



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

Facultad de Química



**DEPTO. DE PARANTES Y
EXAMENES PROPEDÉUTICOS
FAC. DE QUÍMICA**

**Fabricación de Poliuretano Rígido para la
Industria Mueblera**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUIMICO**

P R E S E N T A.

Carlos David López Ricalde



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

INDICE

CAPITULO I.....	1
CAPITULO II.....	6
Poliéoles.....	6
Silicón.....	8
Catalizadores.....	9
Espumantes.....	13
Efectos del espumante.....	16
Diagrama de proceso del espumante...	19
Graficas.....	20
Aditivos.....	24
Isocianato.....	26
CAPITULO III.....	28
Hules de Silicón.....	28
Elastómeros de Uretano.....	29
Latex.....	29
Plásticos vinílicos.....	29
Desmoldantes.....	30
Molde abierto.....	32
Moldes múltiples.....	33
Moldes "Guante".....	33
Pallas en moldes flexibles.....	35
Rechura de un molde de Silicón.....	38
CAPITULO IV.....	45
Diagramas de maquinaria.....	50
CAPITULO V.....	53
CAPITULO VI.....	56
CAPITULO VII.....	57

CAPITULO I

¿ Qué es el Poliuretano?

En nuestra era de grandes y espectaculares progresos tecnológicos destaca en el campo de la química el desenvolvimiento y difusión de los materiales plásticos y entre éstos, en especial, son los plásticos espumados los que han alcanzado un lugar muy destacado.

En la actualidad existe un producto de enorme versatilidad y mercado por sus aplicaciones, conocido como espuma de poliuretano.

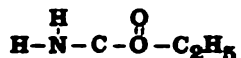
Esta espuma es sintética y liviana, y esta espuma se clasifica comercialmente en espuma flexible, semiflexible, semirígida y rígida.

Cada clase comprende una variedad de sus tipos, las diferencias van de acuerdo a su densidad, debido a que de ésta propiedad varían sus propiedades mecánicas en forma proporcional. De ésta manera se tiene, que una espuma flexible de baja densidad se le conoce comercialmente como supersuave y así, al irse aumentando la densidad se obtienen espumas suaves, medias y firmes.

Las aplicaciones de la espuma de poliuretano se están incrementando en una forma muy conveniente para ésta rama de la Química Orgánica, debido principalmente a la facilidad de su elaboración, bajo costo, producción de piezas de diferentes formas y dimensiones, así como a sus propiedades de amortiguación, acojinamiento, flexibilidad y aislamiento térmico y acústico.

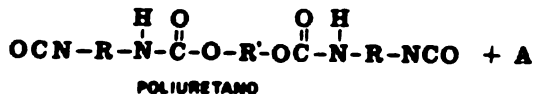
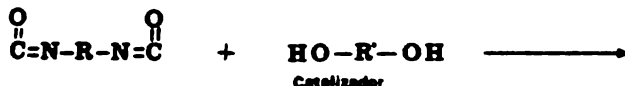
El Poliuretano es el producto químico más espectacular y revolucionario hasta hoy conocido, pues reúne las mayores posibilidades de variación y difícilmente plástico alguno pudiera compararsele.

Hablando en sentido estrictamente químico, uretano es el nombre común con que se le conoce al Carbamato de etilo.



Cuando moléculas poliméricas se unen entre sí a través de puentes de uretano, al polímero resultante se le da el nombre de poliuretano.

La química básica de los poliuretanos, entendidos como polímeros, tienen su fundamento en la reacción que tiene lugar cuando un grupo diisocianato encuentra un di alcohol poliéster ó poliéster polifuncional para formar un polímero sólido.



Simultáneamente a esta reacción fundamental ocurren multitud de reacciones secundarias que tendrán influencia definitiva en las propiedades del polímero formado.

Los isocianatos, de donde básicamente se derivan los uretanos, fueron descubiertos en Alemania a mediados del siglo pasado.

Durante casi un siglo se lograron avances de escasa importancia, casi por casualidad cuando los investigadores se empeñaban en encontrar variaciones a las formulaciones ya existentes del Nylon, con el objeto de eludir las patentes que las protegían; en la década de los 40's algunos grupos investigadores captaron al fin los alcances enormes de aquello que tanto tiempo había permanecido olvidado.

A partir de 1950 las grandes empresas químicas han invertido fuertes cantidades en la investigación sistemática de este campo, el desarrollo científico práctico en este campo nos permite obtener hoy en día, con sólo escoger las materias primas necesarias y formular las adecuadamente, productos con propiedades físicoquímicas predeterminadas, que cumplan las especificaciones más rigurosas y todo esto a costos muy razonables.

Además la espuma de poliuretano de elaborarse con isocianatos, necesita como agentes espumantes "freón" o gas carbónico.

Material celular, fuerte y de peso ligero, la espuma de poliuretano como ya dijimos antes puede producirse en una amplia gama de densidades, ofreciendo así interesantes propiedades físicas.

Produciendo la espuma en forma de material blando y flexible se emplea para acojinamientos, y produciéndose rígida tiene aplicación en la industria mueblera y decorativa, donde la aplicación del poliuretano en imitación de piezas como marcos, molduras y aplicaciones similares a talla en madera, por su imitación tan

perfecto, presenten un gran atractivo dentro de la industria mueblera.

La fabricación de este tipo de artículos como veremos más adelante es particularmente sencilla.

El principal uso en la Industria Mueblera es sin duda alguna la reproducción de molduras, ya que la espuma de poliuretano es capaz de producir fielmente el acabado, vetado y características de la madera ya que puede ser trabajada y terminada en forma similar a la madera.

No resulta difícil satisfacer además de la industria mueblera a las industrias de la construcción, náutica, automotriz, etc..., por lo que aún de la espuma rígida existe una clasificación más detallada de la misma:

Espumas rígidas

De llenado
De celda cerrada
Duroméricas
De espreado
Isocianúricas

Los cuales se derivan de su forma de fabricación como se verá más adelante.

Por lo anterior podemos resumir que ningún otro material es capaz de reunir tan completamente los requisitos extremos como el poliuretano, ya que por un lado pueden ser rígidos como piedra cuando se trata de elementos estructurales como muebles, defensas de autos o elementos constructivos, pueden ser también semiduros cuando se requieren piezas tales como las que se usan en equipos de seguridad de vehículos autotranspor

tes, en muñecas de juguete o en suelas de zapatos.

También pueden construir piezas blandas de alta elasticidad como colchones, almohadas, asientos, etc.

Pueden ser termoplásticos o termofijos, en fin, ofrecen un rango tal de aplicación que prácticamente sus límites serán los de la imaginación de los investigadores y usuarios.

C A P I T U L O II

¿ Cual es su comportamiento?

En la obtencion de espuma de poliuretano, se necesita primero determinar la clase de espuma que se desea, es decir, su densidad, y conociendo lo anterior se procede a formular.

Para formular, se hacen tentativas variando las concentraciones y los tipos de material a escala de laboratorio, posteriormente se prueba en la maquina a mayor escala para poder determinar las propiedades finales de la espuma.

Los materiales que se encuentran en la composición y afectan el comportamiento de la espuma, son los siguientes:

- A.- POLIOLIOS.
- B.- SILICON.
- C.- CATALIZADORES.
- D.- ESPUMANTES.
- E.- ADITIVOS.
- F.- ISOCIANATO.

Las características de cada uno de estos materiales, así como sus concentraciones e influencias se describen a continuación:

A.- Poliolios

Con el nombre de Polioliol se conocen las resinas que son el material básico para la elaboración de las espumas.

El polioliol es el material que resulta de la reacción de un compuesto de óxido orgánico con un compuesto que contenga Hidrogeno. Entre los compuestos de óxido orgánico que se usan para producir los polioliolios, tenemos; óxido de etileno, de propileno de butileno 1-2, y de estireno.

Un polioliol de óxido de etileno, produce espumas más suaves, los polioliolios de cadenas más largas producen espumas más firmes.

Los poliéoles pueden ser un solo óxido, por ejemplo los polipropilén glicoles, o de combinación de varios óxidos, si dos óxidos son reaccionados simultáneamente, el poliéol final tiene propiedades intermedias de los preparados con óxidos solos.

Cuando uno o más de los óxidos son polimerizados con un iniciador que tenga dos hidrógenos, se obtienen los dihidroxipoliéoles, de la misma manera, que si se usa un iniciador trifuncional, como la glicerina, la adición de óxido produce una cadena lineal en tres direcciones y da como resultado un trihidroxipoliéol, siendo sus cadenas de igual longitud.

Los compuestos de Hidrógeno inician la polimerización y determinan la funcionalidad del poliéol, así como el número de oxidrilos (OH), o sitios reactivos del poliéol.

El número de OHs indica el uso del poliéol y este dato lo proporciona el proveedor, a continuación se indica una tabla que muestra el uso del poliéol de acuerdo con el número de oxidrilos.

No.	OH	42-60	60-350	350-780
Espuma		Flexible	Semi-rígida	Rígida

B.- Silicón

El silicón es el estabilizador de la masa espumante durante el desprendimiento del agente soplador (espumante) es decir, contribuye a la formación, crecimiento y estabilidad de las burbujas, en la formación de la espuma de poliuretano.

Los silicones son copolímeros de poli dialkil siloxanes y éteres poliolxialkileno. Contienen en sus moléculas el enlace silicio-oxígeno-carbono (Si-O-C) como puede observarse contiene oxígeno, por lo tanto son susceptibles a hidrolizarse y cuando por necesidades del proceso, es necesario agrarlo a la mezcla que contenga más componentes entre los cuales se encuentren agua, no debe mantenerse la mezcla mucho tiempo sin usarla. El tiempo recomendado no es mayor de 8 horas, sin embargo es más conveniente usarlo lo antes posible.

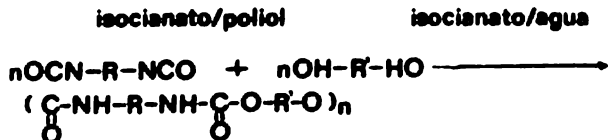
Existen ciertas normas para saber la cantidad de silicón que debe usarse en la espuma, sin embargo, estas normas deben tomarse como consideraciones ya que la cantidad real depende de la maquina, condiciones del proceso (corriente separada, pre mezcla, tiempo de pre mezcla), cantidad de agente soplador, densidad deseada, etc.

Generalmente se usa una parte por 100 partes de resina, los efectos que tienen las espumas al variar la cantidad de silicón son muy variadas, un exceso de silicón en las formulaciones produce espuma con celdas cerradas que originan el encogimiento de la espuma.

