

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

INFORME DE PRACTICA PROFESIONAL

"FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE  
RESINAS SINTETICAS"



QUIMICA

NOMBRE : CARLOS SIERRA FOJO

Q.F.B.

- 1969 -



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

Presidente: Julio Terán Zavaleta.  
Vocal : Guadalupe Alonso Viveros.  
Secretario : Fernando Iturbe Hermann.  
1er. Suplente : Rosa M. González Muñoz.  
2do. Suplente : Jorge Orozco Mendoza.

Sitio donde se desarrolló el tema:

ADMEX, S. A. Sn. Juan Ixhuatepec, Méx.

Sustentante : Carlos Sierra Fojo

Supervisor : Juan Chavez Peraza.

Asesor : Q. Julio Terán Z.

## " INFORME DE PRACTICA PROFESIONAL"

**TITULO:** "FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE RESINAS"

### **CAPITULO I. -**

#### **INTRODUCCION.**

- a ). - Descripción breve del sitio de trabajo.
- b ). - Distribución y partes de la planta.
- c ). - Crónica somera de su funcionamiento por departamen  
tos.

### **CAPITULO II. -**

#### **PRODUCCION.**

- a ). - Tipos de resinas y productos fabricados.
- b ). - Provesos, descripción y problemas usuales.
- c ). - Control químico de procesos. Determinaciones.
- d ). - Equipo de trabajo. Problemas comunes y su solución.

### **CAPITULO III. -**

#### **CONTROL DE CALIDAD.**

- a ). - Determinaciones en las materias primas. Especifi-  
caciones.
- b ). - Determinaciones en los productos terminados. Espe  
cificaciones.

### **CAPITULO IV. -**

#### **CONCLUSIONES.**

- a ). - Descripción breve de aplicación y usos de los produc-  
tos fabricados.
- b ). - Problemas comunes.
- c ). - Incremento en el consumo de los productos fabricados.  
Demanda en el mercado nacional.
- d ). - Conclusión final.

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

El presente trabajo trata someramente el funcionamiento general de una planta de resinas sintéticas.

En él, se hace una descripción breve del funcionamiento y características del equipo, se tratan los procesos de síntesis, el control químico de ellos, de las materias primas empleadas y de los productos terminados.

Se hace, también, una crónica de los problemas más comunes en los procesos, y el modo de resolverlos.

El almacenamiento de materias primas y productos terminados es otro de los puntos mencionados, basándose en las características de los materiales, de su estado físico y de las conveniencias para el departamento de producción.

Se mencionan y describen las aplicaciones de los productos ( resinas ) fabricados, los problemas usuales y el modo de resolverlos.

Por último, se enumeran conclusiones, en las cuales se exponen: la importancia en la industria de los productos mencionados, sus demandas y el incremento de ellos en el mercado nacional.

**a ). - DESCRIPCION BREVE DEL SITIO DE TRABAJO.**

La planta en cuestión, ocupa una extensión de 7,500 M2. en un terreno rectangular, ( ver plano de distribución No. 1 ).

Tiene una capacidad de producción de 400 a 600 toneladas mensuales.

Cuenta con 20 tanques de almacenamiento con capacidad de 25000 lt. cada uno, usados para solventes cuyo uso es en gran volumen.

Ejemplo: Gas nafta, monómero de estireno, glicol propilénico, vinil tolueno, alcohol furfúrico, etc. etc.

