces mayor tiempo para uniformisar la temperatura. Esto quiere decir que el artículo en esta zona debe ca lentarse a su temperatura de destemplado. Durante este tiempo el vehículo se debe eliminar (por evaporación) completamente, para dejar el color libre de materia carbó-

nica, lo que se logra manejando una velocidad de calentamiento lo más lentamente posible, para remover toda la materia orgánica volatil.

Es muy importante que la atmósfera en el horno sea oxidante, para lo que es esencial una buena ventilación, especialmente en esta zona de precalentamiento.

La práctica ha demostrado que es necesario que el artículo permanezca 10 min. a temperatura entre 395 a 455°C, tiempo en que se logra volatilizar completamente el vehículo.

Ahora la temperatura puede incrementarse hasta 590 ó 610°C, dependiendo de la composición y de la temperatura de quemado específico del esmalte, esta zona se denomina zona de Quemado. En esta etapa los esfuerzos causados por el gradiente de temperatura tienden a desaparecer a medida que aumenta la temperatura, que se puede observar en el ablandamiento del vidrio sin llegar a la deformación del artículo alcanzada la temperatura de quemado de el esmalte, se funde y se adhiere con mayor fuerza a la superficie del vidrio, se ha demostrado también que es conveniente mantener el artículo de 5 a 10' a la temperatura de quemado ya que de este periodo depende el grado de brillantes del esmalte el cual podemos decir que es función del tiempo y la temperatura a que se somete. Se inicia el descenso de la temperatura, como el vidrio permanece ligeramente blando se tendrá especial cuidado de que el enfriamiento no se efectue demasiado rápido ya que debido a la baja conductividad calorica del vidrio el interior está todavía caliente, además de blando, mientras que la superficie se va haciendo rígida introduciendo esfuerzos muy perjudiciales que pudieran causar la ruptura de la pieza. El intervalo en el cual el enfriamiento debe ser lento está comprendido entre las temperaturas del punto de recocido (annealing point) y el punto de tensión (strain point).

Hacia unos 35°C, aproximadamente abajo de la temperatura del punto de tensión se puede empezar con un enfriamiento más rápido, pues a esta temperatura el vidrio es otra vez rígido; las diferentes temperaturas que permanecen en distintas partes del objeto pueden causar una cierta tendencia hacia la compresión (en oposición a la dilatación durante el calentamiento) para estas y los esfuerzos temporales que causan tienden a desaparecer a medida que la temperatura se hace más uniforme.

El artículo puede salir del horno sin el menor riesgo de quebrarse y deberá resistir un cambio brusco de 52°C como mínimo.

II.5 PRUEBAS DE CALIDAD A LOS ESMALTES

Al seleccionar esmaltes vitreos y comprobar si cumplen las especificaciones del proveedor se hará necesario realizar pruebas para quedar plenamente convencidos de tales características, los parámetros a conocer son: Tonalidad del color, coeficiente de expansión, durabilidad, etc. Los dos primeros se conocen con el simple hecho de aplicar el esmalte a determinado artículo y llevarlo a proceso de quemado, al salir del horno sabremos si tales parámetros cumplen con nuestro objetivo.

La durabilidad se puede conocer al investigar la resistencia química, efecto para el cual se siguen los procedimientos enunciados a continuación.

Resistencia ácida. Preparar una solución al 10% de ácido clorhídrico y 90% de agua desmineralizada y a temperatura ambiente introducir en ella los recipientes con el decorado durante 10 minutos, sacarlos y hacer la evaluación después de hacer un lavado con agua. La resistencia se medirá en base al grado de decoloración del esmalte, el tono no deberá debilitarse; si esto sucediera no deberá aprobarse.

Resistencia de azufre. En una solución concentrada de ácido sulfhídrico a temperatura ambiente se introducen los artículos con un tiempo de 5', después se lavan y se limpian para la evaluación.

La presencia de manchas negras y decoloración con su intensidad nos da la pauta del grado de resistencia que ofrece el esmalte a el ataque debido al azufre; esta prueba simula los efectos de la intemperie.

La prueba mas importante para el usuario es la de:

Resistencia al alcalí.- Ya que en las embotelladoras lavan el envase con una solución alcalina, tantas veces como se retorna el envase (máximo 15 veces).

La prueba consiste en lo siguiente:

1. Preparación de la solución:

Tripolifosfato de Sodio ----- 40 grms. (Na OH)
Hidroxido de sodio -----360 " (Na₃ PO₄ - 12 H₂O)
Agua desmineralizada -----3.6 "

2. Preparación de la muestra:

- a) Se pesan los vidrios lisos
- b) Se aplica el esmalte por tamisado en malla de nylon ó acero, se quema y se vuelve a pesar para definir el peso de la aplicación (en gramos de pintura).
- c) Se colocan los vidrios en una caja de acero inoxidable, con la aplicación hacia arriba y en forma horizontal.

3. Se adiciona a la caja y en paralelo la solución y el agua destilada.

4. Se cierra perfectamente la caja con su tapa hermetica.

5. Se calienta la caja de tal manera de sostener una temperatura de 85°C.

6. Se da un tiempo de 22 a 24 hrs., ya que el ataque se da en las primeras 10 a 12 horas.

7. Después de las 22-24 hrs. se sacan las muestras, se lavan y se secan y se pesan; y la diferencia en peso ya aplicado el esmalte y después de la prueba nos dará la pérdida de esmalte si el esmalte conserva su peso por lo menos en un 65% del original se concidera el esmalte como aceptable.

C A P I T U L O I I I

PROCESO DE IMPRESIÓN POR EL MÉTODO SCREEN

- III-1. LA MÁQUINA MARK V (GENERALIDADES Y PRINCIPIO DE OPERACIÓN)
- III-2. CÁLCULO DEL SECTOR DE ENGRANE A USAR PARA DECORAR ENVASES CÓNICOS
- III-3. PREPARACIÓN DE STENCILS

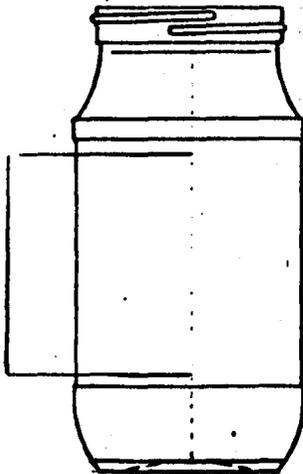
CAPITULO III

PROCESO DE IMPRESION

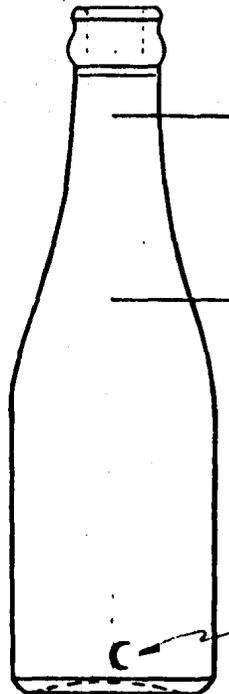
(APLICACION DEL ESMALTE AL ENVASE)

El equipo empleado para este proceso es ya de Fabricación Mexicana (FAMA), con Tecnología norteamericana. Esto es; se usa la máquina MARK V que es totalmente automática.

Aunque se limita al Decorado ó impresión de envases de sección circular y también de forma cónica y/o cilíndrica.

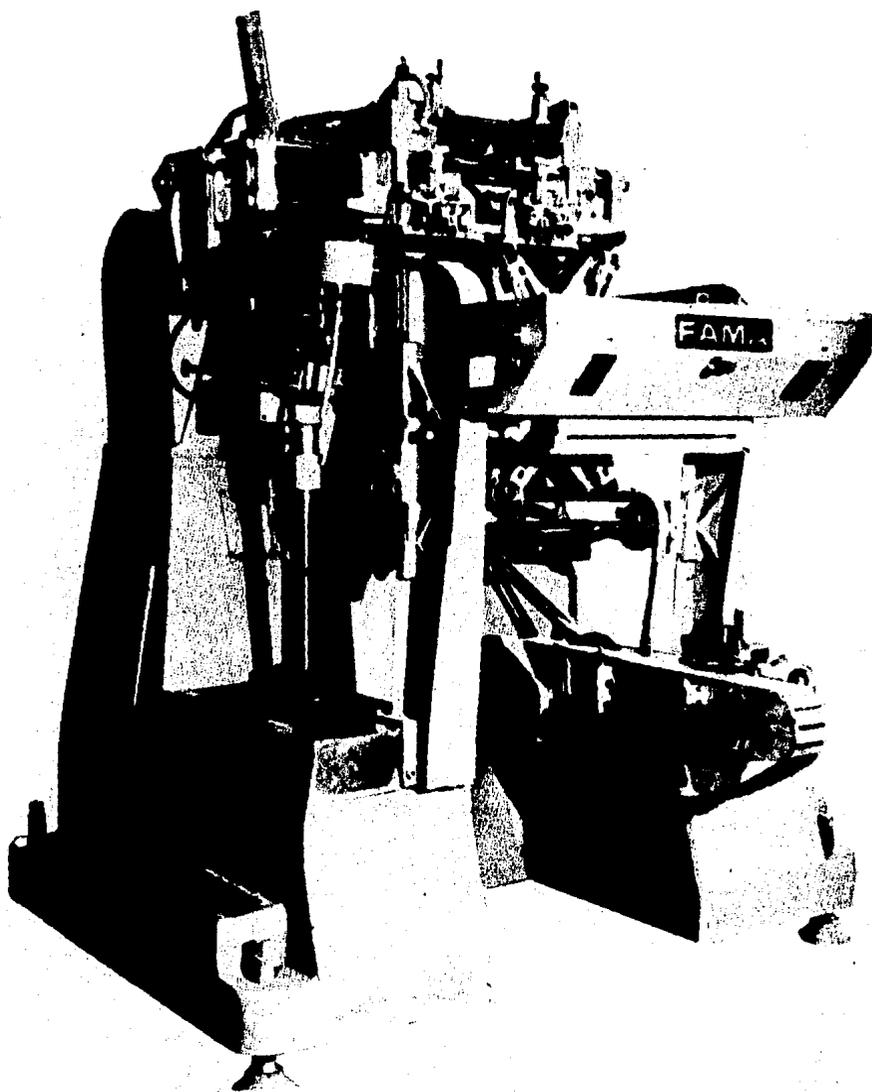


ENVASE DE SECCION CIRCULAR
A DECORAR



ENVASE DE SECCION CONICA
A DECORAR

FIG.-III-1



MACCHINA AUTOMATICA MARK - V

III-1. LA MAQUINA AUTOMATICA MARK V

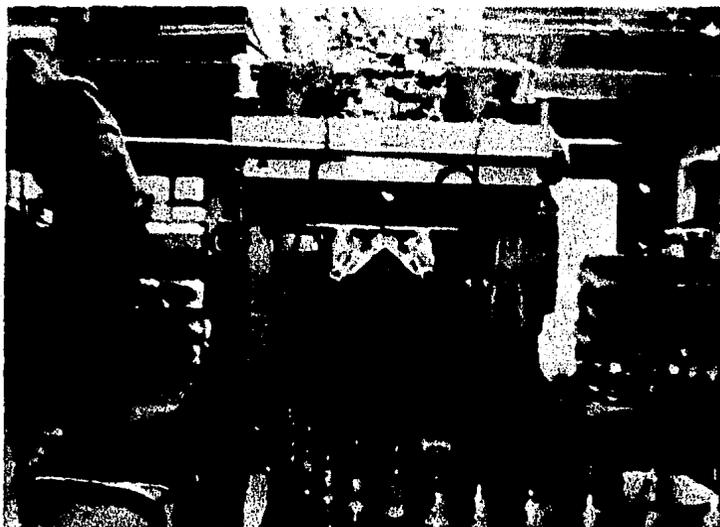
Este tipo de maquinas sólo tienen la limitación de no trabajar con envases de sección que no sea cilíndrica.

Para este tipo de envases se usan métodos manuales ó maquinas semiautomáticas.

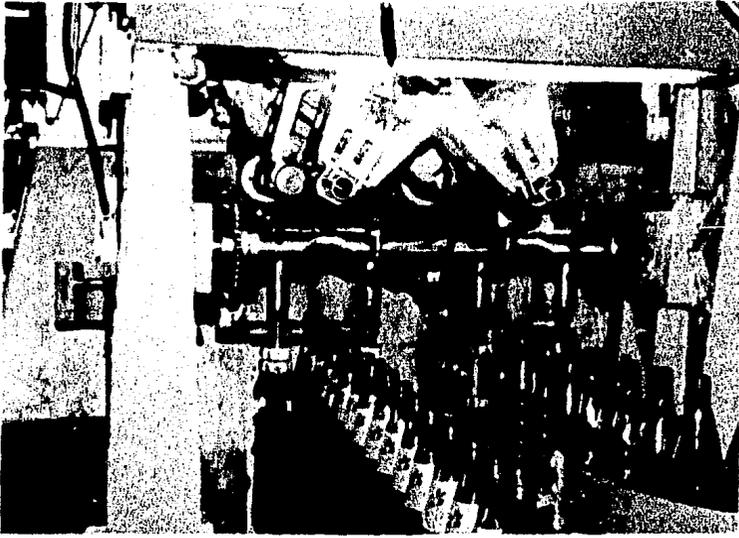
Por el volumen de demanda y capacidad de procesado para los envases de sección circular, sólo nos ocuparemos de la máquina MARK V.

El principio de funcionamiento de estas maquinas es el de hacer girar el envase a 360° al mismo tiempo que se aplica la impresión; constando de 3 secciones de impresión como máximo en el caso de requerir de 3 diferentes colores y esto podrá ser con 3 impresiones al cuello del envase y 3 impresiones al cuerpo del envase, usando para más de una impresión Pintura Termo-Plástica cuyo solvente es cera de secado rápido.

Consta de un variador electrónico de velocidad y puede decorar hasta 100 botellas por minuto, de acuerdo al tamaño del envase y al número de impresiones.



MAQUINA MARK V EN OPERACION CON IMPRESION EN LA PARTE CONICA DEL ENVASE



PARTES PRINCIPALES DE LA MAQUINA DECORADORA MARK V

Se enuncian a continuación los componentes principales y su finalidad :

a) - Tambor de Fondos.- Este tambor está constituido por 6 estaciones que cambian de posición por el movimiento de Ferguson. Cada estación en el momento de carga y descarga se desplaza 1-1/4" por el movimiento de una leva, a la vez transmiten también movimientos por brazos de palanca a las estaciones del tambor de picos. Carece de movimiento lineal.

b) - Tambor de Picos.- Compuesto de 6 estaciones colineales a las estaciones de fondo. Tiene movimiento o desplazamiento lineal ajustable a la altura de los artículos, el movimiento que le es transmitido por el tambor de fondos lo desplaza 3/4". Las estaciones deberán estar niveladas en su montaje tanto en la presión de los resortes interiores como en el desplazamiento de 3/4", para lograr un mejor registro de impresiones y un mejor acoplamiento de carga y descarga.

c) - El mecanismo de Ferguson.- Tiene movimiento continuo, su función es hacer el cambio de estaciones en los tambores de pico y fondo que van montados en una flecha la cuál en un extremo esta soportada con baleros rectos al centro del Ferguson. Al momento que dos baleros se apoyan en el Ferguson la máquina esta decorando y el cambio de estación se efectua cuando solo esta apoyado un balero.

d) - Leva Oscilante.- Tiene como función hacer girar cada estación en 360°, además en la cara posterior tiene una ranura que da movimiento a un pivote para desplazar linealmente a las estaciones de fondos 1-1/4", hacia adentro en la carga y hacia afuera en la descarga. El movimiento circular de la leva transmite desplazamiento recto a una cremallera y a su vez a unos engranes rectos (corona) que dan movimiento de la vuelta completa (360°) a las 6 estaciones de fondo.

e) - Leva de Carrera.- Su movimiento circular desplaza linealmente al carro porta placas, este desplazamiento es ajustable moviendo el centro de giro proporcional al perímetro de cada artículo. Esta leva debe estar sincronizada con el avance del giro de botella al inicio y final de la decoración.

f) - Carga y Descarga.- Es una flecha soportada sobre chumaceras en los laterales de la máquina la cual sujeta:

1.- Flecha porta uñas, dedos, sectores de engrane y resortes que son accionados en forma angular (90°) por un tirante amortiguador tanto en carga y descarga; el tirante es accionado por una biela que da un movimiento angular a un movimiento recto.