Una deficiencia de silicón produce espumas colapsadas, es decir, espumas que al llegar a su crecimiento máximo no soportan su peso y caen.

C.- Catalizadores.

Las reacciones básicas involucradas en la formación de la espuma, son dos:



Estas reacciones son catalizadas para controlar el crecimiento y desarrollo del polímero.

Entre los catalizadores más comúnmente empleados, se encuentran las sales estanoicas de ácidos dicarboxílicos y aminas terciarias.

Es un hecho que los catalizadores de estaño son mucho mejores para catalizar la reacción del isocianato con el poliol, logrando un aumento rápido en la viscosidad.

De la misma manera los catalizadores de aminas son los mejores para catalizar la reacción del isocianato con agua, lograndose un aumento rápido en el levantamiento.

La siguiente lista indica las iniciales y nombres de los catalizadores más usuales.

NEH	- - - - -	N-Etil Morfina
TEA	- - - - -	Tri etil Amina
TMEDA	- - - - -	Tetrametil 1,3 Butano Diamina
DBTDL	- - - - -	Dibutilo Estaño 2 Dilaurato
DBTDEH	- - - - -	Dibutil Estaño 2 Dietil Hexoato

- - - - -

DABCO /- - - - - 2,2,2 Diiso-Bicyclo
 Octano (Trietileno
 di amina).

Sn Ole - - - - : - - - - Oleato Estanoso

Sn Oct - - - - - - - - Octeato Estanoso

Se han hecho varios metodos para evaluar los efectos de los catalizadores, de los cuales se tienen las tablas siguientes: (Boletín E.I. Dupont, Marzo 16 de 1960).

TABLA No. 1 Orden de la actividad catalitica para la reaccion Isocianato - Agua; usando la misma concentración en peso de los catalizadores (4)(0.1 pphp), tomando como base de comparación el Sn Oct.

<u>CATALIZADORES</u>	<u>ORDEN DE ACTIVIDAD</u>
DABCO	2.7
TMBDA	1.6
T E A	1.5
DBFDL	1.3
N E N	1.1
SnOct	1.0

TABLA No. 2 Orden de actividad catalitica de los diferentes catalizadores ya sea solos o combinados y en diferentes concentraciones.

Concentraciones (4)(pphp)	Orden de actividad
0.1	NEN - - - - - 11
0.5	NEN - - - - - 22
0.1	TEA - - - - - 24

(4) = pphp = partes en peso por 100 partes de poliel.

Concentraciones (pphp)	Orden de Actividad
0.1 Sn Ole -----	25
0.1 TMBDA -----	56
0.5 TEA -----	74
0.1 DABCO -----	130
0.5 TMBDA -----	160
0.1 DDTDL -----	240
0.2 DABCO -----	260
0.1 DDTDLH -----	300
0.3 DABCO -----	330
0.3 DDTDL -----	340
0.5 DABCO -----	390
0.1 DDTDL + 0.2 TMBDA -----	410
0.1 DDTDL + 0.5 TMBDA -----	430
0.2 DDTDLH -----	460
0.1 DDTDL + 0.2 TEA -----	530
0.1 Sn Oct. -----	540
0.2 Sn Ole. -----	590
0.3 DDTDLH -----	650
0.5 DDTDL -----	700
0.1 DDTDL + 0.2 TMBDA -----	700
0.1 Sn Oct + 0.5 TMBDA -----	800
0.5 DDTDLH -----	830
0.1 DDTDLH + 0.1 DABCO -----	870
0.3 Sn Ole. -----	910
0.1 DDTDL + 0.2 DABCO -----	1000
0.1 Sn Oct + 0.2 TEA -----	1000
0.1 Sn Oct + 0.2 DABCO -----	1000
0.5 Sn Oct + 0.5 TEA -----	1000
0.1 DDTDL + 0.5 DABCO -----	1410
0.1 Sn Oct + 0.5 TMBDA -----	1410

Concentraciones (pphp)	Orden de actividad
0.1	Sn Oct + 0.5 DABCO ----- 1510
0.3	DEFDL + 0.3 DABCO ----- 1780
0.2	Sn Oct ----- 2500
0.3	Sn Oct ----- 3500
0.3	Sn Oct + 0.3 DABCO ----- 4250
0.5	Sn Oct ----- 4500
0.5	Sn Oct + 0.1 DABCO ----- 5140

En un orden de actividad menor de 210 la espuma tiende a salir defectuosa (colapsada).

En un orden de actividad de 210 a 700 la espuma tiende a salir bien.

En la actualidad se usa una mezcla de dos catalizadores casi exclusivamente, que son el Octoato Estanoso (T-9) y la Tria-tilen Di-amina (DABCO).

El catalizador de amina como se encuentra en estado se lido deberá disolverse y se hace exclusivamente con el agua usada en la formulación, o se agrega a la resina, previa agitación.

La concentración menor de T-9 es para espumas de alta densidad y la mayor para bajas densidades, concentraciones mayores (0.35 pphp) de T-9 produce espumas de celda cerrada y puede ocasionar encogimiento de la espuma, y concentraciones menores (0.25 pphp) de T-9 produce es pumas colapsadas.

D.- Espumantes.

El rápido crecimiento de la industria de las espumas de uretano durante los últimos años, han sido acompañado de cambios tecnológicos tendientes a mejorar las propiedades de la espuma.

Un papel muy importante en este desarrollo han desempeñado los agentes de soplado, agentes espumados o simplemente espumantes y de estos, en especial, los hidrocarburos fluorados. Con esta innovación se ha logrado producir una gran variedad de espumas, de mayor o menor suavidad y economía, beneficiándose así, principalmente el campo de los productos acojinados y los materiales aislantes.

Los hidrocarburos fluorados se conocen con el nombre comercial de Genetrones y son ampliamente utilizados en la fabricación de los diferentes tipos de espumas: rígidas, flexibles y semi-rígidas. Los genetrones usados para estas aplicaciones son el genetrón 11, el genetrón 113 y el genetrón 114. El primero de estos es el más utilizado, en tanto que los otros dos y la mezcla de ellos son de aplicación muy limitada. (en el país sólo se dispone de genetrón 11).

Los plásticos son obtenidos por procesos los cuales involucran uno de los tres siguientes métodos de espumado mecánico, físico ó químico. Todos ellos desempeñan una función común dentro de la formación de una espuma del líquido o plástico, dentro de límites específicos de viscosidad. La formación de celdas en la espuma se obtienen por el uso de agentes espumantes, los cuales pueden ser sólidos, líquidos, gaseosos o cualquier combinación de materiales capaces de producir una estructura celular. Los agentes físicos de espumado son compuestos, que cambian su estado físico durante la operación de espumado

sistema "vgn": gases comprimidos al expandirse, líquidos volátiles, etc.

Los agentes químicos de espumado son compuestos orgánicos o inorgánicos, que se descomponen por la acción del calor y producen por lo menos un producto gaseoso.

Los agentes de espumado más utilizados en el uretano, son los físicos y de éstos los líquidos volátiles. Estos líquidos pueden servir también para controlar la temperatura, pues al evaporarse, consumen el calor necesario para su vaporización. Cualquier sustancia que sea líquida a la temperatura ambiente y su punto de ebullición sea menor de 110°C a la presión normal puede servir como agente de espumado, no obstante esto, son pocos en realidad los que cumplen con todos los requisitos o la mayoría de ellos que debe cumplir un buen agente espumante:

- 1.- Deberá ser inodoro y no tóxico.
- 2.- No deberá ser corrosivo.
- 3.- No deberá ser inflamable.
- 4.- No deberá afectar las propiedades físicas y químicas del polímero, aún cuando sea soluble en él o lo expanda.
- 5.- En estado gaseoso deberá ser térmicamente estable y químicamente inerte.
- 6.- Deberá poseer baja presión de vapor a la temperatura ambiente, permitiendo fácil manejo.
- 7.- Deberá evaporarse rápidamente (bajo calor específico y bajo calor latente de vaporización).
- 8.- Deberá tener bajo peso molecular.
- 9.- Deberá tener alta gravedad específica.
- 10.- Deberá poseer, en estado gaseoso más lenta difusión que el aire, a través de la membrana del polímero.
- 11.- Deberá ser disponible en el comercio.

sistema "vgn": gases comprimidos al expanderse, líquidos volátiles, etc.

Los agentes químicos de espumado son compuestos orgánicos o inorgánicos, que se descomponen por la acción del calor y producen por lo menos un producto gaseoso.

Los agentes de espumado más utilizados en el uretano, son los físicos y de éstos los líquidos volátiles. Estos líquidos pueden servir también para controlar la temperatura, pues al evaporarse, consumen el calor necesario para su vaporización. Cualquier sustancia que sea líquida a la temperatura ambiente y su punto de ebullición sea menor de 110°C a la presión normal puede servir como agente de espumado, no obstante esto, son pocos en realidad los que cumplen con todos los requisitos o la mayoría de ellos que debe cumplir un buen agente espumante:

- 1.- Deberá ser inodoro y no tóxico.
- 2.- No deberá ser corrosivo.
- 3.- No deberá ser inflamable.
- 4.- No deberá afectar las propiedades físicas y químicas del polímero, aún cuando sea soluble en él o lo expanda.
- 5.- En estado gaseoso deberá ser térmicamente estable y químicamente inerte.
- 6.- Deberá poseer baja presión de vapor a la temperatura ambiente, permitiendo fácil manejo.
- 7.- Deberá evaporarse rápidamente (bajo calor específico y bajo calor latente de vaporización).
- 8.- Deberá tener bajo peso molecular.
- 9.- Deberá tener alta gravedad específica.
- 10.- Deberá poseer, en estado gaseoso más lenta difusión que el aire, a través de la membrana del polímero.
- 11.- Deberá ser disponible en el comercio.

De los diferentes espumadores disponibles, el genetrón 11 es el que satisface la mayor parte de los requisitos anteriores. El genetrón 11, de nombre químico Tricloro Fluorometano, se obtiene a partir de la reacción del tetracloruro de Carbono con el ácido Fluorhídrico.



El proceso de obtención consiste en lo siguiente: (Ver diagrama de proceso).

Se alimentan al reactor las materias primas: Acido Fluorohídrico anhidro y Tetracloruro de Carbono, las cuales reaccionan en presencia de un catalizador, pasando a una columna de agotamiento donde se separa el catalizador y regresa al reactor, continuando la mezcla de gases hacia la torre de absorción, donde se separa el ácido clorhídrico, el cual se disuelve en agua y forma una solución al 30% que viene a ser un coproducto.