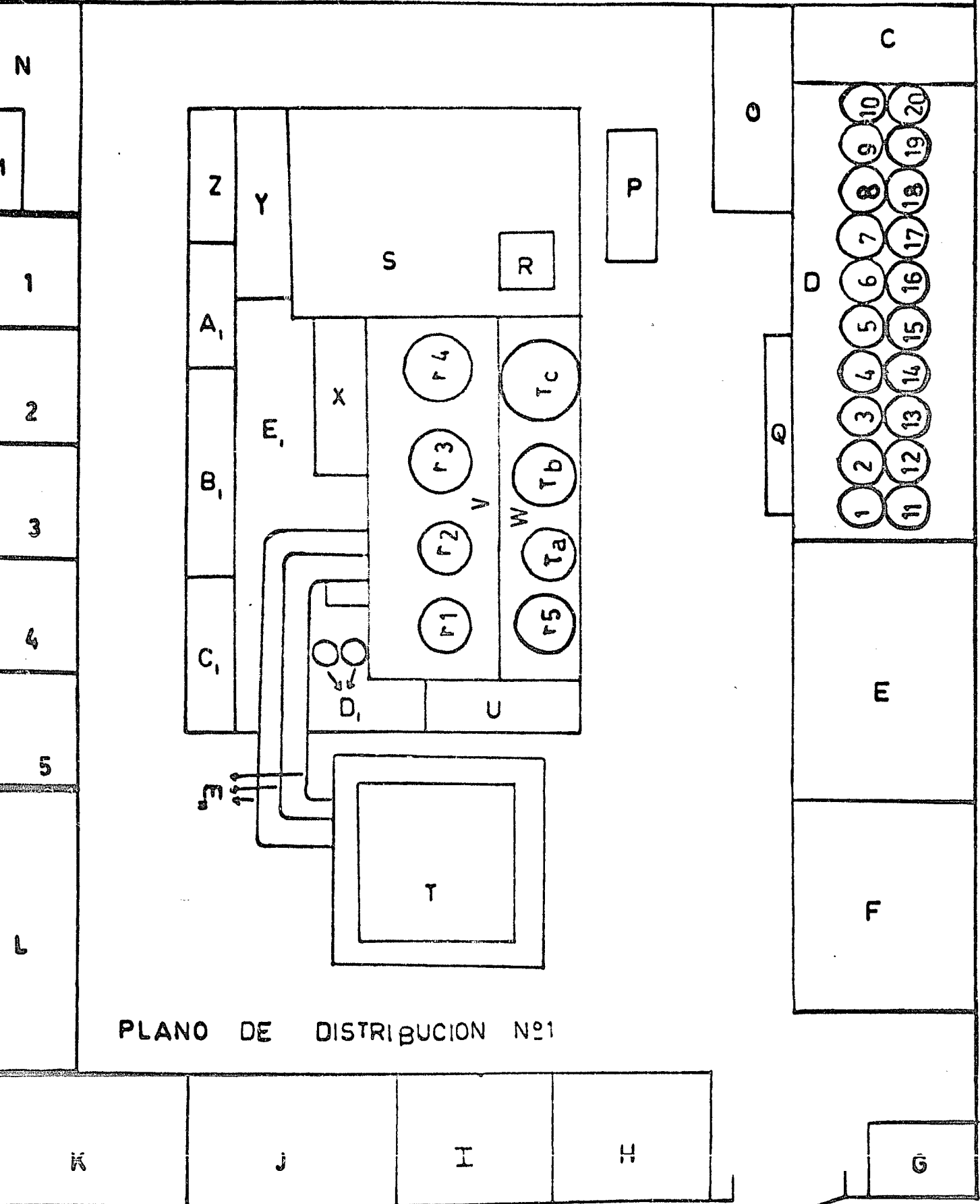
Las principales fuentes de calor son:

1. - Una caldera de 100 H. P. y que produce el vapor para reactores; trabaja a 7 kg./cm<sup>2</sup>. de presión.

2. - Dos hornos de sistema sellado alta presión ( 2500 lbs./pulg. 2 ) de agua destilada.

3. - Daw-Therm. - Sistema de calentamiento que emplea óxido de difenilo.

Se hace esta breve descripción del equipo y del tamaño de la planta, para dar mejor idea de los volúmenes en la operación.