2.- Levas abre-cierra de uñas de carga y descarga. El movimiento de levas es por Sprocket-cadena independientes del tirante amortiguador.

g) - Reductor de Velocidad.- Constituido por: sinfin, corona, casquillo y cuñeros, que le dan movimiento a la flecha principal o sea a toda la máquina, lleva en la parte superior un volante como estabilizador de carga de trabajo y sirve para operar la máquina manualmente. Es accionada por una flecha de un motor de corriente eléctrica que tiene rango de velocidad con señal de un rectificador, en ambos lados tiene estaciones de botones para arrancar, parar o bajar velocidad.

CAPACIDAD

La capacidad máxima de producción para artículos en los que se decora únicamente el cuerpo aplicando uno, dos ó tres colores, es hasta de 100 botellas por minuto.

Para botellas cónicas de (340 ml.) 12 oz. de capacidad aplicando uno, dos ó tres colores la velocidad máxima de producción es de 80 botellas por minuto.

DIMENSIONES DE ENVASES

Altura Máxima 13 1/2"

Altura Mínima 1 1/2"

Diámetro Máximo 3 1/2"

Diámetro Mínimo 7/8"

Lo anterior es para envases cilíndricos.

Para envases cónicos:

Altura Máxima 13 1/2"

Altura Mfínima 2"

Diámetro máximo extremo grande 3 1/2"

Diámetro mínimo extremo grande 2"

Diámetro chico hasta 1" mínimo

Mfínimo Largo hasta vertice 4 5/8"

Máximo Largo hasta vertice 15 1/2"

Se puede decorar todo el contorno de la botella, excepto un espacio mínimo de 3/8" (10 mm.) entre inicio y final de la impresión. En la mayoría de casos se puede decorar todo lo largo del cuerpo, excepto en botellas con una altura de 5" (127 mm.) o más, en los cuales se debe dejar cuando menos 3/16" (5 mm.) de espacio sin impresión en la parte superior del cuerpo con la finalidad de dar soporte adicional al momento de sacar el artículo.

REGISTRO DE IMPRESION

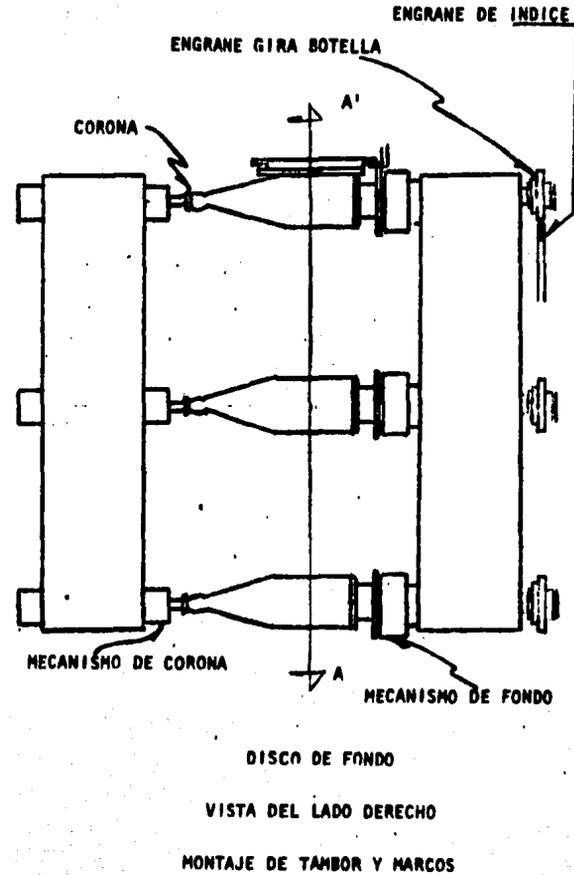
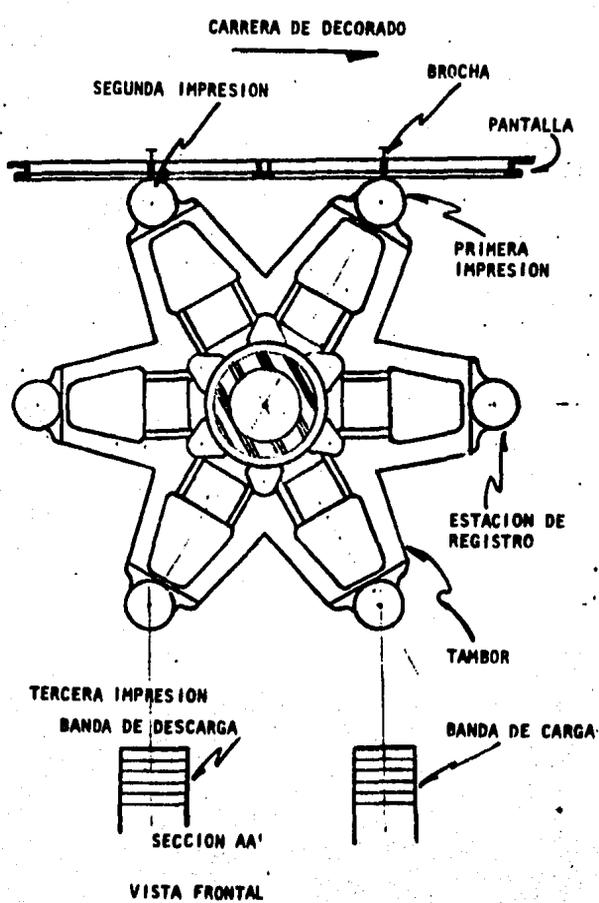
Es necesario que las botellas que se decoran con 2 ó 3 impresiones, tanto el cuerpo como el cuello, cuenten con un registro que consiste en una cavidad ó plano localizado entre costuras del envase; con el fin de que la impresión de los colores este perfectamente centrada y a la vez la impresión centrada entre las costuras del envase. (Ver figura III-1)

POTENCIA REQUERIDA

Esta máquina trabaja con:

440 V, 1 ø 60 AMP 60 Ciclos de frecuencia.

VISTA FRONTAL Y LATERAL DEL MONTAJE DEL TAMBOR DE ESTACIONES Y MARCOS O STENCILS DE IMPRESIÓN.

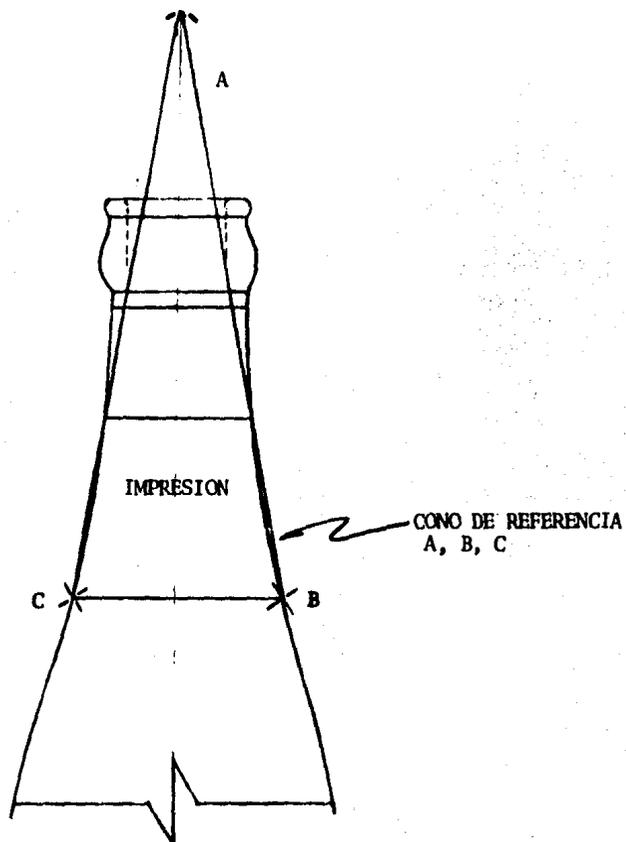


III-2 CÁLCULO DEL SECTOR DE ENGRANE A USAR PARA DECORAR ENVASES CÓNICOS.

Cuando se decoran en la máquina envases ó secciones de envases cilíndricos; la velocidad con que se desplaza la placa impresora en cada punto es constante, ya que el desarrollo de un cilindro conserva sus diámetros iguales a lo largo del cuerpo y sólo basta fijar la carrera en la máquina, ésta es igual al perímetro de la circunferencia del cilindro dividido entre dos y expresado en pulgadas. Así, se fija en la máquina graduando esta medida en la escala correspondiente.

Al decorar un envase cónico es muy diferente, ya que la velocidad con que se desplaza la placa impresora es diferente en cada punto del cono, puesto que en éste varían los perímetros de cada circunferencia, para lograr ésto (dar la velocidad requerida en cada punto) es necesario fijar un centro de giro, de acuerdo a la posición de la impresión deseada, en el envase. Para esto se necesita sólo el radio de giro del cono descrito y un sector de engrane que se calcula para cada caso.

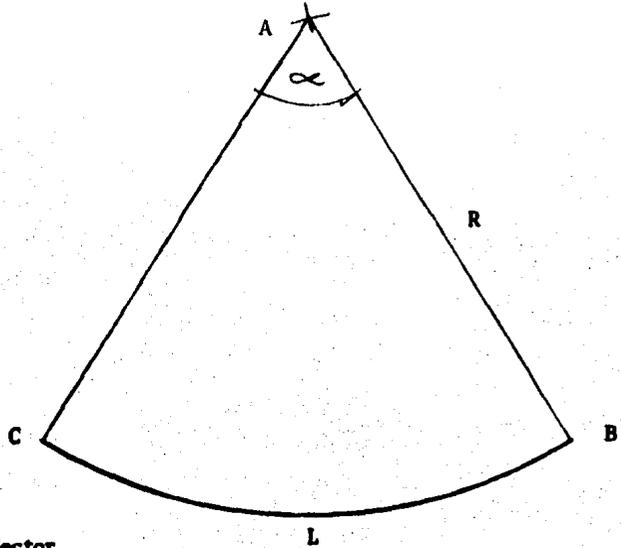
La carrera dada para envases cónicos es en base al mayor diámetro del cono. A continuación mostramos como calcular el radio de giro y el sector correspondiente.



Quando se va a decorar botella de forma cónica; la máquina tiene un centro de giro en cada estación sobre el cual va el centro del sector; el cual nos dará la impresión correcta sobre el envase. De acuerdo al tamaño de la impresión y la altura sobre el envase que ésta requiera.

(Sistema Sexagesimal y Sistema Ciclico)
 Agustín Anfossi - Trigonometría Rectilínea

Para el cálculo de este sector se asumen los siguientes principios de geometría, para dimensionar un arco.



- α = Angulo del Sector
- R = Radio Primitivo del Sector
- L = Arco Requerido del Sector *

* Para nuestro objetivo este arco esta dimensionado por el perimetro de la circunferencia, que obtenemos en el envase al tomar la parte más inferior de la impresión.

El perimetro de un círculo esta dado por:

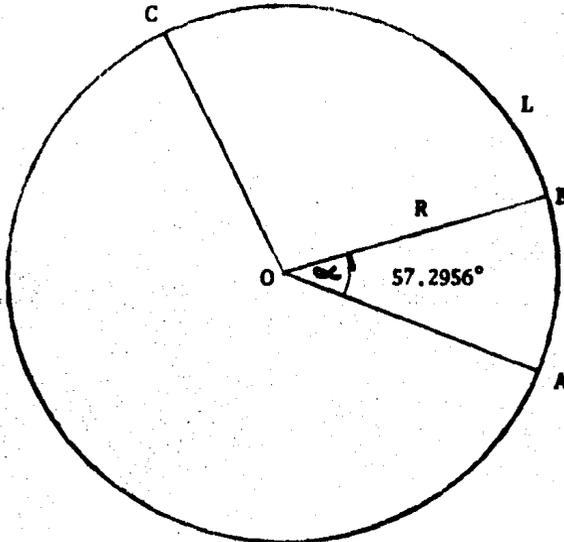
$$L = 2 \pi r ; \frac{L}{r} = 2 \pi$$

Es decir un radian cabe en el perimetro 2π veces.

Para obtener un radián a grados

$$2 \pi \text{ Radiánes} = 360^\circ, \text{ por lo tanto; } 1 \text{ Radián} = \frac{360^\circ}{2 \pi}$$

$$\frac{360^\circ}{2 (3.1416)} = 57.2956^\circ ; 1 \text{ Radián} = 57.2956^\circ$$



Sea una circunferencia cualquiera de radio $OA = R$ y $\angle AOB$ un ángulo con valor de un radián (57.2956°)

Sea también $\angle AOC$ un ángulo, cuyos lados interceptan el arco AC de longitud $= L$

Por geometría:

$$\frac{\angle AOC}{\angle AOB} = \frac{\text{ARCO } AC}{\text{ARCO } AB} = \frac{L}{R} ; \quad \frac{\angle AOC}{\text{RADIÁN}} = \frac{L}{R}$$

6 sea

$$\angle AOC = \frac{L}{R} \text{ RADIÁN} \quad \text{Es decir}$$

$$\alpha = \frac{L}{R} \quad \text{En radiánes}$$

Todo lo anterior lo aplicamos al cálculo del sector que la máquina requiere con su radio de giro "R", el cual también nos sirve para posicionar correctamente Los Positivos* de los diseños que se deseen imprimir; como se verá con un ejemplo a continuación.

* Positivos.- Por medio de positivos de fotografía se graban los Stenciles ó marcos para la aplicación de pintura por tamizado al envase.

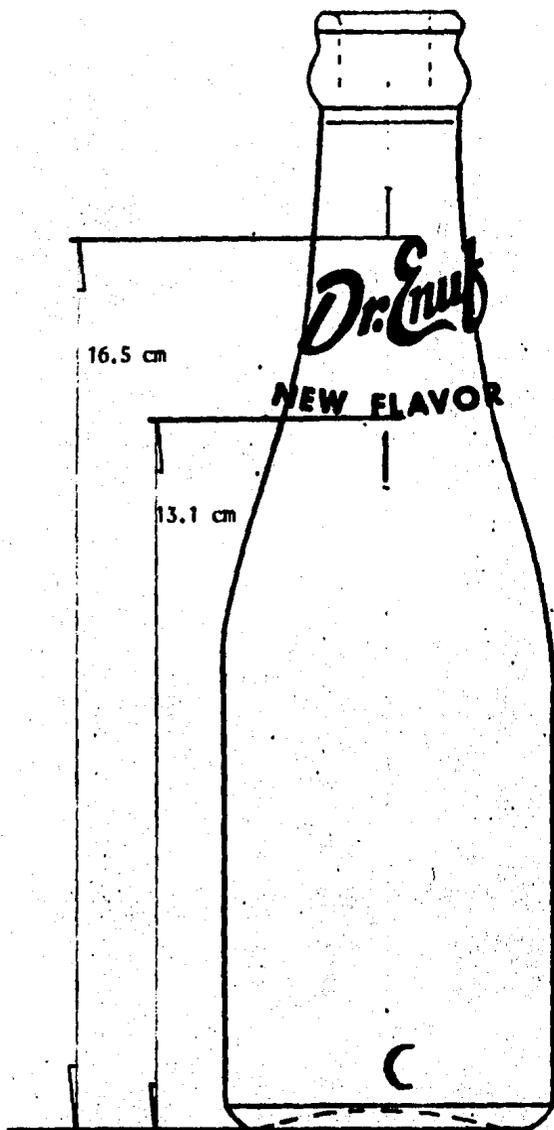
- CALCULO PARA DR. ENUF.

Según especificaciones presentadas por el cliente; de acuerdo a su diseño.