Los gases, aún con pequeñas cantidades de ácido clorhídrico son conducidos a un sistema alcalino, donde es elizizado el ácido remanente, posteriormente continúan a una torre de secado que contiene ácido sulfúrico y alúmina, secos los gases pasan al compresor que los introduce en la columna de destilación primaria, donde se separa el genetrón 12 y pasa a su almacén, el producto que queda en el fondo de la columna pasa a una columna de destilación secundaria, en donde se separa el genetrón 11 del Tetracloruro de carbono, el genetrón 11 pasa a su almacén y el tetracloruro retorna al reactor. En la tabla I se presenta una lista con las propiedades físicas del genetrón 11.

presión de vapor y de condensación, razón de compresión, coeficiente de desarrollo, catalisadores, etc.

EFFECTOS DEL GENETRON 11 SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LOS URETANOS.

DENSIDAD.-

La densidad y suavidad de la espuma se controla con el genetrón 11, a mayor cantidad de genetrón menor densidad.

Al determinar la cantidad necesaria del genetrón para obtener una densidad requerida deben considerarse otros factores como son:

 Espesor

 Forma de la espuma

 Temperaturas de ingredientes

 Temperatura del molde

Al aumentar el nivel de genetrón para obtener la densidad requerida de la espuma, es frecuente afectar algunas otras variables, no obstante se acepta un ligero detrimento en éstas, si se alcanza la densidad deseada.

CONDUCTIVIDAD TERMICA

El genetrón 11 debido a su baja conductividad térmica, acentúa la baja conductividad de las espumas. Esto tiene gran importancia principalmente en las aplicaciones de éstas como aislantes.

CARGA DE COMPRESION.-

Es otra variable que puede ser controlada por la cantidad de genetrón 11, un aumento de este ocasiona una disminución en la carga de compresión.

RESISTENCIA DE CARGA.-

Las graficas "C" y "D" muestran que, para un catalizador determinado, a mayor cantidad de genetrón, menor carga de indentación (entiendase por carga de indentación como la fuerza necesaria para reducir el volumen de una placa de espuma de un área y altura determinadas, a una fracción de su volumen inicial).

RESISTENCIA A LA TENSION.-

Un aumento en la cantidad de genetrón trae como consecuencia una disminución en la resistencia de la espuma.

La obtención de las espumas de poliuretano, es un proceso en el que interviene un conjunto de variables físicas y químicas.

La fabricación de las espumas de poliuretano se hacen bajo las siguientes características:

- Baja conductividad térmica
- Adhesión extraordinaria a las superficies
- Propiedades de flotación
- Resistencia a microorganismos (hongos, moho, insectos, etc.)
- Estabilidad estructural
- Facilidad de fabricación

Para la obtención de espumas rígidas se usan poliisocianatos de bajos pesos equivalentes y alto grado de cruzamiento molecular y como ya mencionamos debido a la facilidad de estas espumas por adquirir diferentes apariencias son muy útiles en muebles y decoración.

El genetrón tiende a vaporizarse muy rápidamente por lo que el personal que lo usa debe llevar lentes y ropa

adecuada debido a que si cae sobre los ojos o la piel puede provocar serias quemaduras, además debe almacenarse en áreas ventiladas, pues por ser más denso que el aire, lo desplaza a éste, quedando genetrón en las capas inferiores.

GENETRON 11 (TRICLORO MONOFLUORO METANO)	
PROPIEDADES FISICAS	
FORMULA QUIMICA	CCl₃F
PEO MOLECULAR	137.4
PUNTO DE EBULLICION	74.5°F
PUNTO DE CONGELACION	-108°F
TEMPERATURA CRITICA	305°F
PRESION CRITICA	635 PSI
TOXICIDAD	MEDIA
FLAMABILIDAD	NO
EXPLOBIVIDAD	NO
COLOR	COMO AGUA
SABOR	ETHEREO

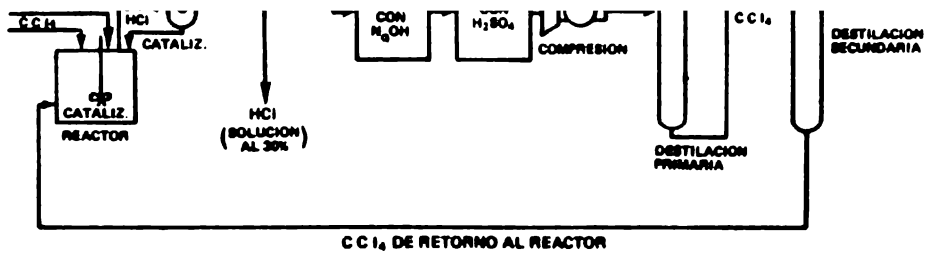
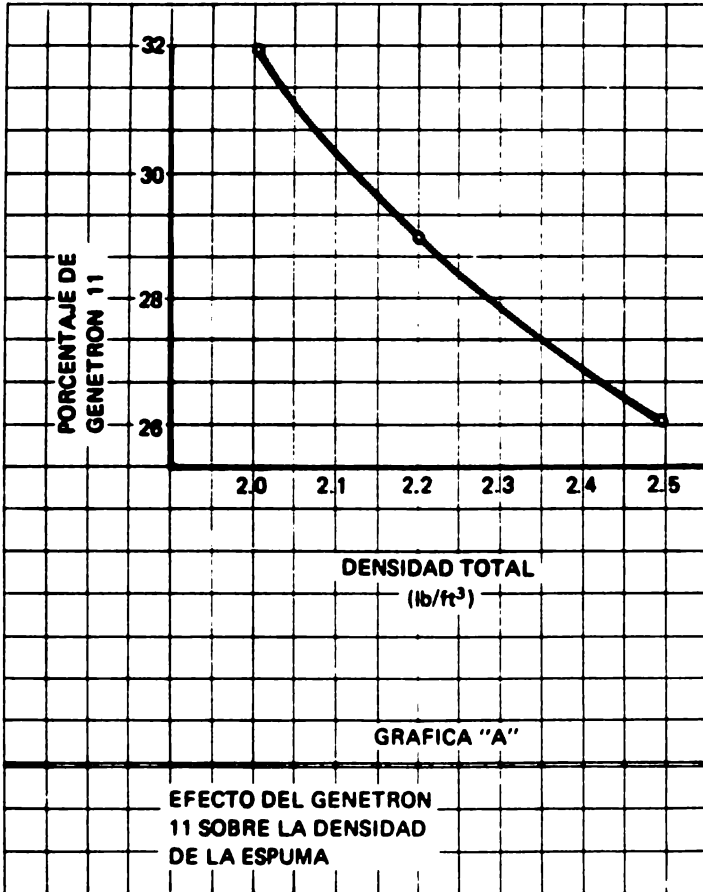
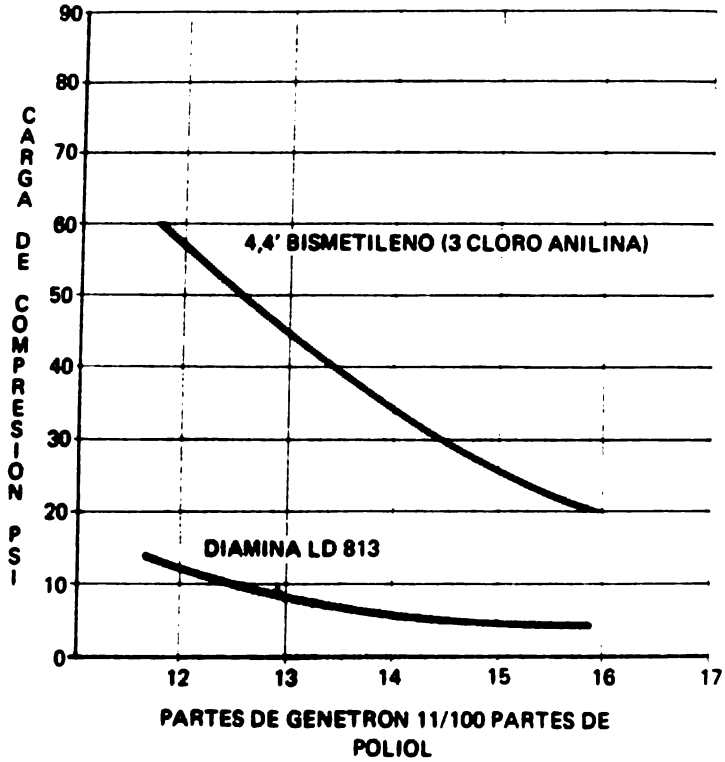


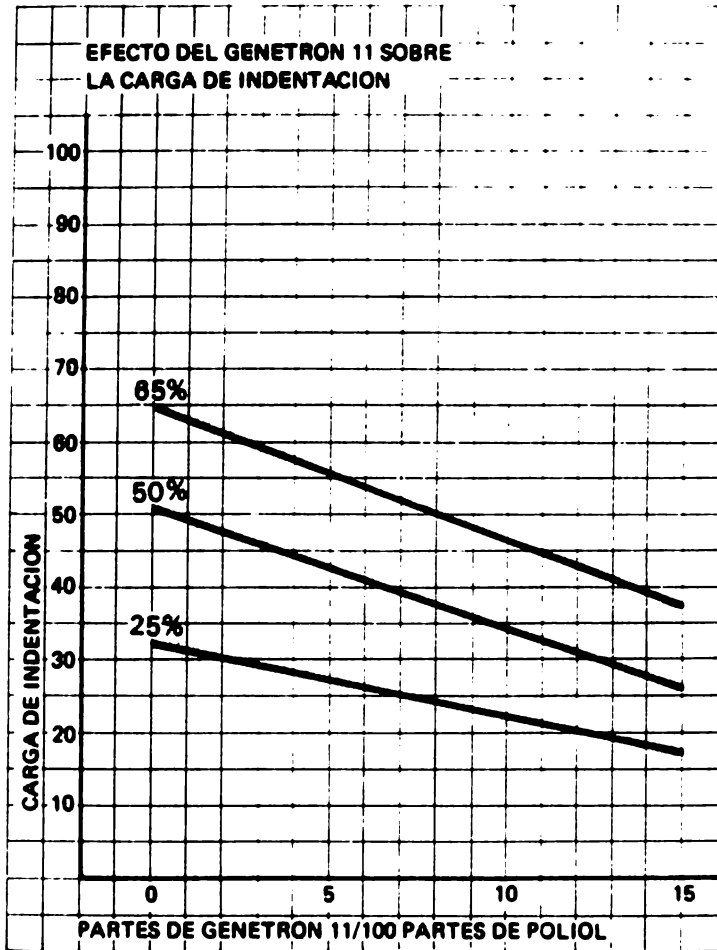
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE GENETRONES