## DEPARTAMENTOS

### b ). - DISTRIBUCION Y PARTES DE LA PLANTA.

Almacenes. - Los almacenes están distribuidos en los ex tremos del terreno, como se aprecia en el plano No. 1, marcados con las letras "A" para el de las materias primas y "B" para el de productos - terminados.

El almacén de materias primas se divide en cinco de--  
partamentos que son:

1. - Polvos secos no reactivos.
2. - Polvos secos reactivos.
3. - Acidos, corrosivos y catalizadores.
4. - Solventes flamables.
5. - Solventes no flamables.

Como sería muy extenso y tedioso tratar todas las mate rias primas, porque son más de quinientas, nos limitaremos a dar ejem plos típicos de cada departamento.

Después, cuando tratemos procesos, se mencionarán -  
las de importancia primordial y aquellas cuya importancia es secundaria.

En el departamento de polvos secos, no reactivos, se -  
guardan productos cuya reactividad es baja, es decir son relativamente es tables y pueden resistir calor y humedad hasta cierto grado.



Esta parte del almacén, solo cuenta con un tejado y una alambrada.

Las materias primas aquí almacenadas son, por ejemplo: aluminio en polvo, arenas finas ( oklahoma ) brea de pino, staybelite, brea de alquitrán, carlita, etc. en general los productos usados en fundición.

El departamento de polvos secos reactivos aloja productos un poco más delicados cuyas características los hacen inestables a la humedad y al sol, por ello, esta parte cuenta con pisos aislados a la humedad y muros igualmente protegidos.

Las materias primas que se encuentran en esta sección son por ejemplo: cloruro de amonio, anhídrido ftálico, ácido isoftálico, - anhídrido maleico, ácido adípico, aceites de soya y china, urea, etc.

En esta parte se almacenan productos caros y delicados como catalizadores, inhibidores, aditivos, etc. etc. ejemplos típicos son: Catecol, hidroquinona, fenidona, ácido hipofosforoso, cloruro férrico, potasa cáustica, agentes tixotrópicos, ácido p-toluen sulfónico, ácido súlfúrico, clorhídrico, acético, etc.

En general, cada una de estas materias primas ocupa poco espacio por su uso en volúmenes pequeños y están agrupadas de manera que no puedan mezclarse, reaccionar y descomponerse; así pues, los ácidos inorgánicos están separados de la potasa y otras sales como cloru-

ro de potasio, etc.

Los catalizadores separados de los inhibidores, los aditivos separados de los agentes tixotrópicos, etc.

El departamento de solventes flamables, está dividido en dos partes: una para los solventes flamables de uso en grandes volúmenes, y otro para aquellos de uso en pequeños volúmenes cuyo precio es caro.

La primera parte se encuentra en los tanques de almacenamiento, los solventes aquí guardados son: xileno, gas nafta, esfireno, etanol, metanol, etc. etc.

La segunda parte se encuentra junto a la sección de polvos no reactivos y en ella se almacenan productos como acetona, metil-etil cetona, metil isobutil cetona, trietanol amina\*, alcohol isopropílico, etc. etc.

Por último, el departamento de solventes no flamables; en él se almacenan los productos cuyas características los hacen poco peligrosos y de gran estabilidad.

También se puede dividir en dos partes: la primera se encuentra junto al departamento de polvos secos reactivos y en ella se guardan productos caros cuyo manejo no es en grande escala, ejemplos: glicol dietilénico, cloruro de polivinilo, monometil metacrilato, etc.

La segunda parte se encuentra en los tanques de almaceo y está destinada a solventes y productos cuyo volumen es gran-

Ejemplos: Propilenglicol, glicerina, furfurílico, etc. -

Almacén Productos Terminados. - Se encuentra en el exo de la planta, marcado con la letra "B" en el plano de distribuo, se encuentran todos los productos terminados, ordenados según la demanda que tienen y el volumen de venta de cada uno de ellos.

Así pues se colocan todos los plastificantes agrupados - en otro departamento, las resinas poliéster en otro, las epoxi en otro departamento, las resinas duras en otro, y así sucesivamente.