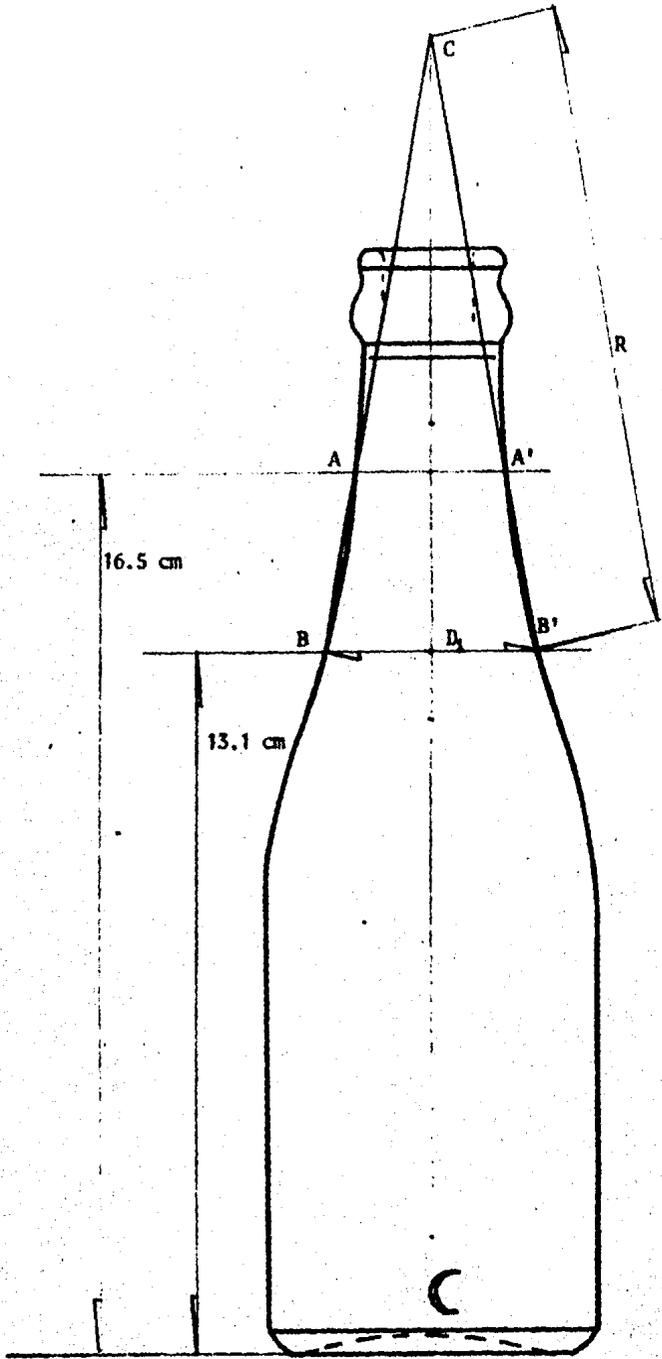
Resumiendo: El siguiente cálculo es para dos cosas:

- 1) Encontrar el Sector que la máquina requiere para decorar dicho artículo (DR. ENUF)
- 2) Posicionar correctamente los positivos para posteriormente imprimir el Stencil requerido.

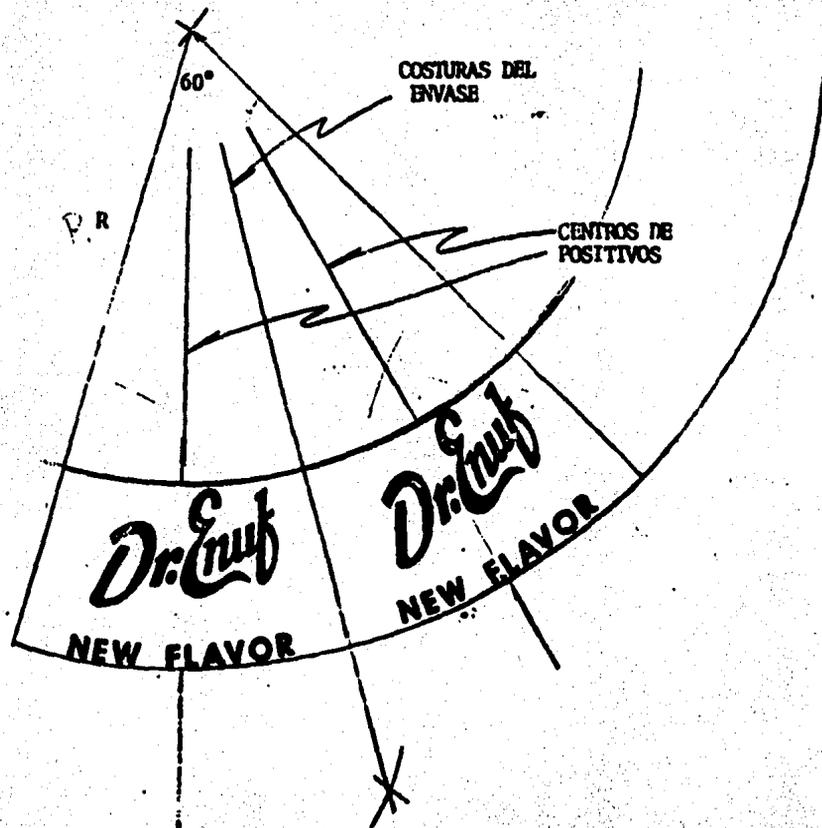
DISEÑO ENVIANDO POR EL CLIENTE



SE REQUIERE LA LEYENDA
EN LOS DOS LADOS DEL ENVASE



UNIENDO LOS PUNTOS A, B
Y A', B' OBTENEMOS EL
VERTICE "C" ENTONCES, GRA-
FICAMENTE HEMOS OBTENIDO
"R" QUE ES EL RADIO DEL
SECTOR; AHORA CALCULARE-
MOS EL ANGULO QUE REQUIERE
ESE SECTOR PARA CON ESE
ANGULO DISTRIBUIR EL PO-
SITIVO.



PARA CONOCER EL ARCO TOMAS EL PERIMETRO

DEL CIRCULO D_1 ; $D_1 = 3.9$ cm (gráfico)

$L = \pi D_1$; $3.14 \times 3.9 = 12.25$ cm

APLICANDO LA FORMULA

$$\alpha = \frac{L}{R} \quad (\text{EN RADIANES})$$

$L = 12.25$ cm

$R = 11.7$ cm (Gráfico)

$$\alpha = \frac{12.25}{11.7} = 1.047 \text{ RADIANES}$$

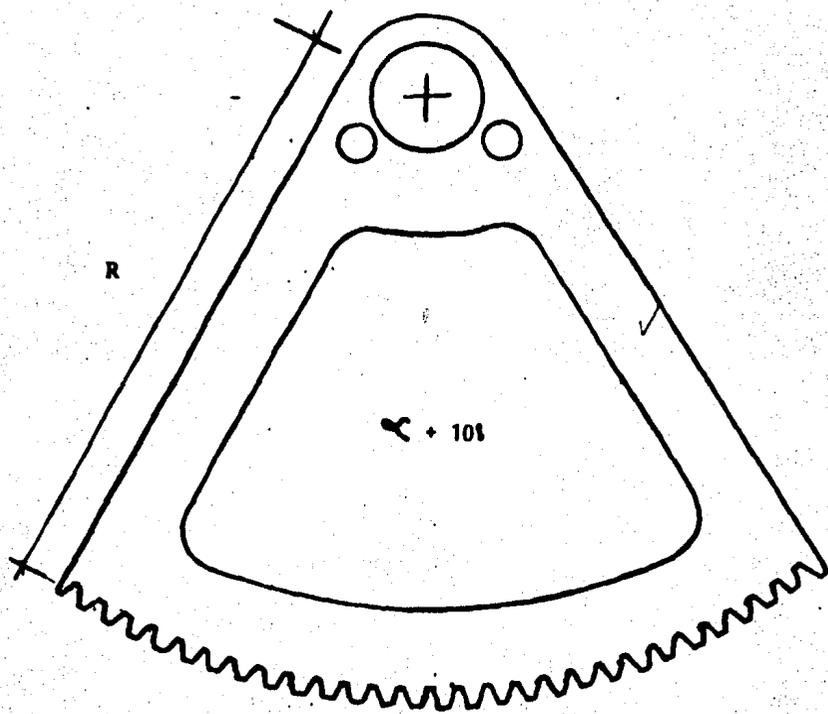
PARA CONVERTIR A GRADOS;

$$1.047 \times 57.2956^\circ = 59.98 \approx 60^\circ.$$

$$\alpha = 60^\circ$$

TRAZAMOS UNA BISECTRIZ QUE NOS DARA LAS COSTURAS DEL ENVASE.

Y DIVIDIENDO NUEVAMENTE LOS ANGULOS RESULTANTES NOS DARA LA POSICION DE LOS POSITIVOS, QUE ES LO QUE BUSCAMOS.



SECTOR PARA DECORAR CUERPOS CONICOS

III-3 PREPARACION DE STENCILS.

Las principales materias primas de el proceso de etiquetado ó decorado sobre vidrio; básicamente son el esmalte y los marcos de impresión ó stencils. Por lo que debemos hacer que éstos; sean los adecuados para obtener bajos costos y alta calidad.

Con respecto a los stencils éstos deberán ser bien procesados; ya que los paros de máquina van intimamente relacionados con éste equipo. Si los stencils están bien elaborados se asegura eficiencia en la operación y buena Calidad en la impresión y ésto es lo que efectivamente reduce los costos.

III-3-1 OBTENCION DEL POSITIVO

a) Una vez que el cliente proporciona su diseño se obtiene una fotografía de éste, considerando las dimensiones solicitadas, sólo que en vez de usar papel fotográfico usamos Fila Fotográfico. El resultado será un negativo, pues quedará en la impresión resultante. El dibujo translucido y el resto opaco.

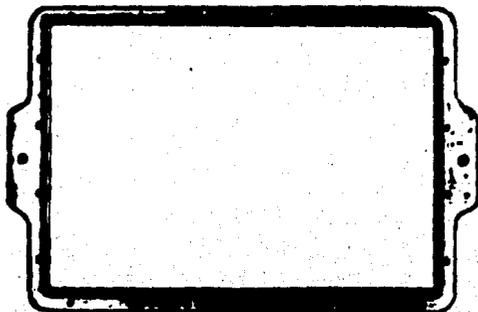
b) Se obtiene de éste negativo otra impresión también en Fila Fotográfico, el resultado será el positivo a usar, pues el dibujo quedará opaco y lo demás translucido ó transparente.

Nota: Para posicionar correctamente los positivos.

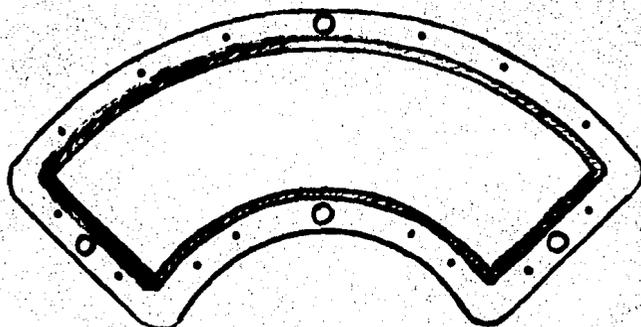
- Si se va a decorar cuerpo cilíndrico se hace el desarrollo del cilindro y se posiciona el diseño.
- Si se va a decorar cuello ó cuerpo cónico, se posicionan los positivos de acuerdo a un desarrollo cónico, que en el tema anterior se trató el como calcular éste desarrollo.

III-3-2 MARCO

El marco donde se va a imprimir el positivo para tamizado de la pintura; (decorar el envase) se manufactura en aluminio, es parte del equipo accesorio de la máquina y su selección sólo dependerá de el tamaño del desarrollo del envase más 3 pulgadas para el acumulamiento del esmalte y posicionar la brocha.



1



2

GRAFICAS PARA STENCILS

1. MARCO PARA CUERPO CILINDRICO
2. MARCO PARA CUERPO CONICO

III-3-3 SELECCION DE LA MALLA O TELA A USAR.

Para la selección de tela a usar en nuestros stenciles intervienen factores como:

a) Tamaño de la carrera a producir.

Para carreras cortas se usa tela de aluminio para pintura caliente ó termo-plástica.

Para carreras largas se usa tela de acero-inoxidable para pintura caliente.

b) No. de impresiones en el envase (colores)

Si es de un solo color se puede usar pintura fria entonces se puede usar tela de polyester ó seda, si es caliente, acero inoxidable ó aluminio.

c) Las telas se seleccionan de acuerdo al número de mallas por pulgada lineal y ésta selección es de acuerdo al número de colores que lleve el decorado.....se recomienda.

1a. Impresión ----- 200 mallas por pulgada

2a. Impresión ----- 180 mallas por pulgada

3a. Impresión ----- 165 mallas por pulgada

III-3-4 ARMADO DEL STENCIL

Una vez seleccionado el marco y la tela se procede a armar el stencil; que consiste en colocar la tela bien tensada al marco, lo cual se logra como sigue:

Primero, se aisla con cañuela de hule el marco y con plástico en forma de cañuela, también se va tensando la tela conforme se va atornillando hasta lograr obtener el stencil. (Ver figura III-3-4)

III-3-5 IMPRESION DEL STENCIL

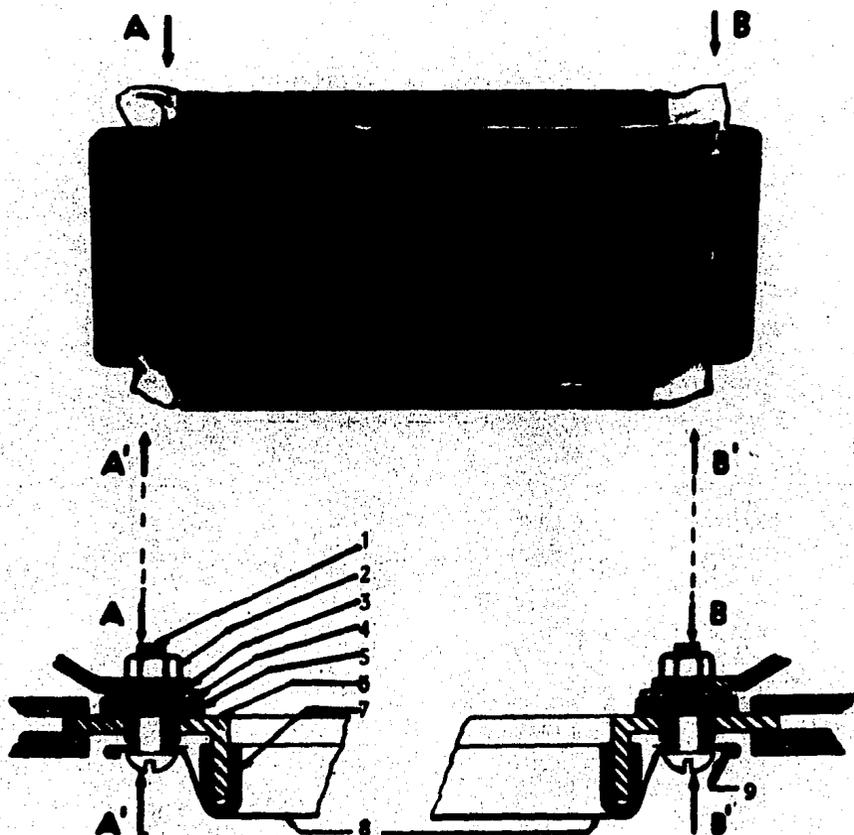
Una vez armado el stencil se procede a imprimirlo con el dibujo deseado; para esto se hace lo siguiente: Se lava perfectamente con agua y jabon para eliminar grasas y polvos, se seca y se sopletea con aire a presión, ya seco se le aplica una mezcla compuesta por: Dicromato de Potasio concentrado solución al 12% con resistol 850 al 88% formando un líquido viscoso.*

Esta mezcla se aplica untando a toda la superficie de trabajo de la tela con una espátula por fuera y por dentro del marco.

Luego de esto, se mete a un tiro forzado con aire caliente para que seque perfectamente la emulsión; ya seco el stencil con la mezcla untada se le pega con cinta adherible transparente el positivo deseado y en la posición adecuada. (Centrado el positivo con respecto al marco)

FIG. III-3-4

ESTENCIL LISTO PARA IMPRIMIR USANDO PINTURA TERMOPLASTICA



CORTE LONGITUDINAL DEL ESTENCIL, DONDE SE APRECIAN LOS COMPONENTES NECESARIOS PARA SU MANUFACTURA.