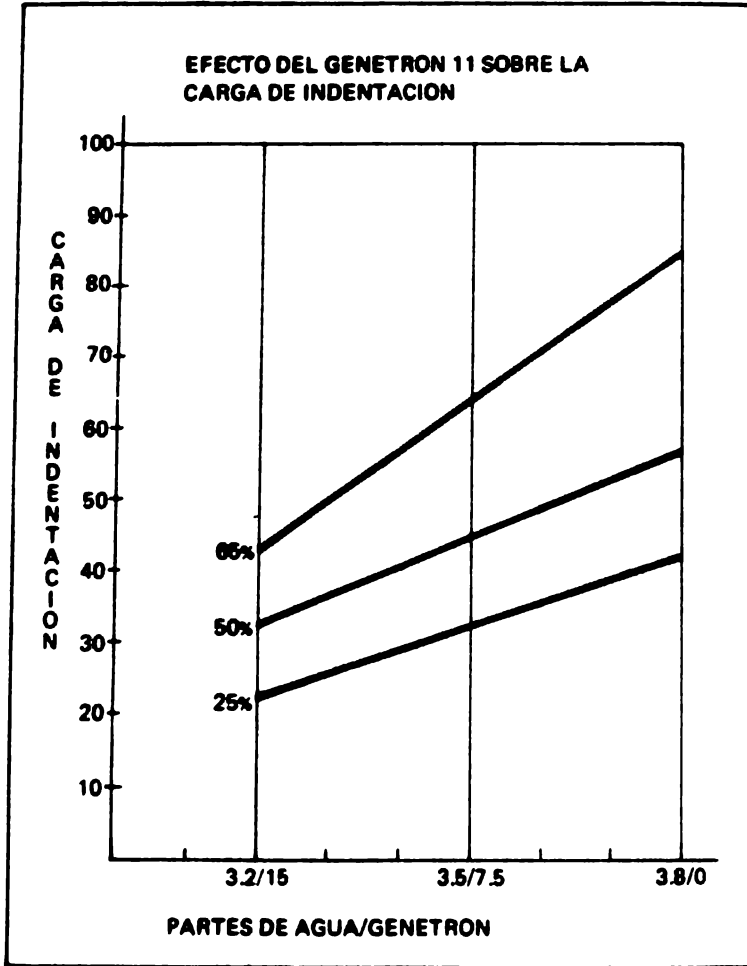
EFFECTO DEL GENETRON 11 SOBRE LA CARGA DE COMPRESION



GRAFICA "B"



GRAFICA "C"



E.- Aditivos

Se usan tres tipos de aditivos en la elaboración de espumas:

a).- CARGAS

Es un aditivo que se le agrega a la espuma con el objeto de mejorar sus propiedades de acojinamiento y bajar el costo de producción.

Este material se mezcla con el material antes de introducirlo como componente para la elaboración o en algunos casos al momento de vaciar la mezcla que formará la espuma.

En la selección de estas cargas se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- i).- Costo de materiales.
- ii).- No incrementar demasiado la viscosidad con la resina.
- iii).- Inerte
- iv).- Bajo contenido de agua
- v).- Tamaño de la partícula y uniformidad.

Entre los diferentes tipos de carga encontramos:

- i).- Carbonato de Calcio
- ii).- Sulfato de Bario
- iii).- Caolín
- iv).- Madera de desperdicio

b).- PIGMENTO.

Este aditivo se usa exclusivamente para proporcionarle una presentación mas agradable a la espuma y en algunos casos para diferenciar las densidades ó contrarrestar la

deceleración que sufren las espumas a través del tiempo. Los pigmentos más usuales son del tipo de pasta y deben ser disueltos en la espuma antes de introducirse en la cabeza mezcladora.

En la selección de este pigmento debe tenerse en cuenta los siguientes factores: uniformidad, intensidad del color y sus efectos en la espuma.

e).- ESTABILIZADORES DE FLAMA.

Estos aditivos se usan para obtener espumas auto-extinguibles. Debido a que estos aditivos disminuyen las propiedades físicas y elevan su costo, su uso debe ser muy específico.

Entre los diferentes tipos a usar, se pueden mencionar el fosfato de tricresilo, el fosfato de tricloroestilo y la harina de Silice. (Estos aditivos se usan principalmente en la industria de la construcción).-

P.- Isocianato

Tenemos que distinguir entre los monoisocianatos (que normalmente sólo se usan para diferentes analisis de laboratorio), diisocianatos como el TDI y el MDI y triisocianatos a base de trimetilol propano y TDI, en solución.

En la fabricación de espuma de poliuretano flexible se usa casi exclusivamente el Toluen Diisocianato(TDI).

Este producto con peso molecular de 174 tiene una presión muy alta de vapor y es el producto más peligroso en esta industria.

El producto es sumamente reactiva con una gran variedad de sustancias orgánicas y logicamente son practicamente todas las partes del cuerpo humano.

El TDI sobre la piel, puede provocar irritaciones cutaneas, para evitar serios daños hay que lavar la parte afectada con alcohol desnaturalizado y luego con agua.

En la fabricación de la espuma rígida se usa el MDI (4-4 difenil metil diisocianato) es mucho menos peligroso que el TDI por su alto peso molecular y al mismo tiempo por su baja presión de vapor, aunque también con este producto deben tenerse las precauciones debidas.

- 1.- De ninguna manera debe de permitirse a obreros o a empleados ingerir alimentos sin antes lavarse las manos.
- 2.- A los obreros y empleados más expuestos a su uso, deberán suministrarse atención médica periódicamente.

4.- En caso de recipientes destinados a la venta u otros usos, hay que advertir al comprador las precauciones debidas.

En el mercado existen diferentes derivados polimericos del MDI con distintas funcionalidades, aplicaciones y sistemas.

PROPIEDADES FISICAS DE LAS ESPUMAS OBTENIDAS A PARTIR DE LA FORMACION		
RANGO		
	2"	5-1/2"
Densidad lb./ft ³	1.7- 1.8	1.4- 1.6
Fuerza de Tension	20 - 27	22 - 24
Elongacion %	290 -490	300 -370
Fuerza de ruptura p/i	2.7- 3.5	3.0- 3.3
Rebote % (péndulo Good Year Healey con 75% de penetración)	40 - 47	50 - 52
Compresión, %, 90%, 22 hrs., (espuma de 3 días)	16 - 26	8 - 10
Compresión, %, 50%, 22 hrs., (espuma de 3 días)	8 - 10	6 - 8
Carga de indentación a 25% lbs.	18 - 21	33 - 36
Carga de indentación a 85% lbs.	45 - 53	80 - 89
Razón de 05.25	2.5	2.45

* Probador por ASTM-A 1984-89 T

C A P I T U L O III

Técnicas de moldeo.

Como ya hemos mencionado, las espumas de poliuretano tienen como una de sus más importantes aplicaciones, la fabricación de piezas decorativas, ornamentales y hasta piezas completas de muebles (puertas, cajones, vitrinas, marcos, etc.). La obtención de este tipo de artículos requiere de moldes flexibles, que se fabrican con una serie de materiales cuyas características óptimas deben ser básicamente:

- 1.- Fidelidad de reproducción.
- 2.- Flexibilidad y resistencia al desgarre.
- 3.- Elongación y facilidad para el moldeo y buen curado o vulcanizado.
- 4.- Que no inhiban el curado de las resinas empleadas.
- 5.- Resistencia química a los componentes de las resinas.

Los materiales comúnmente empleados en la fabricación de los moldes flexibles son:

a).- Hules de silicón.

El material empleado con mayor frecuencia en la fabricación de moldes flexibles, debido básicamente a su fidelidad de reproducción, resistencia al desgarre y resistencia química, así como sus excelentes propiedades desmoldantes. Existen varios tipos de hules de silicón y su curado (proceso de vulcanización) se efectúa a

b).- Elastómeros de gretano.

Con buenas características de dureza y resistencia al desgarrar tiene una menor fidelidad de reproducción y requiere del uso de agentes desmoldantes durante la operación de reproducción y en cada ciclo de fabricación

Esta característica en ocasiones impide su empleo en producción masiva.

c).- Latex.

Indudablemente el material de menor costo en este tipo de materiales, con excepción de la elasticidad, no tiene ninguna de las características de los productos anteriores, e independientemente de que el tiempo de fabricación de moldes de este tipo de material requiere de un tiempo considerable, ya que el modelo a reproducir se pinta con latex catalizado que al vulcanizar proporciona una película flexible y delgada, pudiendo a continuación repetir el "pintado" tantas veces como sea necesario hasta obtener el espesor del molde requerido.

Los moldes de latex se desgarran con facilidad y son atacados químicamente por algunas de las resinas empleadas para la reproducción y el calor de la reacción de estas degrada el material.

En algunas ocasiones es aconsejable emplear desmoldantes en este tipo de moldes.

d).- Plastisoles vinílicos.

Materiales de reciente aplicación en esta área, deben ser calentados lentamente a temperaturas de aproximadamente 160°C y se vacían sobre el modelo precalentado

Al enfriar, el plásticel solidifica y basta con removerlo del modelo para tener el molde listo.

Cuando el modelo se deteriora o se desea cambiar de modelo, se funde nuevamente el material, repitiendo la operación indicada.

DESMOLDANTES.

Cuando se requiere el empleo de desmoldantes durante el proceso de reproducción, se emplean principalmente tres tipos :

1).- Soluciones

Generalmente acuosas de alcohol polivinílico, metil celulosa, etc., en las que el disolvente se evapora y se forma una película continua que impide el contacto directo de la resina de laminado y el molde o modelo, este tipo de separadores deben ser aplicado en cada operación de moldeo.

ii).- Ceras y emulsiones de ceras

En este caso, el agente desmoldante, fabricado a base de ceras de carnauba, se aplica con una franela o trapo, procediendo a pulir en forma manual, ya que el empleo de equipo mecánico genera calor por fricción y éste puede fundir la cera rompiendo la continuidad de la película.

Algunas formulaciones de este tipo, permiten un moldeo continuo de 4 ó más ciclos antes de una nueva aplicación del separador.

En algunos casos estos tipos de separadores se clasifican como agentes desmoldantes "semipermanentes" y los desmoldantes de silicón pertenecen a este tipo.