En general, todos los productos terminados son estables, resisten al calor y la humedad con cierta seguridad, sin embargo el almacén es un sitio fresco y oscuro, con un techado alto.

La temperatura ambiente en él, oscila entre los 15 y 30<sup>o</sup> dependiendo de la época del año.

Es importante mencionar que el manejo de los productos en la planta se hace en tambores de lámina de 208 lts. de capacidad (líquidos). En sacos de 25, 30, 40 y 50 Kg. las sólidas.

El movimiento de volúmenes grandes de productos ter--

minados, se hace usando montacargas motorizados que pueden mover hasta 1500 Kg. de un golpe.

Normalmente, los productos cuyo volumen de venta es elevado ( $> 300,000$  pesos mens. ), se encuentran colocados en lugares de fácil acceso. Ellos son los plastificantes en general y las resinas poliéster.

Existen algunas resinas cuyo tiempo de vida útil es corto; éstos, se producen en pequeña escala ( 3,000 Kg. mensuales ) y es necesario checarlos constantemente pues muchas veces se descomponen antes de lo previsto.

Caso típico es un poliéster modificado, llamado Aropol 7220 M50, preparado con ácido isoftálico, glicol propilénico, anhídrido maléico y dicitelo pentadieno.

Los inhibidores usados en él son la fenidona, la monoterbutil hidroquinona y el catecol.

Todas las características químicas, así como las propiedades de las resinas en cuestión, serán tratadas con amplitud en el capítulo II de este trabajo.

Dentro del almacén de productos terminados se encuentran varios cubículos en los cuales se guardan refacciones del equipo, uniformes del personal, reactivos para los laboratorios, etc. etc.

Adjunto, se encuentran los baños del personal obrero, -  
marcados con la letra "C" en el plano de distribución No. 1. Según la -  
Ley Federal del Trabajo, se establece que debe existir un lugar para que  
los obreros tengan servicios sanitarios.

Además, este lugar está destinado para que el personal  
obrero tenga donde cambiar sus ropas; es decir, vestirse con ropas y - -  
equipo de trabajo.

Con la letra "D", se marcan los tanques de almacena--  
miento; son 20 de 25000 lt.

En ellos se almacenan los solventes y materias primas en  
estado líquido.

Por medio de bombas de diferente capacidad, y adecuadas  
para cada líquido, se alimentan los reactores, directamente de dichos tan-  
ques. Se emplean rotámetros y medidores de precisión para bombear can-  
tidades exactas al reactor que corresponda; transformando de litros a ki--  
los ( densidad en cada caso ) porque todas las formulaciones indican kilos.

La distribución de líquidos es la siguiente:

- |              |   |
|--------------|---|
| Tanque 1o. - | Gas nafta.                                  |
| Tanque 2o. - | Xilol. ( xileno ).                          |
| Tanque 3o. - | Mineral Spirits ( 85% gas nafta 15% Xilol ) |
| Tanque 4o. - | Benzol ( benceno )                          |

- Tanque 5o. - Alcohol Metílico ( Etanol )
- Tanque 6o. - Alcohol Etilico ( Metanol )
- Tanque 7o. - Alcohol butílico ( Butanol )
- Tanque 8o. - Alcohol Octílico ( Z-Etil Hexanol )
- Tanque 9o. - Epiclorhidrina.
- Tanque 10o. - Glicol Propilénico.
- Tanque 11o. - Monómero de estireno.
- Tanque 12o. - Vinyl Tolueno.
- Tanque 13o. - Alcohol Furfurílico.
- Tanque 14o. - Aceite de Linaza.
- Tanque 15o. - Glicerina.
- Tanque 16o. - Ciclohexanol      OH
- Tanque 17o. - Diciclopentadieno.
- Tanque 18o. - Petróleo Diáfano ( Kerosina ).
- Tanque 19o. - Alcohol Isobutílico ( isobutanol ).
- Tanque 20o. - Formol al 37%.