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. TORNILLO DE BRONCE | 6. MARCO DE ALUMINIO |
| 2. TUERCA DE BRONCE | 7. CARUELA DE HULE PARA AISLAR |
| 3. CONDUCTOR DE COBRE 70 AMP. | 8. TELA - MALLA ACERO INOXIDABLE |
| 4. RONDANA DE ACERO | 9. LAMINA DE ACERO 1/64 PARA REMATE DE LA TELA |
| 5. ANILLO AISLANTE DE HULE | |

Y con el fin de imprimir el positivo al stencil se expone a 40 cm y durante 5 minutos a una luz intensa que puede ser; de arco de carbones eléctricos ó con una lampara de vapor de mercurio de 500 watts.

Se debe apoyar el marco contra ó sobre un cristal; con el fin de que el positivo este completamente pegado a la tela del stencil.

Lo anterior hará que donde la luz iluminó se forme una película resistente, y donde no dió la luz (dibujo requerido) sea una película cruda, ya que al no pegar la luz no hay reacción, catalizadora de conocimiento en el dicromato de potasio.

Ahora bastará con reposar 1 minuto el stencil en agua caliente y sopletear para que la parte de "película cruda" se desprenda fácilmente y así se forme el dibujo requerido en el stencil.

Este stencil se coloca en la máquina y esta queda lista para empezar a decorar.

Por ultimo:

Cuando se usa pintura termo-plástica se necesita una temperatura de entre 140°F y 200°F y para lograr esto, se asisa el marco de la tela metálica y por ésta se hace pasar una corriente eléctrica de bajo voltaje y podemos regular el calor de la tela elevando ó bajando el voltaje, ésto se logra conectando un transformador de 115 volts en el primario y 15 volts- 70 amp. en el secundario, el cual se conecta de un extremo de la tela y el otro extremo a tierra. Y para variar la temperatura sólo requeriremos un reostato entre el secundario del transformador y el extremo de la tela. (Ver fig. III-3-4)

Obviamente para esmalte frío ó de aceite no se requiere lo anterior.

* Comercialmente se encuentra un compuesto llamado Ulanodirect - 430; el cual coge con luz de arco de carbón de 60 amps.

CAPITULO IV

CÁLCULO PRÁCTICO DE LA CURVA DE TEMPERATURAS EN EL HORNO DE RECOCIDO.

IV-1 LA CURVA DE TEMPERATURA

IV-2 CÁLCULO PRÁCTICO DE LA CURVA DE TEMPERATURAS

- 2.1 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE LA BANDA DEL HORNO
- 2.2 CAPACIDAD DE TRABAJO DEL HORNO
- 2.3 CÁLCULO DE LONGITUDES DE LAS ZONAS DE LA CURVA DE TEMPERATURAS.

CAPITULO IV

CÁLCULO PRÁCTICO DE LA CURVA DE TEMPERATURAS EN EL HORNO DE RECOCIDO.

El presente capítulo es de gran importancia, ya que para que finalice el proceso con éxito, es indispensable un recocido del envase, ya con la aplicación del esmalte Vitreo; bien controlado.

El objetivo de pasar por el horno ó de recocer el envase decorado, es para formar un solo cuerpo integrado entre el esmalte y el envase, ya que con la temperatura el esmalte vitrifica y se funde con el vidrio del envase.

Aquí veremos las principales características que se deben cumplir en un Horno de recocido y también veremos el cálculo de la curva requerida de una manera práctica y sencilla.

Apoyandonos en datos y formulas empíricas algunas que han sido obtenidas en la experiencia y comprobadas en laboratorio.

IV-1 LA CURVA DE TEMPERATURAS.

Se llama curva de temperatura a la distribución de temperaturas que existen ó deben existir a lo largo del horno en cada punto de éste.

Una curva de temperatura teórica e ideal para el quemado de etiquetas; está formada por 5 zonas y son las siguientes:

- 1- ZONA DE PRECALENTAMIENTO
- 2- ZONA DE QUEMADO
- 3- ZONA DE ENFRIAMIENTO RAPIDO
- 4- ZONA DE DESTEMPLADO
- 5- ZONA DE ENFRIAMIENTO FINAL

Cada una de estas zonas tiene un objetivo específico en el proceso de recocido y sus dimensiones deben ser cuidadosamente calculadas, así como su ganancia ó pérdida de calor con el fin de seleccionar el horno adecuado y así garantizar que el proceso de

recocido sea el adecuado.

Cada envase dependiendo de su peso y espesor de pared, principalmente, tiene su propia curva de temperatura.

Veamos el objetivo de cada zona:

1) ZONA DE PRECALENTAMIENTO

El objetivo es calentar el envase uniformemente y a una velocidad de calentamiento uniforme (empíricamente se ha obtenido que se puede trabajar el vidrio hasta con una velocidad de 32°C/Min., pero con cierto grado de riesgo de fractura; por lo que para esta zona se usará una velocidad de 25°C/Min.), para por un lado lograr el secado por evaporación del vehículo de aplicación que contiene el esmalte y por otro calentar al vidrio para poder pasar a la siguiente zona. En esta zona se calienta de temperatura ambiente hasta 610°C que es la temperatura a la cual se puede vitrificar el esmalte más resistente a las pruebas químicas.

2) ZONA DE QUEMADO

Aquí se debe mantener a temperatura constante el envase y normalmente es 610°C, con el fin de dar tiempo a que todo el esmalte se vitrifique con el envase homogéneamente, logrando también una homogeneización en la temperatura del vidrio. El tiempo requerido está dado por:

$$T = 28 (e) - 3 \quad (\text{min.})$$

e = Espesor máximo de la pared del envase (cm)

3) ZONA DE ENFRIAMIENTO RÁPIDO

Aquí el objetivo es bajar bruscamente la temperatura desde la temperatura de quemado hasta la temperatura de temple que es de 525°C aprox., por razones de seguridad se dan de 15 a 18°C de margen para evitar la formación de esfuerzos internos en el vidrio, por lo que deberemos bajar de 610°C a 545°C y solo con el fin de hacer más corto el horno, o mejor dicho la curva de temperaturas.

4) ZONA DE DESTEMPLADO

En esta zona el vidrio debe disminuir su temperatura controladamente con el fin de no permitir la formación de esfuerzos internos permanentes; se baja la temperatura desde la temperatura de temple 543°C hasta donde el vidrio ya formo su cuerpo libre de esfuerzos (503°C), que es el punto de tensión.

Para definir la velocidad de enfriamiento se usa una fórmula empirica obtenida en Laboratorio con diferentes espesores de vidrio.

- V = Velocidad de Enfriamiento
- α = Expansión Térmica del Vidrio
- a = Espesor del vidrio en el fondo del envase

$$V = \frac{7.5}{\alpha e^2 10^6} \quad (^\circ\text{C}/\text{MIN.})$$

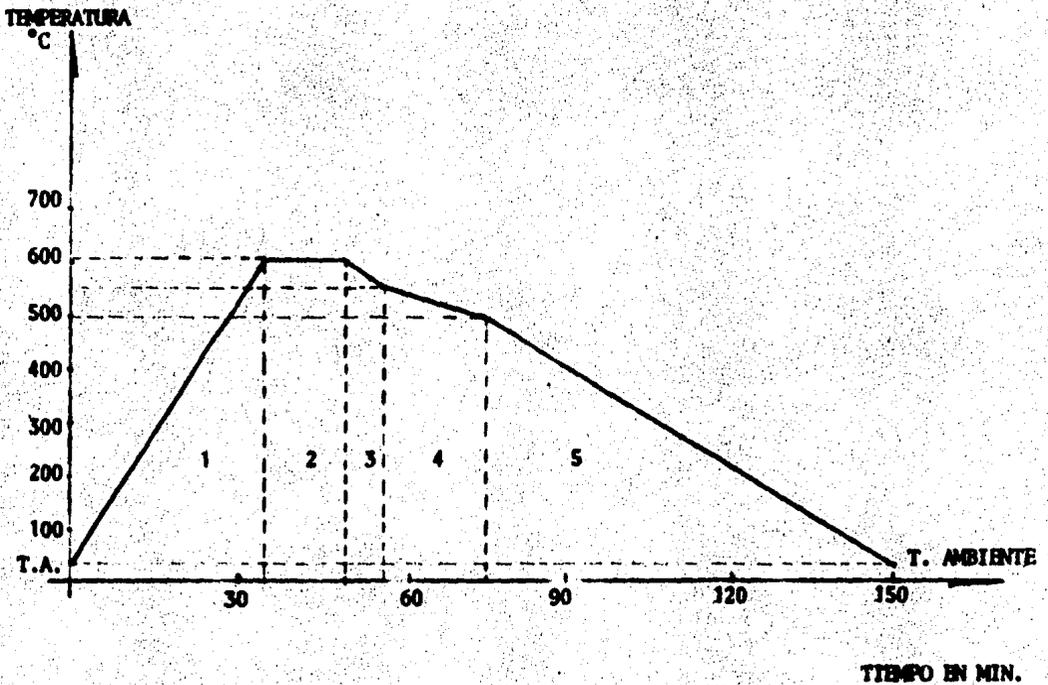
5) ZONA DE ENFRIAMIENTO FINAL

Ya destemplado el envase el único objetivo es enfriar el envase lo más rápidamente; a la temperatura ambiente para su manejo.

Hay que considerar que para que no haya choque térmico por enfriamiento brusco no se podrá rebasar 18°C/Min. de velocidad de enfriamiento, para fines de cálculo para considerar un rango de seguridad consideraremos 15°C/Min. de velocidad de enfriamiento final.

CURVA DE TEMPERATURA

- 1.- ZONA DE PRECALENTAMIENTO
- 2.- ZONA DE QUEMADO
- 3.- ZONA DE ENFRIAMIENTO RAPIDO
- 4.- ZONA DE DESTEMPLADO
- 5.- ZONA DE ENFRIAMIENTO FINAL



IV-2 CÁLCULO PRÁCTICO DE LA CURVA DE TEMPERATURAS.

REQUERIMIENTOS:

Tipo de envase ----- Perfumeros
Peso Máximo ----- 289 grs.
Máximo espesor de pared ----- .3 cm
Diámetro máximo ----- 2.5" (6.35 cm)

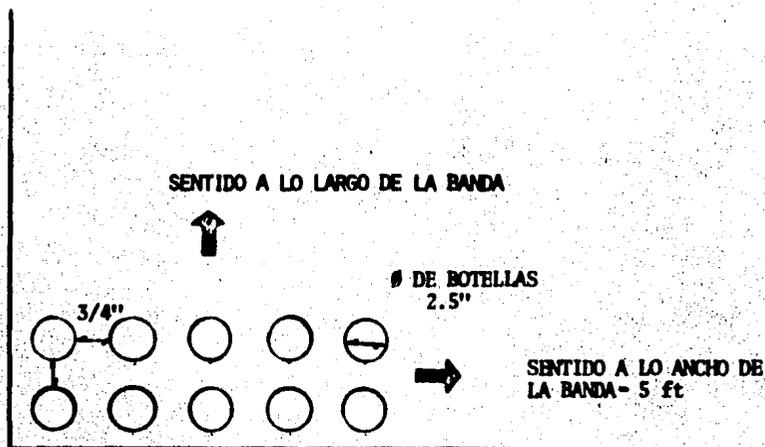
CARACTERISTICAS FISICAS DEL VIDRIO

Punto de recocido ----- 543°C
Punto de tensión ----- 503°C
Coeficiente de Expansión ----- $9 \times 10^{-6} \frac{\text{cm}}{\text{cm} \cdot ^\circ\text{C}}$
térmica
Tipo de combustible ----- Gas Metano

Se requiere que la tela del templador sea de 5ft de ancho (152.4 cm.)

Al Horno alimentarán 4 máquinas semiautomáticas con una velocidad de 19 envases por minuto cada una, es decir: 76 envases por minuto.

IV-2-1 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE LA BANDA DEL HORNO



Si metemos hileras de 19 botellas con una separación entre botellas de $3/4$ ó sea que requeriremos de:

$$19 \text{ Bot.} \times 2.5'' = 47.5''$$

$$18 \text{ Espacios} \times .75 = 13.5''$$

$$\text{Longitud total } 61.0'' ; \frac{61.0}{12} = 5.08 \text{ ft.}$$

5.08 ft \approx 5ft que es el ancho de banda en el sentido transversal:

$$\frac{76}{19} = 4 \text{ Hileras son suficientes para la producción. (Por minuto)}$$

$$4 \times 2.5'' = 10'' \text{ Y } 4 \times .75'' = 3'' ; 10'' + 3'' = 13''$$

Velocidad de Banda requerida: 13''/Min.

IV-2-2 CAPACIDAD REQUERIDA DEL HORNO

$$76 \frac{\text{BOT.}}{\text{MIN.}} \times 1440 \frac{\text{MIN.}}{\text{DIA}} \times 0.289 \frac{\text{KG.}}{\text{BOT.}} \times \frac{1 \text{ TON.}}{1000 \text{ K}}$$

Es decir la capacidad será de: 31.6 $\frac{\text{TONS.}}{\text{DIA}}$

V-2-3 CÁLCULO DE LONGITUDES DE LAS ZONAS DE LA CURVA DE TEMPERATURAS

Consideremos la temperatura ambiente mínima de 10°C (Epoas de Invierno)

1.) ZONA DE PRECALENTAMIENTO

$$\text{Longitud} = \frac{610^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}}{25^{\circ}\text{C}/\text{MIN.}} \times 13 \frac{\text{PULG.}}{\text{MIN.}} = 312 \text{ PULG.}$$

$$312'' \times \frac{1 \text{ ft}}{12''} = 26 \text{ ft } 6 \text{ sea } 26 \times 30.48 = 792.48 \text{ cm.}$$

$$25 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{MIN}} = \text{Velocidad de calentamiento}$$

$$13 \frac{\text{PULG.}}{\text{MIN}} = \text{Velocidad de banda}$$

610 °C - Temperatura a conseguir en esta zona.

2.- LONGITUD ZONA DE QUEMADO

Aplicando la formula

$$t = 28 (e) - 3$$

$$t = (28 \times .3 \text{ cm}) - 3 = 5.4 \text{ Min.}$$

Entonces:

$$\text{Longitud} = 5.4 \text{ Min.} \times 13 \frac{\text{''}}{\text{Min.}} = 70.2 \text{ ''}$$

$$70.2 \text{ ''} \times \frac{1 \text{ ft}}{12} = 5.85 \text{ ft} = 6 \text{ ft}$$

Practicamente se da un 25% de Seguridad.

$$6 \times 1.25 = 7.5 \text{ ft}$$

3) LONGITUD ZONA ENFRIAMIENTO RAPIDO

En esta zona no hay restricci3n de alguna velocidad de enfriamiento por lo que:

Para bajar de 610°C a 543 °C, necesitamos bajar 67°C. Para esto se dedica un cuerpo de 8 ft y es suficiente, es decir:

$$8 \text{ ft} \times \frac{12''}{1 \text{ ft}} = 96''$$

$$96'' - 13''/\text{Min. (Vel. banda)} = 7.38 \text{ Min.}$$

4) LONGITUD ZONA DE DESTEMPLADO

Temperatura de templado = 543°C

Temperatura de tensi3n = 503°C - (Rango de Seguridad)

Rango de Seguridad = 15.6 (a) - 30 (°C)

Entonces: Temperatura de Tensi3n = 503 - (15.6 X .3 - 30) = 477.68 °C

a - espesor m3ximo del vidrio en cm.

$$\text{Velocidad de enfriamiento} = \frac{7.5}{\alpha 10^6 (e)^2} \left(\frac{^\circ\text{C}}{\text{MIN.}} \right)$$

α = Expansi3n T3mica

e = Espesor del vidrio

$$V = \frac{7.5}{9 \times 10^{-6} \times 10^6 \times .3^2} = 9.25 \frac{^\circ\text{C}}{\text{Min.}}$$

$$\text{Longitud} = \frac{At}{V} \times \text{Vel. de banda} = \frac{543^{\circ}\text{C} - 477.68^{\circ}\text{C}}{9.25 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{MIN.}}} \times 13 \frac{\text{''}}{\text{MIN.}}$$

$$\text{Longitud} = 91.80'' \times \frac{1 \text{ ft}}{12''} = 7.65 \text{ ft}$$

5) LONGITUD ENFRIAMIENTO FINAL

$$AT = 477.68^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} \text{ (Temp. Ambiente)}$$

$$\text{Vel. de enfriamiento} = 15 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{Min.}}$$

$$\text{Tiempo requerido} = \frac{AT}{\text{VENFR.}} = \frac{452.68^{\circ}\text{C}}{15^{\circ}\text{C/Min.}} = 30.17 \text{ Min.}$$

$$\text{Longitud} = 30.17 \text{ Min.} \times 13 \frac{\text{''}}{\text{Min}} = 392.21''$$

$$392.21'' \times \frac{1 \text{ ft}}{12''} = 32.68 \text{ ft}$$

6) LONGITUD TOTAL DE LA CURVA REQUERIDA

PRECALENTAMIENTO	26.0 ft
QUEMADO	7.5
ENFRIAMIENTO RAPIDO	8.0
DESTEMPLE	7.65
ENFRIAMIENTO TOTAL	<u>32.68</u>
LONGITUD TOTAL	81.83 ft

Resulta obvio que antes de entrar a la línea de producción se debe diseñar la curva de temperatura para cada producto; con el fin de evitarse problemas en cuanto al defectivo en el producto por inadecuación de temperaturas, limitar velocidad de máquinas por no aprovechar optimamente la capacidad del horno y por ende el desperdicio de energía calorífica del horno.