...inconvenientes es el lavado ó limpieza del artículo moldeado si se requiere una operación al acabado, por ejemplo, pintura o decorado.

iii).- Demoldantes internos.

De reciente desarrollo, este tipo de agentes separadores se mezcla con el "Gel Coat" y requiere para su empleo de la preparación ó cerrado del molde.

Estos tipos de materiales mejoran ciertas características y ayudan a aumentar la producción de piezas.

En algunas ocasiones y a fin de eliminar la operación de limpieza y para acelerar la producción, se emplean como demoldantes una serie de productos conocidos como "Barrier Coats" que aplicados directamente al molde antes de cada ciclo, ofrecen las siguientes ventajas:

- 1.- Actua como base o primario para el proceso de acabado.
- 2.- Alarga la vida útil del molde ya que no permite el contacto directo con las resinas de moldeo.
- 3.- Actua como demoldante

Discutidos brevemente los materiales comúnmente empleados en la fabricación de moldes, a continuación se describen los métodos de fabricación de los mismos, haciendo notar que en todos los casos el modelo debe de encontrarse libre de polvo y humedad.

Cuando el modelo sea de yeso se sugiere pintarlo con laca de nitrocelulosa, y si tiene superficie porosa, es aconsejable emplear un agente demoldante que en este caso puede ser una solución de 5% de vaselina en

cloruro de metileno o cualquier disolvente parecido de rapida evaporación (el cloruro de metileno no es inflamable, razón de su preferencia).

Siempre que sea posible se debe usar modelos de madera pero cuando se deseen obtener reproducciones tersas a partir de grabados o fotografías, para fabricar el "original" se debe preferir cera de abeja a la plastilina, ya que la primera proporciona un acabado terso que puede ser abrillantado, lo que no se logra con la plastilina.

1.- Molde abierto

Cuando el modelo por reproducir tiene uniformidad respecto al espesor, por ejemplo, marcos para espejo, placas decorativas, etc., el modelo convenientemente preparado con agente desmoldante, se fija en una base de madera o vidrio (unión que debe efectuarse con plastilina) y a continuación se coloca al rededor del modelo un marco de madera, cartón, vidrio, metal, etc., de tal manera que se tenga una distancia de aproximadamente 5 mm. por lado del modelo al marco y que la altura de este sea tambien mayor en 5 mm. que el punto más alto del modelo, procediendo al sellado del marco, su base, lo que se logra con cinta adhesiva, plastilina, etc., posteriormente se efectúa el vaciado del material para el molde, teniendo cuidado de que dicho vaciado se efectúe en una esquina del modelo para permitir que el material fluya libremente hasta alcanzar el nivel predeterminado, de esta manera se evita burbujas en la superficie de contacto con el original.

La operación de desmoldeo se efectúa cuando en material flexible se encuentre curado y este tiempo varía de 4,

24 ó hasta 48 horas dependiendo del material empleado, aunque en algunas ocasiones por medio de calor, se puede acelerar el proceso de vulcanización, lo que no es siempre recomendable.

2.- Moldes múltiples:

Frecuentemente se desea reproducir piezas que no tienen superficies planas (figuras decorativas) y en estos casos se pueden fabricar moldes de 2 ó más partes, para esto se determina la unión o línea de ensamble de la figura por reproducir, el modelo se encapsula en plastilina hasta el nivel determinado procediendo a alisar las superficies y marcar guías o ranuras que posteriormente ayudarán al ensamblado de las secciones. A continuación se coloca un marco con las características deseadas, procediendo al vaciado del material para la formación de la primera parte del molde.

Cuando el material se encuentra curado, se invierte el modelo y se elimina la plastilina procediendo a un segundo vaciado, en ocasiones para evitar adherencia en este segundo paso, se emplea un agente desmoldante en la línea de unión del primer vaciado.

3.- Moldes "Guantes":

Con este nombre se denominan los moldes obtenidos en la siguiente forma:

El modelo convenientemente preparado, se "pinta" con el material flexible al que previamente se le ha agregado algún material que imparta tixotropía, evitando de esta manera el escurrimiento del molde (se debe prestar es-

con una brocha). Cuando el material se encuentra vulcanizado, se procede a formar un contramolde de yeso o de la misma espuma de poliuretano utilizada para las piezas prefiriendose este último por sus características (poco peso y resistencia). Al igual que en los procedimientos anteriores es necesario el uso de un marco a fin de proporcionar una mayor rigidez al molde.

Recomendaciones Generales.

Dependiendo del tipo de molde y pieza por reproducir, se aconseja dejar "orificios de purga" para evitar aire ocluido durante el moldeo.

En ocasiones en los moldes tipo guante se suele usar algún material que los refuerza, como la fibra de vidrio o tela de algodón, operación que se efectúa después de el primer recubrimiento y antes de que el material se encuentre totalmente vulcanizado.

Para facilitar la conformación del refuerzo y adhesión al model, se puede mojar con algún disolvente de fácil evaporación, aplicando posteriormente el segundo y tercer recubrimiento de material ahulado.

Estos refuerzos aumentan la resistencia al desgarre, aunque disminuyen la elasticidad del molde.

Para alargar la vida útil del molde, conviene almacenar los 3 a 4 días a temperatura ambiente antes de usarlos logrando así un mejor vulcanizado y por lo tanto las mejores características físicas del material. Así mismo se sugiere efectuar dos o tres vaciados con parafina, ya que esta dejará una película delgada que evitará el contacto directo de las resinas con el molde, este procedimiento se puede repetir cada 10-15 ciclos del moldeo.

Debe evitarse hasta donde sea posible que la resina cure completamente dentro del molde, es decir, la temperatura exotérmica de la resina no deberá desarrollarse dentro del molde, en caso contrario, la vida útil del molde disminuye.

A continuación mencionaré algunas de las fallas más comunes y problemas que se encuentran con mayor frecuencia en estos tipos de moldes.

FALLAS CARACTERISTICAS EN MOLDES FLEXIBLES

Falla.

1.- Molde sin vulcanizar

Posibles causas.

- 1.1.- Originado por una mala mezcla de catalizador; en ocasiones el molde presenta áreas blandas.
- 1.2.- Posible desproporción en los componentes de la mezcla.
- 1.3.- Inhibición con el agente desmoldante o superficie del modelo.

Se sugiere efectuar una pequeña prueba de inhibición antes de proceder al vaciado del material flexible, y proceder a realizar un buen pesado de los materiales así como una buena agitación del material.

Falla

2.- Burbujas en la superficie del molde

Posibles causas.

- 2.1.- Si el tiempo de gelado del material flexible es demasiado corto, la mezcla catalizada debe ser desareada antes de ser vertida sobre el modelo,

burbujas atrapadas en el molde.

2.2.- Mala forma para verter el material flexible.

Se sugiere verter el material en una de las esquinas o lado del modelo y permitir que fluya libremente en toda la superficie, evitando así la oclusión de aire.

Falla

3.- Adherencia del modelo al molde

Posibles causas

3.1.- Falta del agente desmoldante en el modelo.

3.2.- Modelo muy poroso que permita que el material fluya dentro de las cavidades, ocasionando una adherencia mecánica.

Se sugiere sellar el modelo con laca de nitrocelulosa no debe emplearse barniz de goma laca, ya que en ocasiones se adhiere al material flexible, también se recomienda cambiar el desmoldante ó aumentar las aplicaciones de este.

4.- POCA DURACION DEL MOLDE OCACIONADA POR;

4.1.- Roturas

4.1.1.- Mal diseño del molde (molde sin salidas).

4.2.11.- Material poco flexible.

4.3.111.- Mala técnica de desmoldeo.

Se sugiere modificar el diseño del modelo hacia el molde y ayudarse al desmoldeo con aire comprimido aplicado a una esquina del molde ó cambiar de material (ya vimos que tenemos gran variedad de materiales para moldes).

4.2.- Molde quebradizo

4.2.1.- Cura inadecuada, sin permitir una vulcanización completa.

4.2.11.- Exceso de monomero en la formulación.

4.2.111.- La temperatura exotérmica se desarrolla en

Como un ejemplo característico de este tipo de moldes a continuación presentaré la fabricación de un molde de caucho o hule de silicón.

A través de los años el hule de silicón ha tenido varias aplicaciones interesantes, selladores de parabrisas de automoviles y aviones de retropropulsión, propulsión, protectores de calor, selladores y encapsulados para naves espaciales, sustitución de determinados tejidos del cuerpo humano y selladores para construcción son de las más conocidas.

La razón que permite la variedad de usos de estos materiales es su combinación de propiedades únicas como son:

- a.- Excelente estabilidad a alta y baja temperatura.
- b.- Excelente resistencia a la intemperie.
- c.- Propiedades dieléctricas.
- d.- Variedad de estados físicos. Desde fluidos hasta pastas firmes.
- e.- Su estabilidad química ante productos químicos.
- f.- Su antiadherencia a la mayoría de plásticos y materiales adhesivos.
- g.- Poder pasar de estado líquido o pastoso a hule sólido sin necesidad de aplicar calor o presión.

Las dos últimas propiedades, antiadherencia y vulcanización a temperatura ambiente, han hecho posible una familia de hules moldeables para fabricación de prototipos y producciones a pequeña escala. Plásticos, resinas epoxys y poliéster han sido los plásticos más comunes usados para vaciados sobre moldes de silicón y ocasionalmente de bajo punto de fusión.

En los últimos años, un gran interés en la industria de los plásticos ha sido la imitación de la madera de

los muebles. Nuevos equipos, nuevas combinaciones de resinas y formulaciones dirigidas a la imitación de la madera, barreras protectoras que permiten acabar los plásticos como maderas y moldes de vulcanización a temperatura ambiente de máxima resistencia mecánica y química ha hecho posible la producción sistemática de parte de muebles incluyendo sobre todo las de formas más intrincadas.

Esta exposición cubre paso a paso el proceso actualmente usado para la fabricación de moldes de hule de silicón y objetos vaciados de espuma de poliuretano rígido.

El equipo para mezclar los componentes de hule de silicón es muy sencillo, un recipiente, una espátula y una balanza es todo lo necesario.