Se encuentran dispuestos en forma vertical para evitar evaporaciones excesivas y ahorrar espacio. Además, por la gravedad, las bombas no hacen tanto esfuerzo.

Miden 8 metros de altura aproximadamente y están pin-tados de colores distintos, para no confundir un líquido con otro, y las lí-neas de cada tanque y cada bomba, también se identifican por colores ca-racterísticos.

Ejemplos:                      Benceno     -     Amarillo.  
                                    P. Glicol   -     Azul  
                                    Xilol        -     Naranja.

Con la letra "E", se identifica el laboratorio de control de calidad.

En él, se llevan a cabo todos los análisis de control de materias primas y productos terminados. El equipo con que cuenta es, hasta cierto punto elemental, puesto que las determinaciones que se practican son, en general muy sencillas.

Los elementos importantes con que cuenta son: viscosímetros ( Gardner Holdt Brookfield ) pHímetro, balanzas analíticas, colorímetros APHA y Gardner, y el material propio de un laboratorio.

Laboran en éste, dos químicos; uno de ellos se encarga de las materias primas y el otro de los productos terminados. Sin la autorización firmada de ellos, y sin el sello de "Aceptado" del laboratorio; no se recibe ninguna materia prima, ni sale a la venta ningún producto terminado.

Las personas encargadas de dicho departamento elaboran un "Informe diario de trabajo", que dividen en dos partes; una, en la que incluyen el número de materias primas, analizadas, las determinaciones practicadas en ellas y el resultado obtenido, así como si fueron o no aceptadas.

Cuando los resultados del análisis rechazan alguna, se anota el número de remisión, el nombre del proveedor y la cantidad en kilos o litros, según el caso.

Normalmente, las determinaciones en materias primas son inmediatas, es decir, se practican mientras los camiones o pipas esperan el resultado, para, en caso de ser rechazadas regresar todo el embarque, o bien, el caso contrario, descargar en seguida.

En la otra parte del informe mencionado se incluye el número de productos terminados analizando las cantidades de cada lote, el número de lote y los resultados de las determinaciones practicadas en ellos.

Cuando un producto resulta "fuera de especificaciones" se informa en qué especificación, qué grado y si es o no reprocesable.

Muchas veces, aún cuando un producto resulta fuera de especificaciones es posible venderlo porque el cliente tiene otro tipo de normas de calidad.

En estos casos, el laboratorio informa: "fuera de especificaciones" de todos modos, pero el gerente de ventas de la compañía pasa instrucciones al almacén de productos terminados y el producto sale a la venta.

Se lleva un archivo minucioso, en tarjetas tipo "Kardex" de todos los productos terminados con todos sus análisis, y lo mismo para



materias primas.

La relación entre los almacenes y este laboratorio es — estrecha.

El laboratorio informa constantemente a almacenes de sus resultados y los almacenes informan sobre las cantidades, proveedores y existencias al laboratorio.

El objeto de saber existencias ( para el laboratorio ) es descartar los análisis de los lotes ya agotados, poniéndolos en un archivo aparte. Igual sucede cuando una o varias materias primas han sido agotadas por producción.

El laboratorio conserva "nuestras retén " de cada producto elaborado durante 3 meses; al cabo de este tiempo son desechadas. Se hace esto para prevenir cualquier reclamación injusta.

Se calcula que en 3 meses, el producto fué usado por el consumidor.

La letra "F", señala el laboratorio de investigaciones.

Es tal vez una de las partes más importantes de la planta.

En él se desarrollan productos nuevos, en escala piloto.

Se estudian problemas de productos delicados y procesos dificultosos, se resuelven los problemas de aplicación y se proponen for--

mas de reproceso para los productos fuera de especificaciones

Laboran dos químicos en él; ambos con amplia experien  
cia en resinas sintéticas a ellos se les consulta cuando se presentan pro-  
blemas fuera de lo normal en producción.