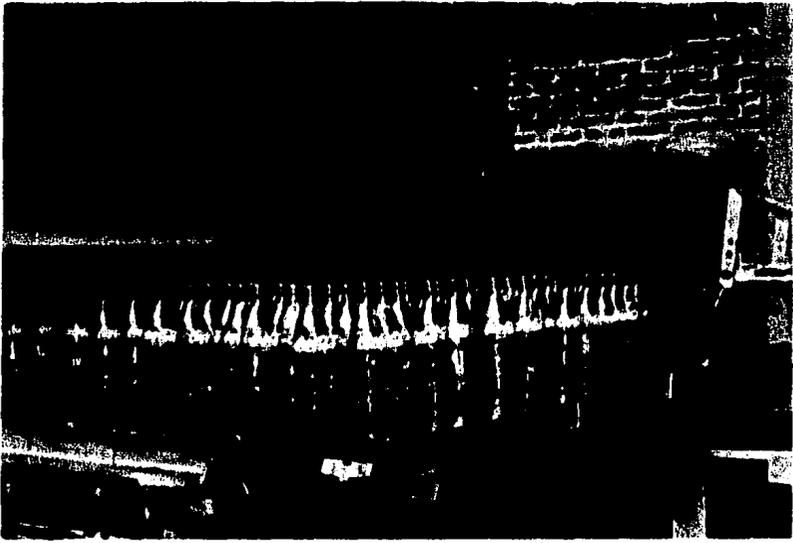
Por lo tanto, es conveniente tener la curva característica del horno a usar en base al diseño del fabricante para en base a esa curva comparar y decidir si el horno es suficiente ó no para procesar determinado producto.

Cada horno en base a su capacidad calorífica y a su capacidad en tonelaje de vidrio a recocer tiene su propia curva. A plena ó máxima capacidad que es contra la cual deberemos de comparar.

Con el fin de ilustrar al lector sobre los Hornos de Decorado del vidrio, a continuación se muestran:

- Algunas fotografías del Horno
- Un bosquejo de los Hornos con sus longitudes que como apreciamos varían de acuerdo a la capacidad de diseño.
- Algunos cortes longitudinales y transversales de los diferentes cuerpos del Horno, que nos permiten ver de manera general como está construido.

En estos Hornos, como ya antes lo digimos, trabajan con gas metano; premezclado con aire a presión.



A continuación veamos el plano de un Horno donde se han calculado las longitudes de sus cuerpos y que es el prototipo de Horno de recocido para Decorado.

Este horno fué diseñado para trabajarse con 4 líneas Semiautomáticas ó una máquina Automática Mark-V y está diseñado para una capacidad nominal de 50 Tons/día. Fué calculado para trabajar envases de 16 oz. de capacidad máxima y de 0.454 kg. de peso máximo, es decir: Una semiautomática trabaja 19 bots/min. con 100% de efic.

Una automática trabaja 76 bots./ min. con 100% de efic.

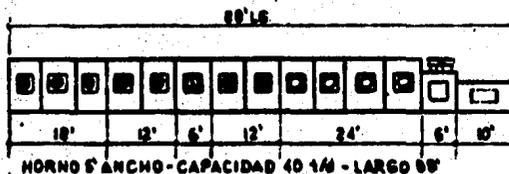
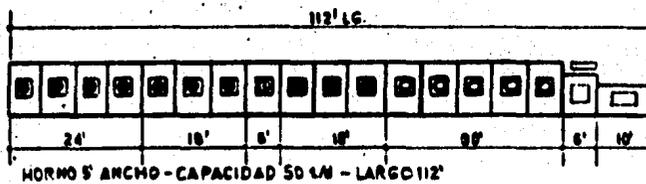
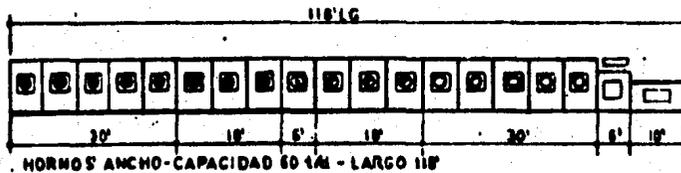
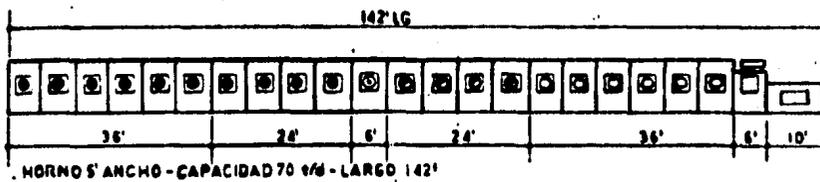
$$76 \frac{\text{BOT.}}{\text{MIN.}} \times 1440 \frac{\text{MIN}}{\text{DIA}} \times 0.454 \frac{\text{KG}}{\text{BOT.}} \times \frac{1 \text{ TON.}}{1000 \text{ KG}} =$$

$$49.685 \text{ KG/DIA} = 50 \text{ TONS.}$$

y que por su sistema de Control de temperatura puede trabajar envases que van desde los 40 grs. y que son envases Perfumeros hasta envases de 0.454 grs. que son Soderos.

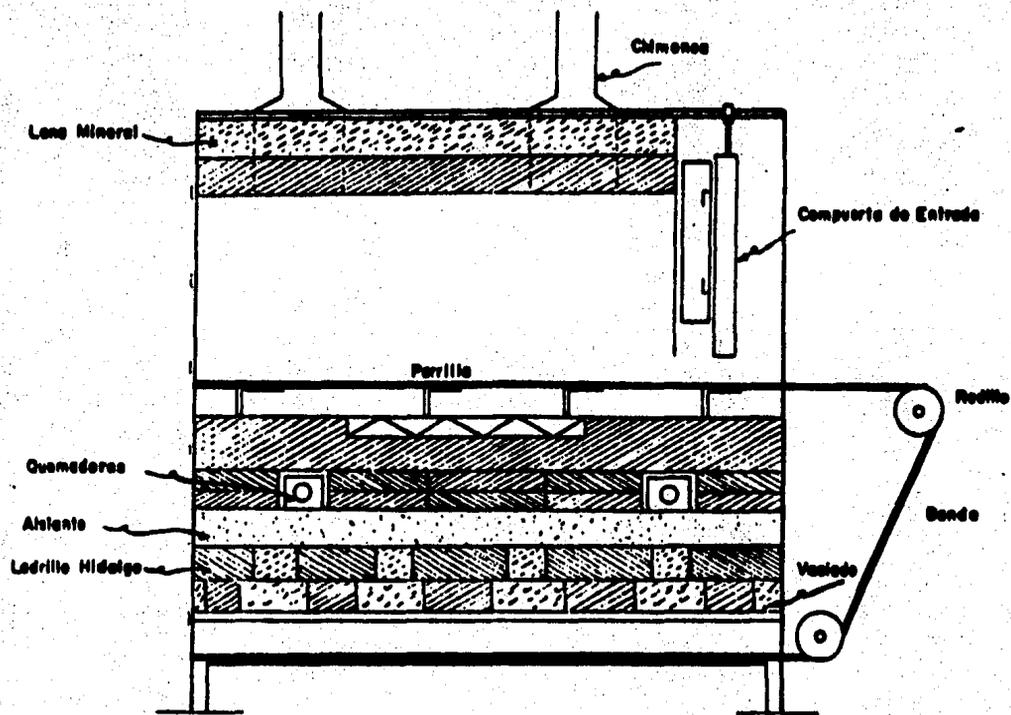
Lo anterior quiere decir que en este Horno es posible adecuar todas esas curvas de temperaturas que esos diferentes envases requieran.

Viendo el plano de Horno propuesto notese que la zona de destemple está calculada para bajar la temperatura desde 610°C hasta 498°C, esto es debido a que hemos incluido en estos cuerpos del Horno un par de chimeneas de tiro "Natural controlado" para acelerar el enfriamiento rápido y entrar casi después de la zona de fuego a la zona de destemple, ya que se alcanza la temperatura de 543°C, que es la temperatura de tensión del envase. Esto se hace para reducir la longitud de Horno.

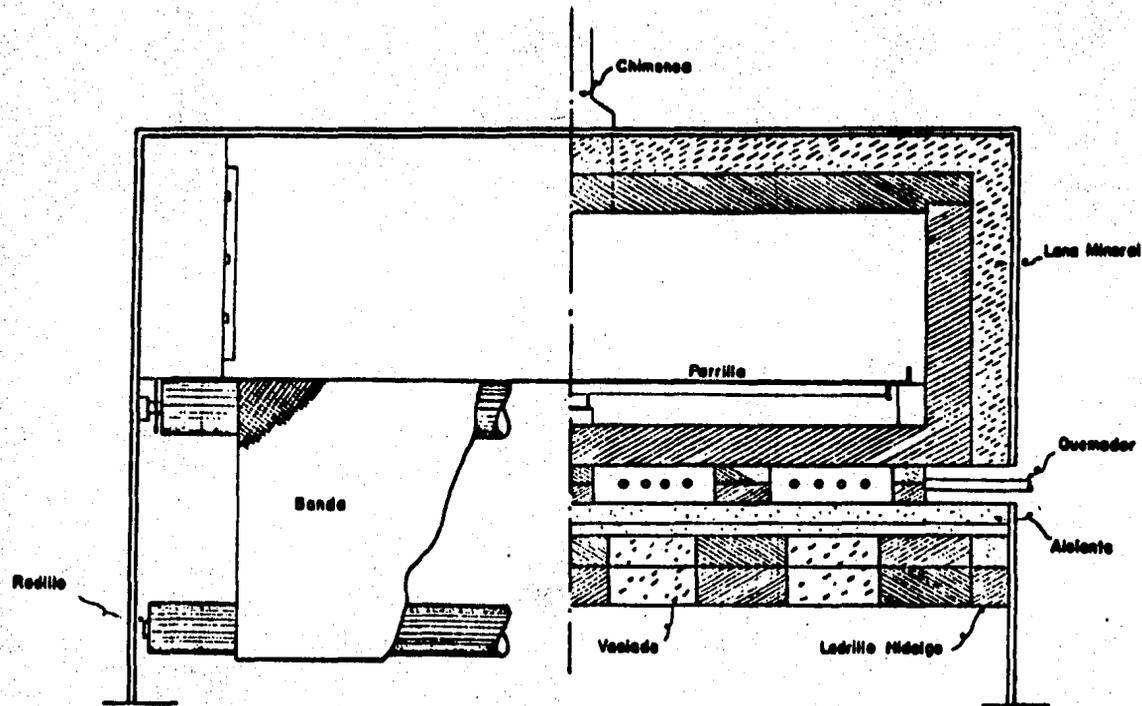


BOSQUEJO DE HORNO DE DECORADO PARA DIFERENTES CAPACIDADES Y SUS ZONAS APROXIMADAS.

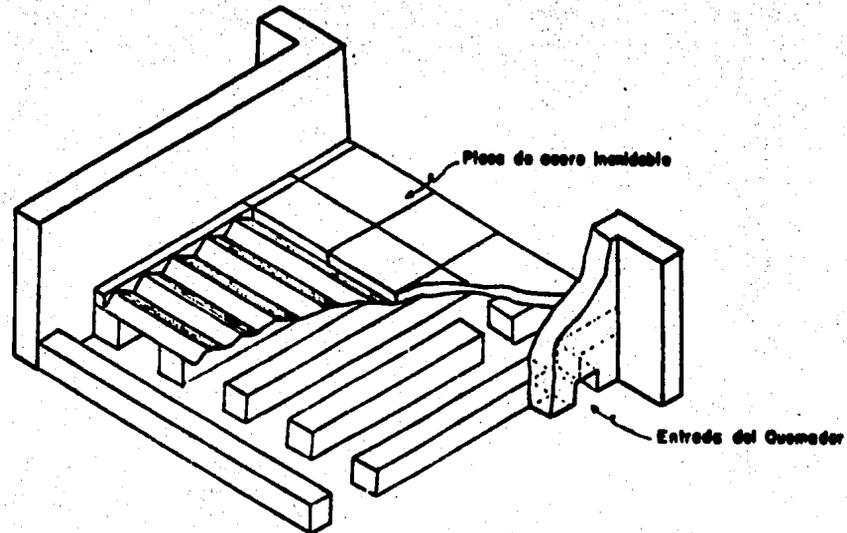
SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN
☉	PRECALENTAMIENTO Y QUEMADO
☽	ENFRIAMIENTO RÁPIDO
☼	TEMPERADO
☾	ENFRIAMIENTO FINAL
☐	MESA DE DESCARGA



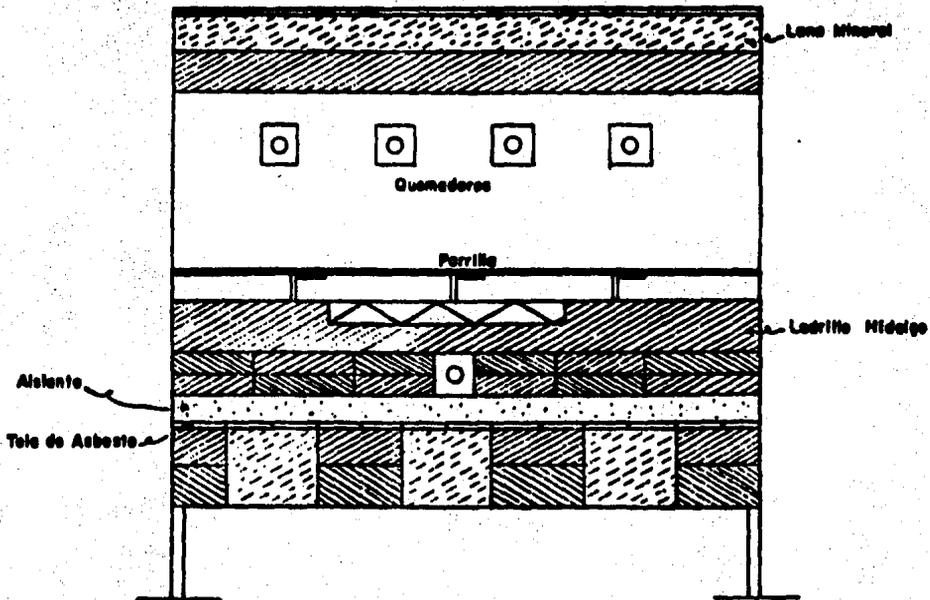
**CORTE LONGITUDINAL PRIMER CUERPO
ZONA DE PRECALENTAMIENTO**