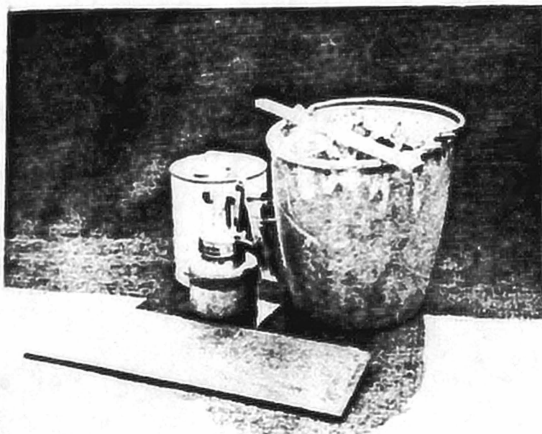
El primer paso en la fabricación es el enmarcado del molde, en este ejemplo tenemos una pieza tallada.

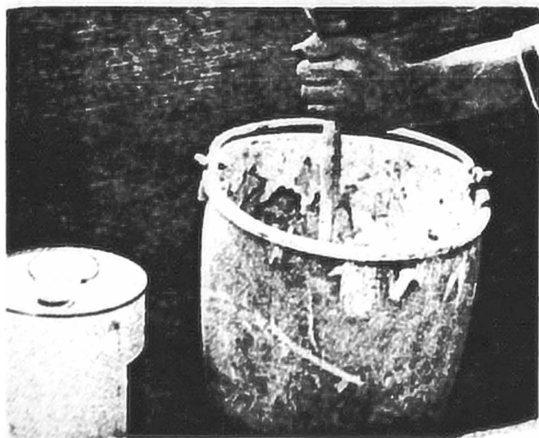
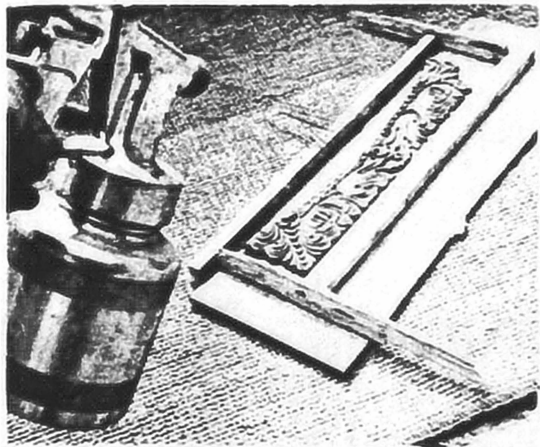
En la siguiente figura vemos al modelo en posición dentro de su marco, el modelo se mantiene sujeto por medio de un adhesivo sensible a la presión o tornillos en el fondo de la caja. Las juntas o uniones se pueden sellar con plastilina o cera de abeja.

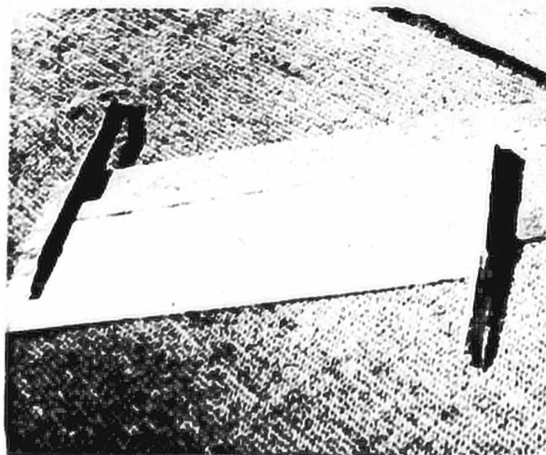
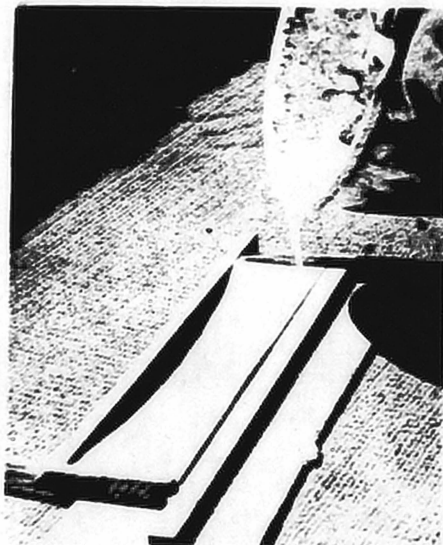
Después de fijar el modelo y el marco, ambos se "pintan" con una solución de vaselina al 5% con un solvente como el toluol o cloruro de metileno con objeto de mejorar la separación del molde. Mientras esperamos la evaporación del solvente, el silicón se puede preparar.

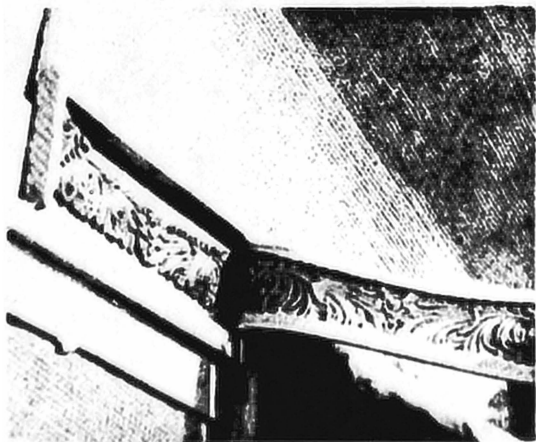
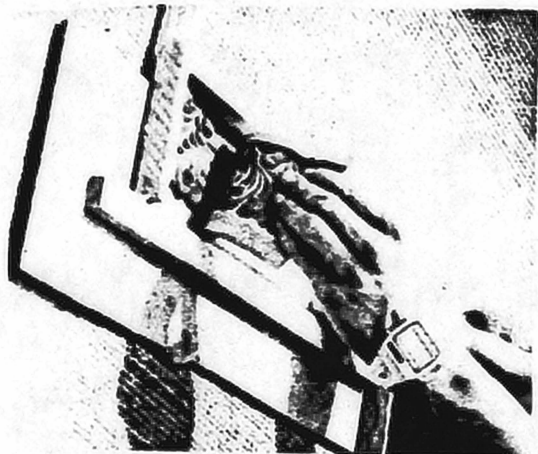
Solamente agregamos el porcentaje requerido del catalizador al caucho (el vendedor especifica o proporciona tablas de porcentajes de catalizador dependiendo de la dureza y rapidez requerida), la incorporación del cate-

fondo del recipiente. El vaciado debe hacerse lo más próximo a la superficie del modelo para evitar atrapar aire, debe escurrir y no caer el material. La practica nos ha demostrado que se llene el molde con un exceso de 1 a 3% a que se forme el menisco positivo; una vez lleno el marco, hay que dejarlo reposar un tiempo considerable para dejarlo fluir libremente y que cualquier burbuja de aire sea desplazada hacia la superficie, por último se completa el vaciado hasta la altura necesaria (el modelo debe encontrarse nivelado para evitar alturas distintas en las puntas). Aproximadamente 24 horas después el molde está listo para separarse del modelo, una vez hecho esto se recomienda que se almacene el modelo 3 o 4 días a temperatura ambiente para permitir una vulcanización completa, el molde se prepara con desmoldante y está listo para la reproducción de piezas de poliuretano.











© 1988 by [illegible]



C A P I T U L O IV

Maquinaria.

Para poder conocer el tipo de maquinaria usada en esta industria debemos conocer primero el proceso de fabricación.

El proceso de fabricación de productos de poliuretano es en principio sumamente sencillo. Por comodidad en la explicación describiré someramente tan sólo el proceso cuando se usa un sistema de dos componentes para producir la espuma rígida. (Entenderemos que la resina ya estará "preparada" con los componentes anteriormente mencionados en sus proporciones debidas, y el otro componente será el isocianato MDI).

El componente "A" estará compuesto por la mezcla de polioles, agente de espumado, catalizador , tensoactivo, aditivo, etc., el componente "B" será por lo tanto en este caso el MDI.

Tanto en el trabajo manual como en el mecanizado, el principio fundamental consiste en pesar cantidades estequiométricamente equivalentes de cada uno de los dos componentes y mezclarlas intensamente, vaciar la mezcla en el molde, esperar el tiempo necesario para que se complete la reacción y desmoldar el producto terminado.

Según el proceso que se siga para elaborar la espuma, podríamos mencionar tres grupos:

- a.- Vaciado en lugar.
- b.- Espreado o aspersado.
- c.- Moldeado de piezas.

co, para aislamiento de tanques en el sistema de "doble pared", o como recubrimientos decorativos o cuando se trata de cubrir grandes superficies tales como techos, tuberías, equipos, generalmente con fines de aislamiento.

El tercer tipo es el que realmente nos interesa, consiste en vaciar los componentes ya mezclados pero aún en forma líquida en un molde que tenga la forma negativa del producto deseado.

Esto se puede hacer en un molde de tapa removible o vaciado a través de un orificio del molde según sea el caso y esperar el curado.

Para cada producto deberá calcularse la cantidad a dosificar para obtener el peso volúmetrico deseado.

Los moldes deberán estar previamente tratados con un desmoldante (de los mencionados anteriormente), para evitar que las piezas se adhieran a las paredes.

La ventaja que ofrece trabajar en molde con tapa es la facilidad de repartición de la mezcla en el molde para lograr piezas más homogéneas. El vaciado a través de orificios en la pared del molde es sólo posible cuando se emplea una máquina dosificadora de gran potencia y el tamaño de la pieza no sea muy grande y que por razones técnicas deba emplearse un sistema de reacción muy rápida.

Hemos mencionado ya la importancia que tiene la observancia estricta de la estequiometría de la reacción.

La verdadera dificultad en un proceso industrial estriba justamente en como garantizar en todo momento a lo largo de cada producción, que se cumpla la dosificación

la reacción.

Si en el proceso manual se manejan los componentes en peso y con sumo cuidado, se puede garantizar la dosificación exacta en ambos componentes por permanecer relativamente ajena a influencias externas, sin embargo, resulta poco práctico, costoso y lento además de que prácticamente no se usa para producciones masivas, solamente para ensayos de laboratorio.

Los equipos dosificadores por otra parte, han alcanzado niveles muy aceptables de perfeccionamiento que los hacen confiables para cualquier tipo de producción, las máquinas dosificadoras manejan los componentes en forma volumétrica no gravimétrica, como en el proceso manual, siendo esta la diferencia fundamental entre ambos procesos.

Los equipos modernos de dosificación constan principalmente de dos sistemas independientes de recirculación, consiste cada uno en un recipiente, una bomba dosificadora y las mangueras necesarias para conducir los fluidos.

Mediante sistemas electromecánicos, en un momento dado ambos torrentes circulatorios descargan simultáneamente sus respectivos fluidos en un recipiente y son expulsados al exterior.