Elaboran informes diarios de trabajo en los cuales inclu  
yen: los productos estudiados, instrucciones de procesos, equipo reco- -  
mendado, problemas posibles durante los procesos propuestos y los camí  
nos a seguir para su solución.

Cuenta con 3 reactores "piloto" de 25 galones de capaci-  
dad; se usan para experimentar nuevos productos y un reactor mayor ( 30  
galones ) que se emplea para los reprocesos.

Trabaja durante 3 turnos, es decir las 24 horas, porque  
los procesos son en general largos, ( 20 horas promedio ).

Durante la noche, una persona ( técnico químico ) se en-  
carga de las determinaciones y los cuidados de los productos en experi- -  
mentación.

Durante el día se preparan fórmulas, se cargan los reac  
tores y se inician ciclos.

Los resultados obtenidos por este laboratorio son exce-  
lentes.

En él, se han resuelto innumerables problemas de producción; se han mejorado rendimientos, reduciendo así costos.

Se han llevado a escala industrial múltiples productos y se han logrado reprocesar algunas resinas que aparentemente estaban inservibles.

Se dan algunos ejemplos típicos de productos, que mediante ciertos tratamientos, fue posible reincorporarlos a producción mezclándolos con productos buenos.

Un plastificante monomérico; el ftalato de dicitilo hexilo, resultó altísimo de color, durante el proceso; al parecer por contaminación de alcohol, o falla en el equipo.

Se trató con ácido oxálico para eliminar el fierro posible causante del color, sin resultado alguno, se trató con hipoclorito de sodio para destruir materia orgánica, tampoco sin resultado; con  $H_2SO_4$ , etc. y todo resultaba inútil.

Al fin, se hizo un estudio detallado de la solubilidad del ftalato en cuestión en diferentes solventes encontrando que en una mezcla de 75% de bencol y 25% de xilol, era perfectamente soluble. Así, fue posible tratarlo más efectivamente con los agentes químicos antes mencionados y los resultados fueron excelentes.

El producto se trató así en producción y después, se fué

mezclando en bajos porcentajes a nuevos lotes hasta que fue totalmente -  
reincorporado.

Una resina poliéster, aparentemente gelado o inservible; se le determinó acidez y viscosidad, indicaban un alto grado de polimerización, sin embargo al calentarse a 200°C. y añadirse una pequeña cantidad de glicol propilénico, el producto volvió a servir, y se logró retrabajar - poco a poco en lotes nuevos.

La función del laboratorio de investigación es, por de-- más, fundamental, por ello, dicho departamento goza de un presupuesto - amplio para la adquisición de equipo, etc., y está totalmente respaldado por la gerencia.

Con la letra "G", se marca la caseta de vigilancia de la planta.

Hay dos policías por turno que se encargan de controlar entradas y salidas de personal, camiones, clientes, etc., etc. Informan diariamente las novedades ocurridas durante las 8 horas que les corres-- ponden a cada pareja.

La letra "H" indica la oficina de recepción. En ella se encuentran dos recepcionistas que atienden a todas las personas que necesitan tratar asuntos. Cuenta con una pequeña sala de espera y general-- mente, las recepcionistas comunican por el sistema de alto parlantes a la ó - las personas que se necesitan para atender la cita de que se trate.

Cuando la ó las personas desean visitar la planta, se les anuncia con el Gerente General y éste dá o nó su autorización.

Para aclarar dudas sobre la organización de personal técnico y administrativo que labora en la planta, se presenta el siguiente cuadro:

Contralor General .	3	Gerente General	1	Gerente de Ventas	2
		Gerente Técnico	2		
		Jefe de Producción	4	6 Ingenieros Ventas	
3 Ingenieros de Turno	5	4 Químicos de Control e Investigación	6		
Personal de Contabilidad	8	Ingeniero de Mantenimiento	9	3 Jefes de Almacén	7
8 Mecánicos	12	8 Personal de Oficina (Confianza)	10		
		62 Personal Obrero	11		
6 Vigilancia	13	4 Limpieza	14		

Con la letra "I", se marca la oficina de ventas; este departamento trabaja con un Gerente de Ventas, y 6 Ingenieros.