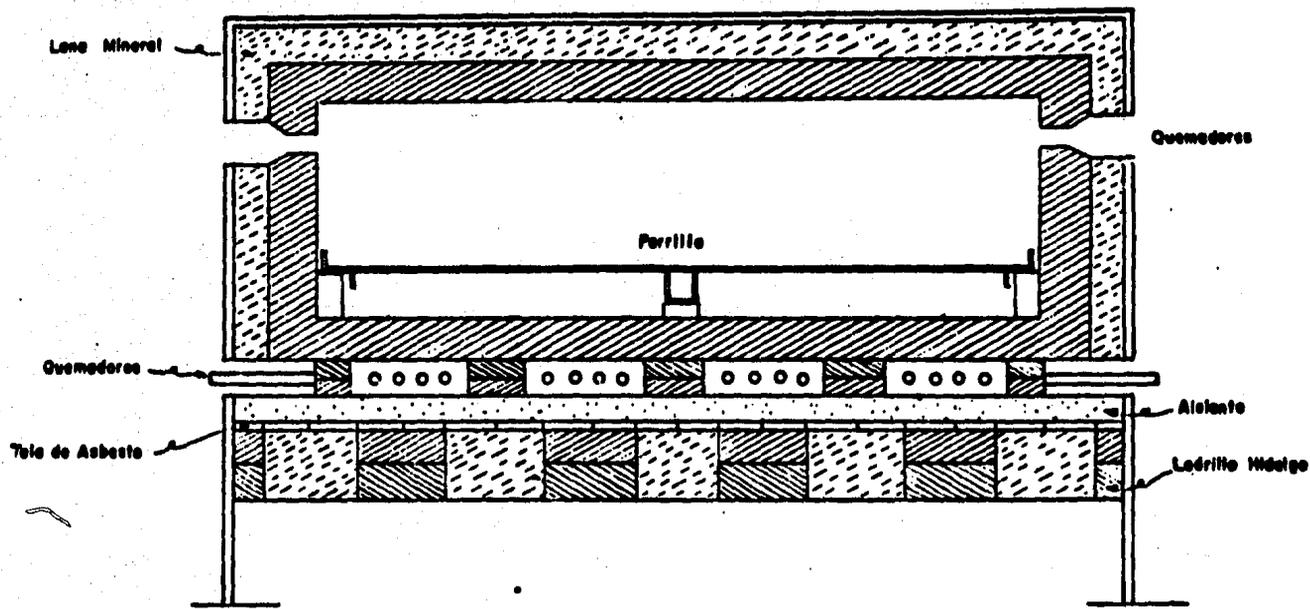
**CORTE TRANSVERSAL
ZONA DE PRECALENTAMIENTO**



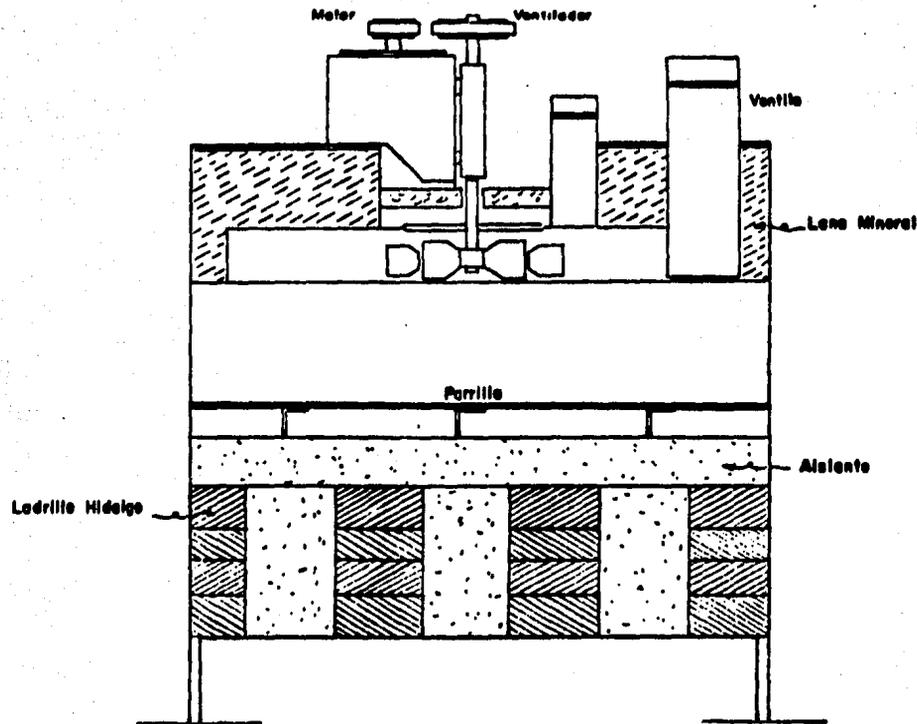
**CORTE DE LA PARTE RADIANTE
ZONA DE PRECALENTAMIENTO**



**CORTE LONGITUDINAL
ZONA DE FUEGO**



CORTE TRANSVERSAL
ZONA DE FUEGO



**CORTE LONGITUDINAL
CUERPO DE ENFRIAMIENTO**

CAPITULO V

DEFECTOS COMUNES EN EL DECORADO Y ALGUNAS SUGERENCIAS
PARA SU CORRECCIÓN.

1. COEFICIENTE DE EXPANSIÓN
2. BURBUJEADO
3. ESCURRIDO
4. QUEBRADO
5. EFECTO MOIRE
6. AMPOLLAS
7. DESCONCHADO
8. SOPA DE LETRAS
9. PINTURA TONALIDAD OSCURO
10. OPACA O FALTA DE BRILLO
11. PEGADA
12. MARCADA

CAPITULO V

DEFECTOS COMUNES EN EL DECORADO Y ALGUNAS SUGERENCIAS PARA SU CORRECCIÓN.

1. COEFICIENTE DE EXPANSION

Cuando los artículos de vidrio son decorados ó impresos con esmalte de vidrio y teniendo un coeficiente de expansión más elevado que el del vidrio, el cual es aplicado; ésto debilitará al vidrio severamente y en algunos casos causará roturas espontáneas.

Un esmalte para que tenga buena colocación en un vidrio debe tener una expansión de por lo menos $3 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ más abajo que la de la expansión del vidrio al cual es aplicado, por ejemplo: Si un vidrio tiene un coeficiente de expansión de $81 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, entonces el esmalte adecuado para usarse en el vidrio deberá tener una expansión de $78 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ó menos.

Si la expansión del esmalte es menor que éste, un mejoramiento en ambas fuerzas, la termal y la fuerza mecánica del vidrio serán notadas. Un esmalte con una expansión de $55 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, trabajarán muy bien en el vidrio con una expansión de $80 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$.

Por otro lado, cuando la expansión del esmalte es mayor que la expansión del vidrio al cual es aplicado, la fuerza del vidrio será disminuida. Cuando la expansión del esmalte es elevada de 5 a $10 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, más elevado que la expansión del vidrio, la rotura del esmalte ocurrirá y en muchos casos el vidrio se estrellará espontáneamente como resultado de la tensión excesiva del esmalte.

Para evitar problemas de expansión se verá que el decorador de vidrio especifique la expansión del esmalte que se ha de usar antes de que cualquier color nuevo sea aceptado para uso de producción, el decorador deberá cortar una sección decorándola con ella, desde la lumbre y examinarla por debajo del microscopio polarizador, la expansión combinada puede ser rápidamente y fácilmente determinada en este estilo.

Esto es especialmente verdadero si el vidrio sencillo o no decorado es examinado en fases de día a día. Es casi siempre deseable que el vidrio muestre ninguna estratificación en la superficie, sin embargo cuando el vidrio es decorado, si la expansión del esmalte es muy alta, el vidrio inmediatamente, debajo del esmalte parecerá estar en compresión. Esta situación puede pasar muy fácilmente con satisfacción pero deberá ser recordado que cuando el vidrio inmediatamente bajo el esmalte está en compresión el mismo esmalte está en tensión y es la tensión del esmalte la cual ablanda el vidrio.

En otro caso, si el color por sí mismo está bajo compresión, inmediatamente bajo el vidrio estará en tensión. Esto es una condición aceptable.

2. BURBUJEADO

Se caracteriza por el desarrollo de numerosas burbujas en el calor durante el quemado resultando una estructura porosa.

Causa.- Evaporación del vehículo después de iniciada la fusión.
Temperatura de precalentamiento demasiado alta.

Corrección.- Ajustar temperatura y velocidad en el precalentamiento, también checar la baja estabilidad térmica del vehículo.

3. ESCURRIDO

Característica.- Formación de gotas que se desvanecen desde el área ocupada por el color, fenómeno que sucede en la aplicación ó en el quemado.

Causa.- Baja viscosidad sobre aplicación de esmalte; respecto a quemado, saturación de agua (vapor) en la atmósfera interior del horno que impide evaporación completa del vehículo. Temperatura baja en las zonas de precalentamiento.

Corrección.- Aumentar la viscosidad y cuidar la técnica de aplicación; revisar el sistema de ventilación. Ajustar la curva de precalentamiento subiendo la temperatura.

4. QUEBRADO

Característica.- Formación de grietas lineales sobre el color durante el quemado de impresiones con 2 ó más colores sobrepuestos.

Causa.- Pre calentamiento elevado y muy rápido que origina que el agua combinada químicamente en el color se desaloje con violencia.

Corrección.- Usar colores recientemente secos (libres de humedad) y reducir la temperatura de entrada al horno para conseguir una velocidad de calentamiento gradual.

5. EFEECTO MOIRE

Característica.- Aspecto ondulado en la superficie del color en una 2a. impresión.

Causa.- La primera impresión esta muy gruesa, reproduciéndose el defecto a través de la 2a. impresión.

Corrección.- Usar un medio termoplástico de mayor fluidez o una malla más cerrada para 1a. impresión.

6. AMPOLLAS

Característica.- Erupciones relativamente grandes en la superficie decorada con ligero cambio de tonalidad.

Causa.- Vehículo de componentes difíciles de volatilizar, pre calentamiento inadecuado.

Corrección.- Cambio de vehículo, ajuste de pre calentamiento y mejoría del sistema ventilación.

7. DESCONCHADO

Característica.- Desprendimiento del esmalte en la superficie de la botella.

Causa.- Grasa u otro material extraño sobre la superficie del artículo, el color no tiene las características físicas adecuadas.

Corrección.- Limpiar la superficie a que quede libre de grasa y polvo.

8. SOPA DE LETRAS

Características.- Deslizamiento del decorado.

Causa.- En un ambiente frío ó húmedo al hornearse la botella se produce una condensación entre la etiqueta y el vidrio.

Corrección.- Calentar la botella antes de decorarla ó bien calentarla lentamente desde el primer cuerpo del horno, manteniendo el quemador 1 con toda la llama y el #2 con llama baja.

9. PINTURA TONALIDAD OSCURO

Características.- Las impresiones de colores claros cambian su tonalidad a oscuro , ó bien presentan manchas negras.

Causa.- Los quemadores funcionan con llama amarilla (reductora), hay acumulación de monóxido de carbono que de continuar puede también originar burbujeado y pintura escurrida.

Corrección.- Es recomendable contar con aire de recirculación para desalojar gases de combustión y ayudar al tiro de la chimenea.

10. OPACA O FALTA DE BRILLO

Características.- La pintura presenta un acabado sin la brillantez apropiada.

Causa.- Falta temperatura en la zona de quemado, templador muy rápido, control pegado.

Corrección.- Ajustar temperatura a la zona de quemado, checar velocidad de acuerdo a la capacidad del horno, reportar control a instrumentación.

11. PEGADA

Características.

Causa.- Botella demasiado junta, defectos en la tela, templador lento.

Corrección.- Dar una separación mínima de 3/4", reportar a mantenimiento mecánico, ajustar velocidad.

12. MARCADA

Características.- Este defecto se presenta generalmente en la base de la botella, sobre la cual se marca la estructura de la banda.

Causa.- Mal ajuste de quemadores templador lento, tramos ralos, termopar roto ó desconectado, desconocimiento de la temperatura de ablandamiento del vidrio.

Corrección.- Ajustar quemadores con llama oxidante y que en el control no haya una variación de $\pm 5^\circ$ como máximo, ajustar la velocidad del templador, pedir a el instrumentista esté al pendiente de las fallas de la máquina y hacer ajustes de temperatura en la zona de quemado. Cambiar el termopar ó conectarlo de inmediato, prevenir este problema con revisiones periódicas. Puede variar mucho el Softening Point de un vidrio a otro y esto puede ocasionar que marquemos la botella.

C A P I T U L O VI

ESTUDIO ECONOMICO SOBRE LA INSTALACION DE UNA PLANTA DE DECORADO.

- VI.1 - COSTO DE INVERSIÓN DEL HORNO
 - COSTO DE OPERACIÓN DEL HORNO
 - (COSTOS FIJOS)

- VI.2 - COSTO DE INVERSIÓN EQUIPO AUXILIAR Y MAQUINARIA
 - COSTO DE OPERACIÓN DEL PROCESO DE IMPRESIÓN
 - (COSTOS FIJOS)

- VI.3 - COSTOS VARIABLES

- VI.4 - RENTABILIDAD DEL PROYECTO

- VI.5 - CÁLCULO TASA DE RENDAMIENTO

- VI.6 - PUNTO DE EQUILIBRIO

CAPITULO VI

ESTUDIO ECONOMICO SOBRE LA INSTALACION DE UNA PLANTA DE DECORADO.

ANTES DE HACER CUALQUIER INVERSIÓN ES RECOMENDABLE HACER LAS CONSIDERACIONES ECONOMICAS SOBRE LOS BENEFICIOS QUE CUALQUIER PROYECTO NOS TRAE. POR LO TANTO, ANALICEMOS LA INVERSIÓN QUE REPRESENTA EL ARRANCAR UNA PEQUEÑA PLANTA DE ESTE TIPO.

EN ESTE ESTUDIO SE HACE LA CONSIDERACIÓN DE QUE RESULTA MÁS ECONÓMICO EL DISEÑAR Y CONSTRUIR EL HORNO QUE ADQUIRIRLO.

ADÉMÁS DE QUE ESTOS HORNOS SÓLO SE CONSIGUEN EN EL EXTRANJERO Y POR ÉSTO EL COSTO SE INCREMENTA CONSIDERABLEMENTE.

CONSIDEREMOS LA PLANTA DE 4 MAQUINAS SEMIAUTOMÁTICAS Y UN HORNO DE RECOCIDO CON CAPACIDAD DE 93,960 PZAS. POR DÍA, TRABAJANDO TRES TURNOS. Y CONSIDERANDO EL LAY-OUT Ó DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL PLANO CAP. IV.

VI.1 COSTO DE INVERSION (HORNO)

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN DE UN HORNO CONTINUÓ CON UNA CAPACIDAD DE 50 TON/DIA.

(CAPACIDAD REQUERIDA POR NUESTRO HORNO PROPUESTO EN EL CAPÍTULO IV)

LOS COSTOS SON LOS MÁS ACTUALIZADOS. (DICIEMBRE 1984).

C O N C E P T O	C O S T O I N C U R R I D O
BANDA TRANSPORTADORA	1'300,000
ESTRUCTURA METÁLICA	1'500,000
TRANSMISIÓN	700,000
SISTEMA DE COMBUSTIÓN Y SU CONTROL	2'000,000
MATERIAL REFRACTARIO	800,000
ELECTRICIDAD E INSTRUMENTOS	600,000
INGENIERÍA (DISEÑO, CÁLCULO Y SUPERVISIÓN)	900,000
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	400,000
MANO DE OBRA	800,000
IMPREVISTOS	300,000
COSTO TOTAL DE INVERSIÓN	9'300,000

- COSTO DE OPERACIÓN DEL HORNO (COSTOS FIJOS)

LOS SIGUIENTES COSTOS SON CONSIDERADOS A DICIEMBRE 1984.