A simple vista puede parecer demasiado simple la construcción de un equipo de dosificación, sin embargo en la práctica resulta muy complejo garantizar, como decíamos, la exactitud de la dosificación, ya que al tratar se de fluidos en movimiento que serán volumétricamente dosificados a intervalos variables, resulta imprescindible controlar la temperatura y la presión de los fluidos para evitar variaciones en la vis-

cosidad, lo que definitivamente no resulta fácil.

Los sistemas automáticos de control de temperatura y presión así como los sistemas electrónicos de medición y de control de todas las variables que pueden tener una gran influencia en la dosificación de los componentes, son equipo normal hoy en día.

Estos equipos se pueden clasificar en dos grupos:

Los de alta presión y los de baja presión cuyas diferencias más notables se anotan a continuación:

BAJA PRESION.

El mezclado se efectúa por agitación mecánica.

- a.- Están equipados con bombas de engranes de revoluciones variables.
- b.- Pueden dosificar materiales con viscosidad alta.
- c.- No se pueden manejar cargas sólidas dentro de los componentes.
- d.- Permiten la dosificación de muy pequeñas cantidades.
- e.- Economía en su mantenimiento.
- f.- Calibración sumamente sencilla.

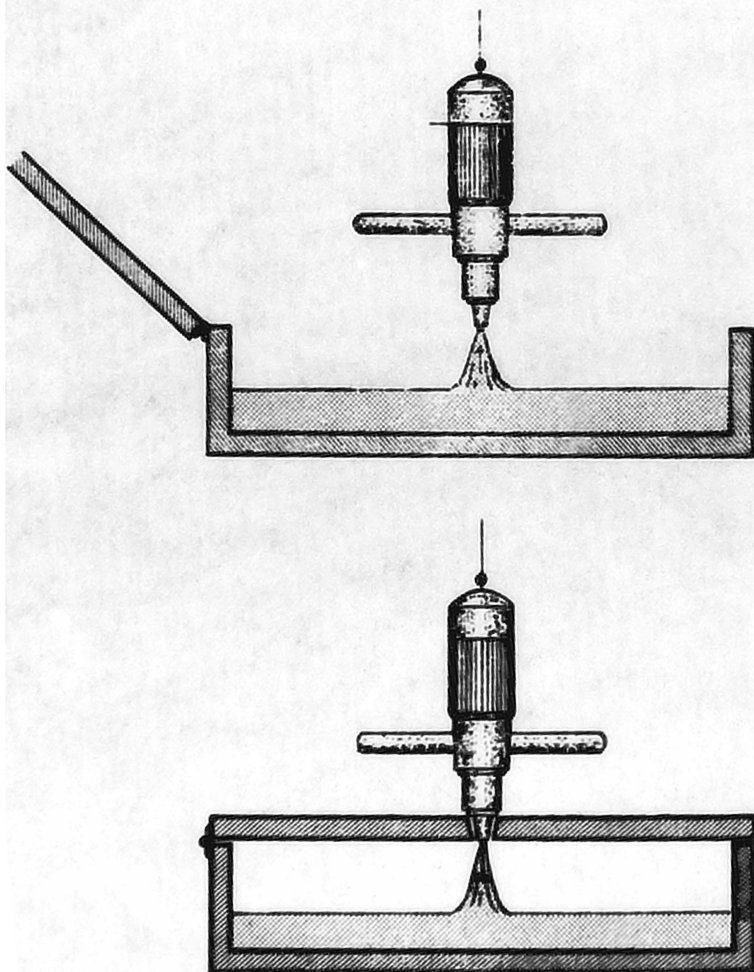
ALTA PRESION.

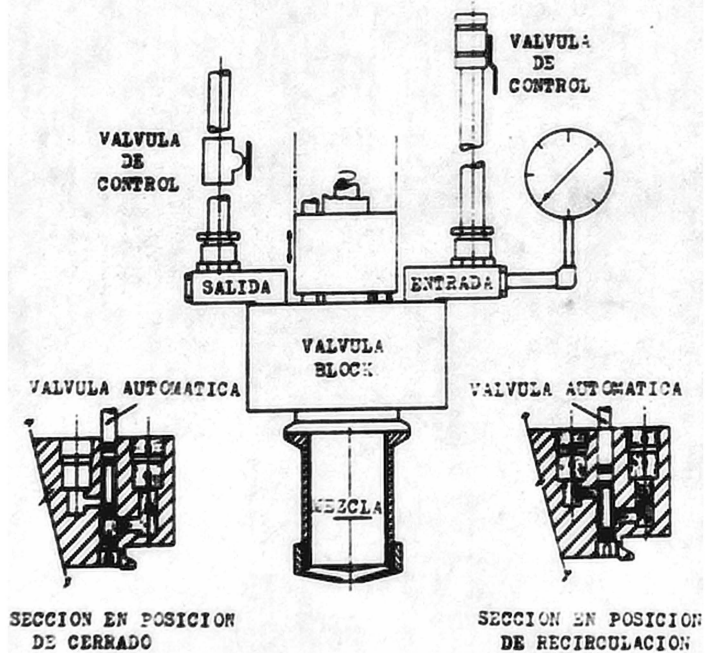
El mezclado de este equipo se efectúa por presión de aire

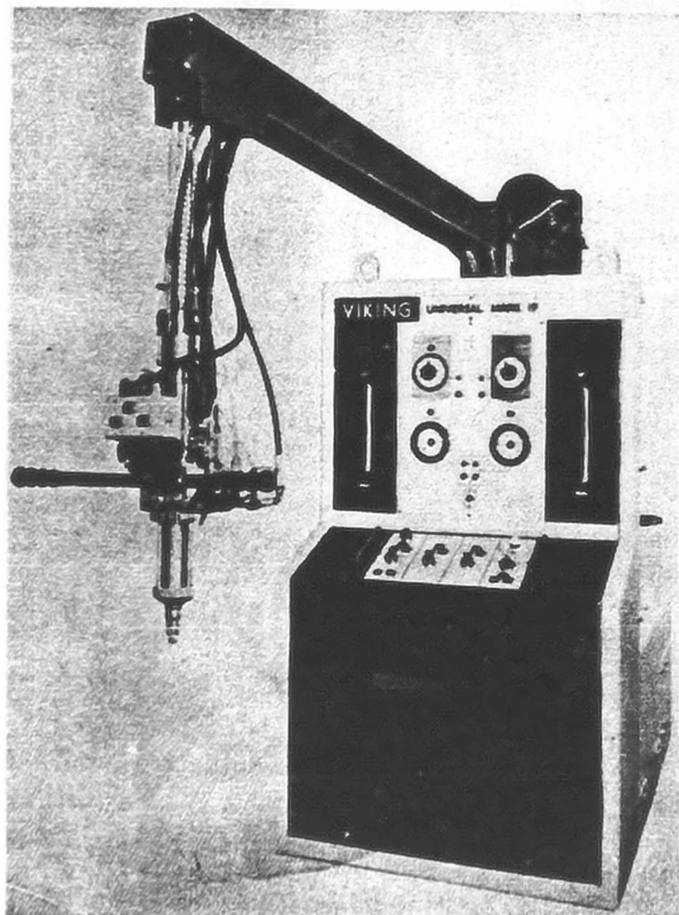
- a.- Equipados con bombas de pistón de alta exactitud dosificadora de revoluciones fijas y prácticamente independientes de la baja presión (contra-presión) que puede ejercer el aire contenido en los moldes durante el vaciado.
- b.- Dosifican exactamente aún los componentes de muy baja viscosidad.
- c.- Fácilmente transformables en máquinas para manejar

- d.- Dosifican grandes cantidades por unidad de tiempo.
- e.- Gran movilidad de la cabeza mezcladora, que permite disparos en ángulos difíciles y aún bajo el nivel del espejo del material.
- f.- El tamaño reducido de la cámara de mezclado ahorra material después del disparo.
- g.- La limpieza de la cabeza mezcladora se efectúa con aire y no con solvente (en algunas ocasiones con ambos).

A continuación observaremos la introducción de una cabeza mezcladora en un molde cerrado, además de una dosificadora de este último tipo y el corte transversal de su cabeza mezcladora.







Descripción del equipo.

El equipo que se emplea para la elaboración de espuma rígida de poliuretano se fabrica en el extranjero, principalmente en Estados Unidos y Alemania.

Este equipo se divide principalmente en tres partes:

a).- Tanques de almacenamiento.

b).- Unidad dosificadora.

c).- Accesorios.

a).- Tanques de almacenamiento.

En estos tanques se almacenan las unidades catalizadoras, es decir, la mezcla de resina "preparada", ó sea, con silicón, catalizador, etc., y en otro, el isocianato.

Debido a que la resina cuando se encuentra ya preparada, se degrada con el tiempo (debido a la humedad en el medio) sólo se recomienda preparar la que se va a utilizar por corridas de producción, y estas son de aproximadamente de 150 a 200 Kg., dependiendo las piezas que se van a producir (normalmente recordemos que en las piezas de poliuretano rígido en esta industria, son piezas pequeñas utilizadas en aplicaciones), por lo que no necesariamente se necesita de un tanque especial, se acostumbra utilizar los mismos recipientes (tambores) que proporciona el vendedor en el envase de sus productos.

b).- Unidad dosificadora.

Sin duda es la parte más importante de todo el equipo, consta de dos bombas, con motor y reductor de velocidad para cada corriente. En este equipo se requiere mucha precisión en la dosificación.

El material se bombeará de la parte inferior del tanque a una altura de aproximadamente 2 metros y una distancia de 4.6 metros con dos codos de 90^o, esta dosificadora debe de

También esta dosificadora tiene una cabeza mezcladora la cual efectúa el mezclado completo de las corrientes, Consiste básicamente de una recámara con un orificio de salida y un agitador de velocidad elevada, el espacio que existe entre el mezclador y la recámara es muy pequeño para poder obtener un mejor mezclado y por lo consiguiente mejor uniformidad de la celda en la espuma.

El agitador es accionado por un motor eléctrico y es el denominado tipo pino.

Las características de la cabeza mezcladora son las siguientes:

Recámara

Material	-----	Acero ordinario
Tipo	-----	Continuo
Diámetro	-----	12 cms.
Longitud	-----	31.8 cms.

Agitador

Marca	-----	General Electric
H P	-----	5
R.P.M.	-----	3000

La cabeza mezcladora es sin duda la parte más importante de la maquina dosificadora y en la cual se debe esmerar su limpieza y mantenimiento.

En algunas ocasiones es recomendable incluir mezcladores continuos en cada tanque de almacenamiento (sobre todo cuando las cantidades por dosificar son pequeñas) para evitar que el catalizador o algun otro componente tiendan a precipitarse en concentración hacia el fondo del tanque. También se acostumbra mezclar los componentes cada determinado tiempo.

Accesorios

Los accesorios que normalmente utilizamos junto con el equipo son; Rotámetros, valvulas de tres pasos, valvulas block, taberia, mangueras, etc.

Además debemos utilizar un equipo auxiliar para el cerrado de los moldes, esto puede constar de mesas de fierro resistentes a fuertes presiones, tapas y marcos para los moldes, y lo más importante prensas, que pueden ser manuales, o automaticas a las que se les pueda determinar la presión a la que deben trabajar para evitar deformaciones en las piezas.

ESTIMACION ECONOMICA DEL EQUIPO.

a.- Tanques de almacenamiento.

Como acabamos de mencionar anteriormente los tanques usados serían los mismos que proporciona el vendedor al enviar sus productos, pero en caso de que se prefiera utilizar tanques de mejor calidad, se recomienda que estos sean de acero al carbón con un espesor de 12.7 mm.

b.- Unidad dosificadora.

Estas unidades dosificadoras se encuentran en el mercado en diferentes marcas, formas, capacidades, diseños, etc., que en precios varían desde \$ 500,000.00 hasta arriba de 5 millones de pesos, aunque sería posible la fabricación de una sencilla maquina de dosificación de baja capacidad pero que no dejaría de ser complicada en la parte de su cabeza mezcladora, cuyo costo aproximado presente a continuación.

Conociendo el funcionamiento del equipo de dosificación podemos determinar que como funciona con dos corriente necesitamos equipo similar para cada una de estas, por lo

será al doble:

Bomba Sentinel o Znith (5 HP)-----	\$ 25,800.00
Motor I.E.M. -----	\$ 28,000.00
Reductor de velocidad Zero Max -----	\$ 18,000.00
Valvula de 3 pasos-----	\$ 3,000.00
Rotámetro FPI/2-276-10/80 -----	\$ 12,500.00
Valvula automatica de Ent/Sal.-----	\$ 27,000.00
	<u>114,300.00</u>

\$ 114,300.00 x 2 = 228,600.00

Además necesitamos una valvula block de aproximadamente \$ 36,000.00, y dentro del armazón, herreria, construcción armado, mangeras, tuberias, controles electricos del control de las valvulas automaticas, que junto con empaques y piezas de refacción nos dará un precio aproximado a los \$ 160,000.00 pesos, que sumado a lo anterior nos dará la siguiente cantidad:

Equipo	\$ 114,300.00
Armasón	\$ 160,000.00
Valvula	\$ 36,000.00

310,300.00

Por último necesitaremos una corriente más, que será la del solvente que limpiará la cabeza mezcladora después de que termine cada corrida, evitando así que se esté abriendo constantemente la cabeza mezcladora para su limpieza.

El costo de este equipo adicional será de aproximadamente \$ 74,000.00 pero es un equipo necesario ya que gracias a él se evitarán desgastes en la cabeza mezcladora que como ya mencionamos anteriormente es la parte más importante de esta unidad dosificadora, lo que nos dará una cantidad de

- 57 -

Total	\$ 310,300.00
Equipo adicional	74,000.00
	<hr/>
	384,300.00

Lo que considerando que un equipo pequeño de dosificación tiene un costo de \$ 500,000.00 tendremos un ahorro de aproximadamente \$100,000.00.

Accesorios.

El costo utilizado en los accesorios, mesas, prensas ya sea manuales ó automáticas varia desde \$ 200,000.00 hasta más de \$500,000.00 dependiendo de la calidad que se desee

Por lo que podemos concluir que para iniciar con una pequeña planta para producir molduras pequeñas de poliuretano rígido necesitamos una inversión inicial de aproximadamente \$ 900,000.00 hasta arriba de 1.500,000.00 agregando a esto los gastos iniciales de las materias primas, local, instalaciones, etc.

C A P I T U L O V

Usos.

- a.- En la Industria Automotriz.
 - Asientos para autobuses, aviones, etc.
 - Tableros de instrumentos, volantes, consolas.
 - Equipos de seguridad (coderas, topes, etc.).
 - Defensas y frentes de automoviles y camiones.
 - Carrocerias completas.
 - Todo tipo de empaques.
 - Lacas automotrices de alta duraci6n.
 - Adhesivos.
 - Rellenos de cavidades para fines acusticos y de protecci6n.
 - Elementos amortiguadores.

- b.- En la Industria de la Construcci6n.
 - Elementos prefabricados ultraligeros.
 - Paneles y muros de divisi6n.
 - Casas prefabricadas.
 - Puertas y ventanas.
 - Aislamientos t6rmicos y ac6sticos.
 - Plafones, losetas, pisos.

- c.- En la Industria Zapatera.
 - Suelas.
 - Plataformas y medias plataformas.
 - Suelas tipo suecos (rígida).
 - Tacones.

- d.- En la Industria Nautica.
 - Cascos para lanchas y deslizadores.
 - Boys, flotadores, plataformas flotantes.

- Equipos deportivos (Squies, remos, etc.).

e.- En la Industria en General

- Cubiertas protectoras de maquinas.
- Bandas transportadoras y rodillos.
- Elementos de alta resistencia a la abrasión.
- Recubrimientos, aislantes.
- Juguetes, accesorios, etc.

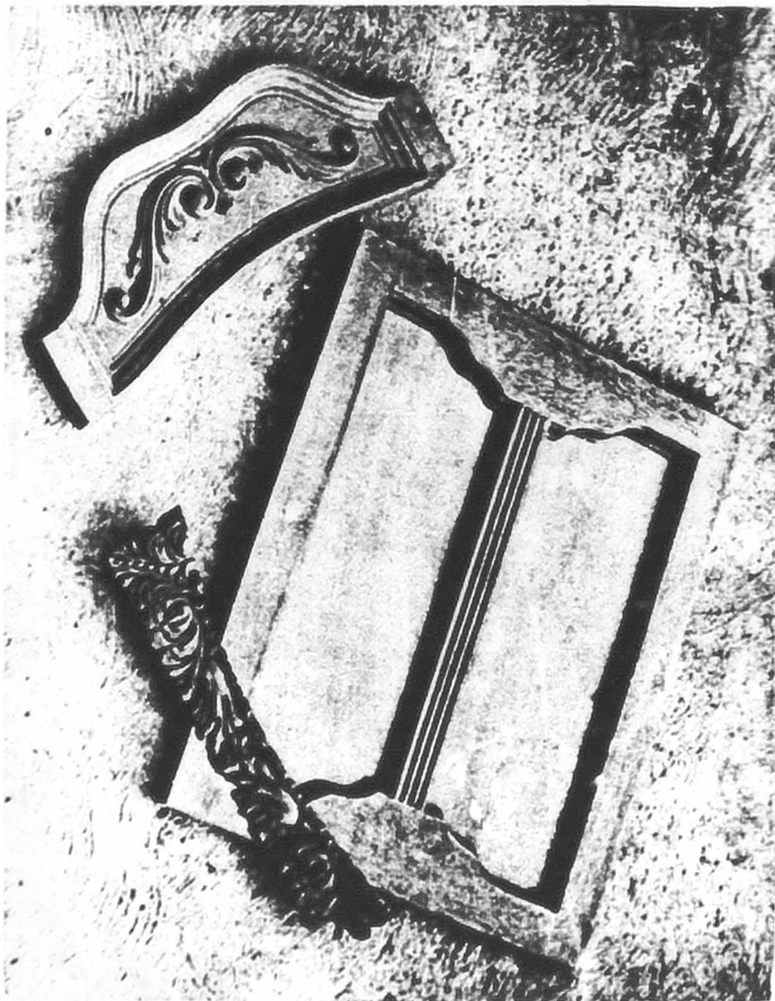
f.- EN LA INDUSTRIA MUEBLERA.

- Muebles modernistas y modulares de una sólo pieza
- Muebles con insertos de madera, metal, plastico, etc.
- Patas de muebles, molduras y accesorios decorativos de todos tipos.
- Gabinetes de aparatos electrónicos (bocinas, televisiones, computadoras, consolas, etc.).
- Caratulas y gabinetes de relojes de imitación madera.
- Cojines y colchones.
- Todas las piezas que se puedan tallar en madera y si milares.

Puedo asegurar que todas las piezas de adorno de los muebles de cualquier tipo se pueden fabricar con la espuma rígida de poliuretano debido a la facilidad que tiene de vetearse y acabarse de tal manera que no existe diferencia alguna con la apariencia del mueble.

Además se pueden fabricar vigas simulando madera para decoración.

A continuación observaremos una pieza fabricada.



C A P I T U L O VI

Conclusión.

- 1.- La inversión del equipo y materiales para la fabricación del poliuretano pueden considerarse relativamente bajas.
- 2.- No se requiere demasiada especialidad en el trabajador.
- 3.- La producción de un volumen determinado de piezas en un tiempo corto y podemos asegurar que es una de las máximas ventajas que se ofrecen a la industria mueblera, porque la industria moderna no se puede dar el lujo de perder el tiempo.

El uso de las molduras y aplicaciones de todo tipo de muebles dentro del mercado está avanzando en forma rápida y eso es lógico debido a que el uso del poliuretano rígido, debido a su semejanza con la madera, su bajo costo a comparación de la misma, además de sus características mencionadas (resistencia, mecánica, poco peso, etc.) la hacen necesaria, por lo que podemos concluir, que en la industria mueblera además de otras, el poliuretano rígido es la mezcla de una necesidad y un elemento químico, por lo que tiene asegurado su futuro.

Bibliografía.

- 1.- Manual del Ing. Químico
John H. Ferry
UTPRA 1959
- 2.- Plásticos, engineering handbook
Society of the plastics industry inc.
Reinhold publishing corporation industry inc.
- 3.- Resinas, Plásticos Reforzados
F. Parrilla C.
La Ilustración Editores.
- 4.- Dvorak A. Jacob
Silicone elastomers and latex
26th Annual Meeting of Reinforced Plastics
- 5.- Kerr R.C.
Modern Plastics INT.
Mc Graw Hill Book Co.
- 6.- Davis, R.L. and Beck
El arte de proyectar artículos plásticos
- 7.- Schalch Arnold
Sistemas de Poliuretano
BASF Mexicana, S.A.
- 8.- Journal of Cellular Plastics.
Vol. 6 No. 1 1970
Vol. 5 No. 3 1969
Vol. 3 No. 6 1979