- COMBUSTIBLE

- COSTO DEL COMBUSTIBLE \$11.6435/M³
- CONSUMO POR DIA PROMEDIO \$1.600 M³
- CONSUMO POR AÑO \$525,600 M³

CONSIDERAMOS UN 90% DE LOS 365 DÍAS DEL AÑO POR MANTENIMIENTO AL EQUIPO Y OTRAS CAUSAS. $365 \text{ DÍAS} \times .9 = 328,5 \text{ DÍAS}$

- COSTO DEL COMBUSTIBLE ANUAL = \$ 6'119,823.60

- ENERGÍA ELÉCTRICA

COSTO KWH = \$5.03825

CARGA INSTALADA

2 MOTORES DE 1/2 HP - ENFRIAMIENTO

1 MOTOR DE 1 HP - ENFRIAMIENTO

1 MOTOR DE 5 HP - TRANSMISIÓN

APARATOS DE CONTROL $1/2 \text{ HP} - \text{CONTROL DE TEMPS.}$

$$\frac{7 \text{ HP} \times .746}{\text{HP}} \frac{\text{KILO WATTS}}{\text{HP}} = 5.22 \text{ KWH/DIA}$$

ENTONCES:

$$5.22 \text{ KWH} \times 24 \frac{\text{HRS.}}{\text{DIA}} \times 328,5 \text{ DÍAS} \times 5.03825 \text{ \$/KWH} = \$ 207,346.55$$

POR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA : \$ 207'346.55 ANUAL

- MANTENIMIENTO

SE CONSIDERA UN 5% DEL VALOR DEL HORNO

$$\$ 9'300.000 \times .05 = \$ 465.000,00/ \text{ANUAL}$$

- DEPRECIACIÓN

VIDA ÚTIL 7 AÑOS

$$\text{COSTO HORNO} = \frac{9'300,000}{7} = \$ 1'328,571$$

- SUPERVISIÓN \$ 180,000 MES X 12 = \$ 2'160,000
X 1,35 PRESTACIONES = \$ 2'916,000 / ANUAL

(SE CONSIDERA 3 SUPERVISORES 1 X TURNO)

COSTO DE OPERACIÓN ANUAL POR HORNO

- COMBUSTIBLE 6'119,823
- ENERGÍA ELÉCTRICA 207,346
- MANTENIMIENTO 465,000
- DEPRECIACIÓN 1'328,571
- SUPERVISIÓN 2'916,000

T O T A L 11'036,740

VI.2

COSTO DE INVERSIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO AUXILIAR (DE ACUERDO AL LEY-OUT QUE SE MUESTRA EN EL PLANO DEL CAPÍTULO IV)

C O N C E P T O	C O S T O I N C U R R I D O
4 MÁQUINAS SEMIAUTOMÁTICAS DE .75 HP	\$ 7'000,000
1 LAVADORA DE BOTELLA 1.0 HP	1'500,000
52 MTS. TRANSPORTADOR DE ENVASE (CON 2 MOTORES, UNO DE .5 HP Y OTRO DE 1 HP)	3'900,000
1 EQUIPO DE FOTOGRAFÍA P/POSITIVOS	800,000
1 TENSIONADOR DE TELA	300,000
60 MARCOS	480,000
1 MEZCLADOR DE PINTURAS .75 HP	450,000
1 EQUIPO PARA DIBUJO Y DISEÑO	800,000
1 COMPRESORA 4 HP.	800,000
ACCESORIOS VARIOS (MUEBLES DE OFICINA- BANCOS DE TRABAJO)	800,000
INSTALACIÓN ELÉCTRICA GENERAL	500,000
INSTALACIONES DE AGUA, AIRE	200,000
1 MONTACARGAS PARA MANEJO DE INSPECCIÓN	4'000,000
3 CAMIONES PARA DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN.	7'500,000
T O T A L	29'030,000

- COSTO POR OPERACIÓN DEL PROCESO DE IMPRESIÓN (COSTOS FIJOS)

- ENERGÍA ELÉCTRICA

4 X .75 HP = 3 HP
1 X 1 HP = 1 HP
1 X .5 HP = .5 HP
1 X 1 HP = 1 HP
1 X .75 HP = .75 HP
1 X 4 HP = 4 HP

CONSUMO POR ALUMBRADO
Y OTROS EQUIPOS

= .75 HP

11 HP ENTONCES

11 HP X .746 $\frac{\text{KILOWATTS}}{\text{HP}}$ = 8.206 KW-HORA

8.206 KWH X 24 $\frac{\text{HR}}{\text{DIA}}$ X 328.5 DIAS X 5.03825 \$/KWH = \$325,955.14 AÑO

- MANTENIMIENTO

10% ANUAL SOBRE CADA EQUIPO

\$29'030,000 X 0.10 = \$ 2,903,000 ANUAL

- DEPRECIACIÓN DEL EQUIPO

SE CONSIDERA UNA VIDA ÚTIL DE 7 AÑOS PARA ESTE EQUIPO

$\frac{\$ 29'030,000}{7 \text{ AÑOS}} = \$ 4'147,142.00/ \text{AÑO}$

- SUPERVISIÓN

3 SUPERVISIÓN DE PERSONAL	120,000 X 3 X 12 MESES =	4'320,000
3 SUPERVISOR PARA MANTTO. GRAL.	90,000 X 3 X 12 MESES =	3'240,000
1 RELEVO PARA 7º DIA (DOMINGO)	90,000 X 12 MESES =	1'080,000
1 TÉCNICO DIBUJO-PLACAS Y PINTURAS	75,000 X 12 MESES =	900,000
1 AYUDANTE DE PLACAS Y PINTURAS	35,000 X 12 MESES =	420,000
	SUB-TOTAL -----	= 9'960,000 ANUAL

9,960,000 ANUAL X 35% DE PRESTACIONES: 9'960,000 X 1,35

TOTAL = \$ 13'446,000 / ANUAL

- COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

GASOLINA - CAMIONES	30 LTS. X 3 X 360 DÍAS =	32,400 LTS.
GASOLINA - MONTACARGA	20 LTS. X 360 DÍAS =	7,200 LTS.
		39,600 LTS.

ES DECIR 39,600 LTS. X \$ 45,31/LITRO \$1'794,592 ANUAL.

- ACEITES 1 LTS. X DIA X 360 DÍAS X \$ 169 X 360 = \$ 60,840

TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN PROCESO DE IMPRESIÓN = \$ 22'677,529/ANUAL

TOTAL COSTOS:

- HORNO \$9'300,000
- MAQUINARIA Y EQUIPO AUXILIAR \$29'030,000

INVERSION \$38'330,000,00

- COSTOS DE OPERACIÓN DEL HORNO \$ 11'036,740/ANUAL

COSTOS DE OPERACIÓN: \$33'714,269

- COSTOS DE OPERACIÓN DE PROCESO IMPRESIÓN \$ 22'677,529/ANUAL

TOTAL DE COSTOS FIJOS: \$ 33'714,269,00

- VALOR DE RESCATE

EN AMBOS CASOS DE INVERSIÓN SE CONSIDERA UN VALOR DE RESCATE DEL 20%; ES DECIR:

VALOR DE RESCATE DE LA INVERSIÓN

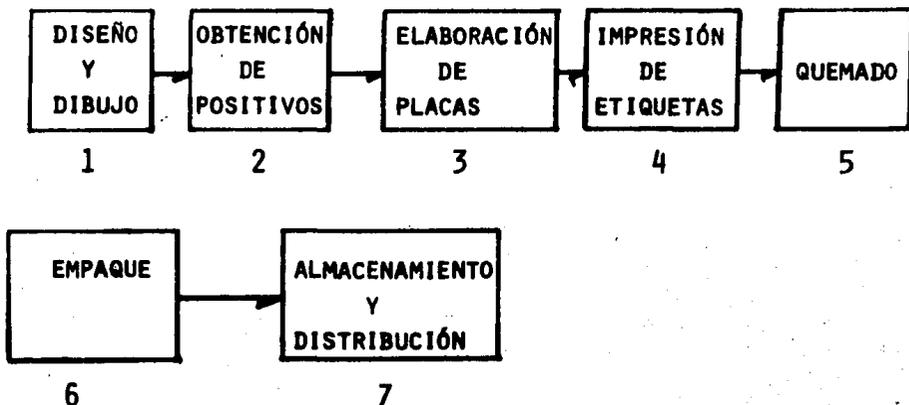
\$ 9'300,000 + \$ 29'030,000 = \$ 38'330,000

\$38'330,000 X.2 = \$ 7'666,000,00

\$ 7'666,000,00

VI-3 COSTOS VARIABLES
(X CADA 1000 PZAS. DECORADAS)

CONSIDERAREMOS TODOS LOS MATERIALES QUE SE UTILIZAN EN EL PROCESO.



SIGUIENDO EL DIAGRAMA DE FLUJO EN EL PROCESO:

1. UN DISEÑO APROXIMADO POR CADA 2,000,000 PZAS.

MATERIALES - COSTO APROX. \$ 1,500.00/DISEÑO (PAPEL, TINTA, ETC.)

\$ 0.75 / 1000 PZAS.

2. POR CADA 1'000,000 PZAS. SE SACA UN JUEGO DE POSITIVOS.

MATERIALES-REVELADOR, FIJADOR FOTOGRAFÍCO, FILM FOTOGRAFÍCO, ETC.)

COSTO APROX. \$ 3,500.00/1000,000 PZAS.

\$ 3.5/1000 PZAS.

3. SE UTILIZA UNA PLACA POR CADA COLOR SUPONIENDO DOS COLORES PROMEDIO Y CADA PLACA Ó ESTENCIL TIENE UNA DURACIÓN DE 10,000 PZAS.

MATERIALES: TORNILLOS \$15.00, HULE ACANALADO \$ 7.00, LAMINAS DE CONTACTO \$ 3.00, TUERCAS \$ 15.00, PEGAMENTO \$ 15.00, COMPUESTO DE RECUBRIMIENTO \$ 15.00, TELA DE ACERO INOXIDABLE \$ 600.00, CARBONES PARA EL ARCO ELÉCTRICO \$ 15.00, ETC.

COSTO APROXIMADO \$ 700/PLACA: \$700/10,000 PZAS.

\$ 70/1000 PZAS.

4. MATERIALES: CINTA PARA CUBRIR (MASKIN-TAPE) \$ 18.00, HULE PARA BROCHA \$150.00, PINTURA (CONSUMO APROXIMADO 0.5 GRAMOS/BOT.-\$ 800.00/KG.)

- PINTURA = \$ 0.40 X 1000 BOTS. = \$ 400.00

- HULE SE CAMBIA CON LA PLACA = \$150/5000 = \$0.03/PZA.

- CINTA MASKIN \$10/PLACA = \$ 10/5000 = \$0.002/PZA.

ENTONCES: \$ 400.00

\$ 30.00

\$ 2.00

\$ 432.00/1000 BOTS.

5. YA ESTÁ CONSIDERADO EN LOS FIJOS, YA QUE EL HORNO NO SE APAGA, SALVO EN REPARACIONES MAYORES, ESTIMADAS CADA 3 AÑOS.

6 y 7. SE ANALIZARÁ EN EL SIGUIENTE RENGLÓN, YA QUE TODO CAE EN LA MANO DE OBRA.

- MANO DE OBRA.

- A) 1/2 REVISADOR EMPACADOR X CADA MÁQUINA
- B) 1 OPERADOR POR MÁQUINA
- C) 1/4 DE MONTACARGUISTA POR MÁQUINA OPERANDO
- D) 1/4 DE CHOFER DE TRANSPORTE POR MÁQUINA OPERANDO
- E) 1/4 X 3 TURNOS OPERANDO LA LAVADORA DE BOTELLAS MAL DECORADAS.
(SOLO TRABAJARÁ UN TURNO, CUANDO TRABAJEN LAS 4 MÁQUINAS.)

HEMOS CONSIDERADO QUE UNA MÁQUINA TRABAJA CON UNA EFICIENCIA DE 87% PROMEDIO Y CON UNA VELOCIDAD DE 20 BOTELLAS/MINUTO. (MEZCLA DE PRODUCC.)

$$20 \times .87 = 17.4 \text{ BOTS./MIN.}$$

$$17.4 \text{ BOT./MIN} \times 450 \text{ MIN. (YA SE DESCANTARON LOS 30 MINUTOS DE ALIMENTOS PARA LOS TRABAJADORES DURANTE SU JORNADA).}$$

$$\text{ENTONCES: } 17.4 \times 450 = 7,830 \text{ BOTS./TURNO;}$$

MANO DE OBRA:

- A) COSTO REVISADOR - TURNO = \$1,200/JORNADA; X 1/2 = \$ 600.00
 - B) COSTO OPERADOR - TURNO = \$1,400/JORNADA = \$1400.00
 - C) COSTO MONTACARGUISTA/T. = \$1,400/JORNADA X 1/4 = \$ 350.00
 - D) COSTO CHOFER - TURNO = \$1,400/JORNADA; X 1/4 = \$ 350.00
 - E) COSTO OPERADOR-LAVADORA = \$1,200/JORNADA; X 1/2 = \$ 100.00
- SUB-TOTAL ----- = \$2800.00

APLICANDO EL 35% DE PRESTACIONES:

$$\$ 2,800.00 \times 1.35 = \$ 3,780.00$$

ENTONCES $\$ 3,780.00 / 7,830$ BOTELLAS - TURNO

POR LO TANTO, EL COSTO DE MANO DE OBRA ES: $\$ 482.75 / 1000$ BOT.

- RESUMIENDO:

$$\$.75 + 3.5 + 70 + 432 + 482.75 = \$ 989.00 / 1000 \text{ BOT.}$$

CONSIDERAMOS POR DESPERDICIOS, HERRAMIENTAS DEL PERSONAL, Y EQUIPO DE SEGURIDAD AL PERSONAL DE 5% SOBRE EL COSTO VARIABLE, ENTONCES EL TOTAL ES:

$$\$ 989.00 \times 1.05 = \$ 1'038.45 / 1000 \text{ BOTELLAS}$$

- CONSIDERANDO QUE LA ROTURA DEL ENVASE CON RESPONSABILIDAD A NUESTRA PLATA SEA DE 1.5% Y CADA ENVASE Ó BOTELLA TIENE UN VALOR PROMEDIO DE \$ 15.00, ENTONCES:

$$1000 \times .015 = 15 \text{ BOTELLAS ROTAS} \times \$ 15.00 = \$ 225.00$$

ENTONCES LOS COSTOS TOTALES VARIABLES SERÁN DE:

$$\underline{\underline{\underline{\$ 1'038.45 + \$ 225.00 = \$ 1'263.45 / 1000 \text{ BOTELLAS DECORADAS}}}}}$$

- CONDICIONES DE OPERACIÓN

- 4 MAQUINAS SEMIAUTOMÁTICAS
- 20 DE VELOCIDAD PROMEDIO POR MINUTO
- 450 MINUTOS POR TURNO (DESCONTANDO 30 MINUTOS PARA ALIMENTOS).
- 3 TURNOS AL DIA
- 87% EFICIENCIA DE OPERACIÓN
- 300 DÍAS LABORALES (SE DESCONTARON 52 DOMINGOS Y 13 DIAS FESTIVOS)

LA PLANTA A PLENA CAPACIDAD PRODUCIRÁ:

$4 \times 20 \times 450 \times 3 \times .87 = 93,960$ ETIQUETAS / DIA, ES DECIR:

$93,960 \times 300 = 28'188,000$ ETIQUETAS/AÑO

PRECIO DE VENTA ACTUAL	1 IMPRESIÓN - \$ 5.00/PZA.
	2 IMPRESIONES \$ 7.00/PZA.
	3 IMPRESIONES \$ 9.50/PZA.

CONSIDERANDO EN LA MEZCLA DE PRODUCTOS UN 65% DE PRODUCCIÓN CON UNA SOLA IMPRESIÓN, UN 25% CON DOS IMPRESIONES Y UN 10% DE TRES IMPRESIONES.

HACIENDO LA CONSIDERACIÓN ANTERIOR TENDREMOS:

$28'188,000$ PZAS. $\times .65 = 18'322,200$ DE UNA IMPRESIÓN

$28'188,000$ PZAS. $\times .25 \times .5 = 3'523,500$ PZAS. CON DOS IMPRESIONES

$28'188,000$ PZAS. $\times .10 \times .33 = 930,204$ PZAS. CON TRES IMPRESIONES

(EL .5 ES PORQUE CUANDO SE PROCESA DOS IMPRESIONES SE USAN DOS MAQUINAS EN LÍNEA Y .33 PORQUE EN TRES IMPRESIONES SE USAN TRES MAQUINAS EN LÍNEA).

POR LO QUE LOS INGRESOS ANUALES SERÁN DE:

18'322,200 PZAS. X \$5,00 = \$91'611,000

3'523,500 PZAS. X \$7,00 = \$24'664,500

930,204 PZAS. X \$9,50 = \$ 8'836,938

\$125'112,438 INGRESOS ANUALES

VI.4 RENTABILIDAD DE ESTE PROYECTO

À CONTINUACIÓN PRESENTAMOS LA TABLA DE FLUJO DE EFECTIVIDAD SOBRE NUESTRA INVERSIÓN TOTAL, A TRAVÉS DE LOS 7 AÑOS DE VIDA ECONÓMICA DEL EQUIPO A PLENA CAPACIDAD.

	1	2	1 + 2 = A	3	A + 3 = B	.5 X B = C	A - C
AÑO	INGRESO	EGRESO	FLUJO DE EF. ANTES DE IMPUESTO	DEPRECIACION	UTILIDAD GRAVABLE	FLUJO PARA IMPUESTO	FLUJO DE EFEC- TIVO NETO
0	- 0 -	-38,330	- 38,330	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 38,330
1	125,112	-69,328	+ 55,784	- 5,475	+ 50,309	- 25,154	+ 30,630
2	125,112	-69,328	+ 55,784	- 5,475	+ 50,309	- 25,154	+ 30,630
3	125,112	-69,328	+ 55,784	- 5,475	+ 50,309	- 25,154	+ 30,630
4	125,112	-69,328	+ 55,784	- 5,475	+ 50,309	- 25,154	+ 30,630
5	125,112	-69,328	+ 55,784	- 5,475	+ 50,309	- 25,154	+ 30,630
6	125,112	-69,328	+ 55,784	- 5,475	+ 50,309	- 25,154	+ 30,630
7	125,112	-69,328	+ 55,784	- 5,475	+ 50,309	25,154	+ 30,630
7	7,666	- 0 -	+ 7,666				+ 7,666
TOTALES	+ 883,450	-523,626	+ 359,824	- 38,325	+ 352,163	- 176,078	+ 183,746

85

INGRESOS = VENTAS ANUALES Y VALOR DE RESCATE

EGRESOS = SUMA DE GASTOS FIJOS MAS GASTOS VARIABLES Y LA INVERSIÓN INICIAL.

NOTA.- LAS CANTIDADES ESTAN DADAS POR 1000 PESOS.

POR LO TANTO:

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{\text{UTILIDAD NETA}}{\text{INVERSIÓN TOTAL}} \times 100$$

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{\$ 183'746,000}{\$ 523'626,000} \times 100 = 35,09 \%$$

Ó SEA QUE $100/35,09 = 2,85$ AÑOS ES DECIR LA INVERSIÓN SE RECUPERA EN 2 AÑOS, 9 MESES, 18 DÍAS POR LO TANTO ESTA INVERSIÓN ES RENTABLE.

VI.5 CÁLCULO DE LA TASA DE RENDIMIENTO.

COMO SABEMOS LA TASA DE RENDIMIENTO ES AQUELLA EN LA QUE EL VALOR PRESENTE DEL FLUJO NETO DE EFECTIVO (UTILIDAD NETA) ES IGUAL A CERO.

PARA CALCULAR ESTE PARÁMETRO USAREMOS EL MÉTODO DE TANTEOS (USANDO LAS TABLAS DE FACTORES DE TASA DISCRETA DE RENDIMIENTO, CON EL FACTOR DE PASO SIMPLE VALOR ACTUAL.)*

* GEORGE A. TAYLOR; INGENIERIA ECONÓMICA.

ANO	FLUJO NETO DE EFECTIVO DESPUES DE IMP.	(P/F, 90% N) FACTOR	VALOR ACTUAL AL 90%	(P/F, 80% N) FACTOR	VALOR ACTUAL AL 80%	(P/F, 70% N) FACTOR	VALOR ACTUAL AL 70%
0	- 38,330		- 38,330		- 38,330		- 38,330
1	+ 30,630	.52632	16121.1	.55556	17016.8	.58824	18017.8
2	+ 30,630	.27701	8484.8	.30864	9453.6	.34602	10598.6
3	+ 30,630	.14579	4465.5	.17147	5252.1	.20354	6234.4
4	+ 30,630	.07673	2350.2	.09526	2917.8	.11973	3667.3
5	+ 30,630	.04039	1237.1	.05292	1620.9	.07043	2157.3
6	+ 30,630	.02126	651.1	.02940	900.5	.04143	1269.0
7	+ 30,630	.01119	342.7	.01633	500.1	.02437	746.4
7	+ 7,666	.01119	85.7	.01633	125.2	.02437	186.8
TOTALES			-4591.7		- 543		+ 4547.6

COMO VEMOS AL 80% NOS DA - 543 Y AL 70% NOS DA + 4547.6; ESTO QUIERE DECIR QUE YA PASAMOS POR CERO, ENTONCES PARA ENCONTRAR LA TASA DE RENDIMIENTO INTERPOLAREMOS LINEALMENTE:

$$\begin{aligned} \text{TASA DE RENDIMIENTO} &= 70\% + \frac{4547.6}{4547.6 + 543} (80\% - 70\%) = \\ &= 70\% + .893 (10\%) = 78.93\% \text{ POR LO TANTO} \end{aligned}$$

TASA DE RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN

78.93%

NOTA: ESTA TASA DE RENDIMIENTO SE OBTENDRA SI MANTENEMOS DURANTE LOS 7 AÑOS TRABAJANDO A PLENA CAPACIDAD Y VENDIENDO EL PRODUCTO AL 100%.

VI.6 PUNTO DE EQUILIBRIO.

ES EL PUNTO DONDE LAS VENTAS EXPRESADAS EN PESOS SON IGUALES A LOS COSTOS TOTALES ES DECIR NO HAY UTILIDADES PERO TAMPOCO HAY PÉRDIDAS.

$$1) \text{ VENTAS} = \text{GASTOS FIJOS} + \text{GASTOS VARIABLES} + \text{UTILIDADES}$$

2) PUNTO DE EQUILIBRIO:

$$\text{VENTAS} = \text{GASTOS FIJOS} + \text{GASTOS VARIABLES}$$

PARA TRAZAR NUESTRA GRAFICA DE PUNTO DE EQUILIBRIO, CONSIDEREMOS LO SIGUIENTE:

PRECIO DE VENTA POR MILLAR DE ETIQUETAS (CONSIDERANDO LA MEZCLA DE IMPRESIONES)

- 65% UNA IMPRESIÓN = 650 X \$ 5.00 = \$ 3250.00
- 25% DOS IMPRESIONES = 250 X \$ 7.00 = \$ 1750.00
- 10% TRES IMPRESIONES = 100 X \$ 9.50 = \$ 950.00

T O T A L E S : 1000 = 5950.00

ES DECIR VALOR PROMEDIO DE CADA ETIQUETA = \$ 5.95

SUPONGAMOS VENTAS DEL 60% DE LA CAPACIDAD INSTALADA EN NUESTRA PLANTA.

CAPACIDAD/DIA = 4 MAQUINAS X 20 BOT./MIN. X .87% EFICIENCIA X 450 MIN/TURNO X 3 TURNOS

CAPACIDAD/DIA = 93,960 ETIQUETAS/DIA; ENTONCES NUESTRAS VENTAS AL 60% MENSUAL SERÁN DE : $\frac{300 \text{ DIAS}}{12 \text{ MESES}} = 25 \text{ DIAS AL MES.}$

ENTONCES 25 X 93,960 X .6 = 1'409,400.

VENTAS: 1'409,400 ETIQUETAS/MES X \$ 5.95/ETIQUETA = \$ 8'385,930/MES

- COSTOS FIJOS:

\$ 33'714,269.00/ANUAL ÷ 12 MESES = \$ 2'809,522.4/MES

- COSTOS VARIABLES:

\$ 35'614,128.00 /ANUAL ÷ 12 MESES X 60% = 1'780,706.40

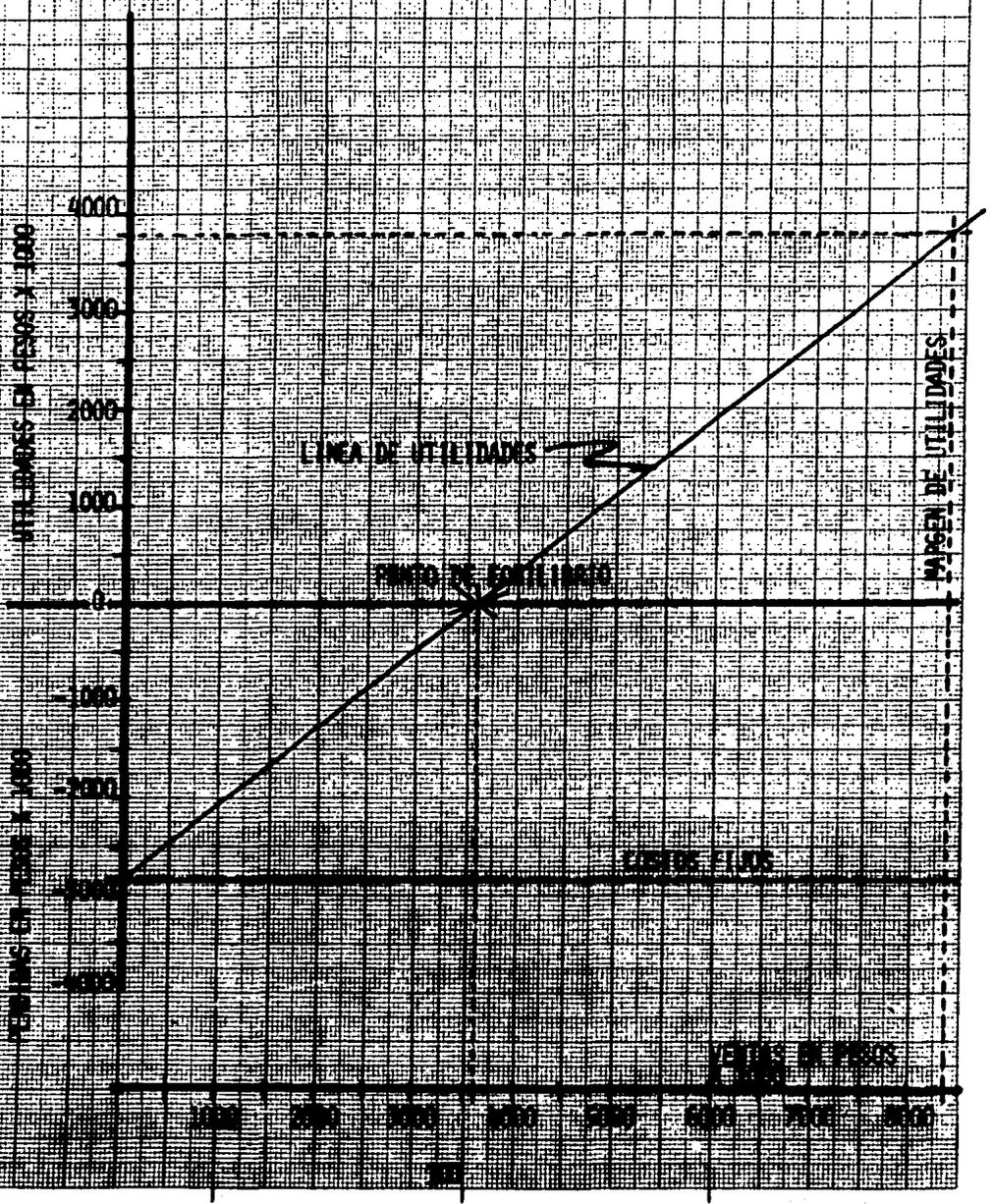
(X .6 YA QUE LOS COSTOS VARIABLES VARIAN DIRECTAMENTE CON LA PRODUCCIÓN).

- VENTAS = G. F. + G V + U; SUSTITUYENDO;

\$ 8'385,930 = \$ 2'809,522 + \$ 1'780,706 + U;

UTILIDAD = \$ 3'795,702

GRAFICA "PUNTO DE EQUILIBRIO"



COMO PODEMOS OBSERVAR EN LA GRAFICA DE PUNTO DE EQUILIBRIO:

CON VENTAS DE \$ 3'600,000 ESTAMOS EN EQUILIBRIO:

ESTO EQUIVALE A \$ 3'600,000/MES ÷ \$ 5,95 / ETIQUETA = 605,042

ES DECIR 605,042 ETIQUETAS - MES

ESTO QUIERE DECIR QUE SI AL 100% DE CAPACIDAD INSTALADA OBTENEMOS:

2'349,000 ETIQUETAS, ENTONCES $\frac{605,042}{2'349,000} = .2575 \times 100 = 25.75\%$

ESTO QUIERE DECIR QUE PARA NO TENER PERDIDAS DEBEREMOS OPERAR
MINIMO AL : 25.75% DE LA CAPACIDAD INSTALADA.

NOTA: PARA LA ELABORACIÓN DE ESTE ESTUDIO SE CONSIDERARON SÓLO
LOS COSTOS DIRECTOS DE OPERACIÓN Y LOS COSTOS DE INVERSIÓN.
LOS PRECIOS USADOS SON LOS REALES EN DICIEMBRE 1989.

" CONCLUSIONES "

Considero que al leer este trabajo, cualquier persona interesada en el tema del Decorado sobre vidrio, capta de una manera sencilla y práctica el principio general de este proceso.

Ya que, aquí presento desde algunas características del vidrio calizo, de los esmaltes, del equipo, de los defectos más comunes en el Decorado y sobre todo de los principios de diseño de la curva de temperaturas para recocido de vidrio decorado, de sistema continuo, además de un Lay-Out como propuesta para la instalación de una planta de este tipo. También se incluye un estudio económico muy real y profundo de todo el proceso donde se demuestra la nobleza de este proceso en cuanto a su rentabilidad y tasa de rendimiento.

Por lo consiguiente siento que con este material es posible estimular a algunos inversionistas a montar una pequeña planta de Decorado quedando como punto de partida para otros estudios.

- a) Otros métodos recientes para Decorado de envases no retornables, como lo es el proceso del Decorado "Por pintura de polvos electrostáticos".
- b) Estudio de mercado para instalar maquinas automáticas.

Actualmente este proceso considero que puede mejorarse mediante nuevos sistemas de trabajo, desde el punto de vista "Administración de Recursos", en el proceso para así lograr bajar costos y aumentar la Calidad, que ambos factores son tan necesarios para conquistar Mercados Extranjeros y que de hecho son los que han formado la barrera para exportar en la capacidad que existe en México.

" BIBLIOGRAFIA "

- 1). Alexis G. Pincus and Shung - Huei Chang
Decorating in the Glass Industry
1977 Magazines For Industry Inc.
New York U. S. A.
- 2). Ceramic Glass Enamels Metallic & Organic Materials
Glass Container Division. Engineering Department 1973
Ferro Enamel Co. (Apuntes Varios)
- 3). Methods of Test for Alkali Resistance of Ceramic Decoratings
on Returnable beer and Beverage Glass Containers
C675-7171 American Society For Testing and Materials
- 4). Hornos de Decorado y Quemado de colores
Robert A. Fuller Hartford Division
"Apuntes Varios"
- 5). Fay V. Tooley
Handbook of glass Manufacture
- 6). Agustin Anfossi
Trigonometría Rectilínea
Editorial Progreso S. A.
México, D. F.
Octava Edición
- 7). Virgil Muring Faires
Termodinámica
Uteha
Reimpresión 1970
- 8). Mark's
Standard Hand Book For
Mechanical Engineers
8a. Edición
Mc. Graw-Hill Book Company

9). **Principios de Administración**

George R. Terry

C.E.C.S.A.

7° Edición

10). **Ingeniería Económica**

George A. Taylor

Editorial Limusa

4° Edición