Coordinan las programaciones de producción pasando es

rimados mensuales de venta ( 6 a 7 millones mensuales ).

Cada ingeniero de ventas tiene a su cargo una línea diferente de resinas, así p. e. epoxi, plastificantes, políester, fundición, etc., etc.

La letra "J" indica la oficina de contabilidad. Se puede dividir en 3 departamentos diferentes:

1. - Costos. - Cuenta con 3 contadores que se encargan de determinar los costos de producción e indicar cuáles y cuántos son los productos cuyo margen de utilidad los hace costeados.

2. - Compras. - Consta de una persona cuya función es hacer pedidos oportunos de materias primas tanto de plaza, como de importación, basándose en la programación de producción determinada por el jefe de ese departamento.

3. - Kardex. - Consta de una persona que labora para tener al día las existencias de materias primas y los productos terminados. Para ello, concentra diariamente toda la información de producción, compras y ventas.

La Gerencia General ( Letra "K" ) es la oficina que ocupa el Gerente General y su secretaria. Toda la responsabilidad del buen funcionamiento de la empresa recae en él. Debe coordinar todos los departamentos con su personal armonizarlos, para obtener resultados satisfactorios.

El taller de mantenimiento ocupa el local marcado con la letra "L" en el plano de distribución No. 1.

El jefe del departamento de mantenimiento, es un Ingeniero Mecánico. Tiene bajo su mando: un jefe de mecánicos y 8 personas que llevan a cabo todo tipo de reparaciones dentro de la planta.

El taller cuenta con equipos de soldaduras ( autógena y eléctrica ) torno, taladros y toda la herramienta necesaria.

Se elaboran mensualmente, programas de mantenimiento preventivo, con el objeto de dar seguridad a las operaciones, y no interrumpir la producción en ningún momento.

En un sitio especial, dentro del taller, se almacenan todo tipo de refacciones para el equipo, tales como válvulas, pernos, tubos especiales, etc., etc.

Cuando se presenta una avería en el equipo que no puede ser reparada inmediatamente, el Ingeniero ( jefe de mantenimiento ) se encarga de hacer los arreglos necesarios para que se haga la compostura en otros talleres, cosa que sucede muy rara vez.

Si se requiere instalar algún elemento nuevo en el equipo, ó si se necesita modificar parte de él, el departamento de mantenimiento se ocupa del diseño e instalación de las partes nuevas.

Con la letra "M" se marca el laboratorio de mezclas y fundición.

En este laboratorio, se llevan a cabo pruebas y controles de los productos de fundición.

Labora en él, un químico metalúrgico con experiencia - en resinas usadas en la industria de fundición.

Prepara órdenes de producción, controla la calidad de dichos productos y lleva un registro estricto del número de productos fabricados en cada mes.

Cuenta con varios aparatos. Uno, para determinar fuerza-resistencia a la tensión ( tensile - strenght ) otro para los puntos de ignición de las mezclas de metales. Balanzas analíticas y todo el material propio de un laboratorio.

Al hablar de las resinas de fundición se hará mención - del tipo de pruebas, controles, etc., que se efectúan aquí; y el objeto de ellas.

El departamento de mezclas - fundición, ( letra "N" ) - trabaja, por así decirlo, en forma independiente del resto de la planta.

Los productos que aquí se fabrican, son diferentes de -- las resinas comunes. Son, en realidad, productos especiales, cuyo uso aún no ha sido muy difundido en México.



Laboran en él, seis obreros y un jefe. El jefe es el químico antes mencionado.

Los aparatos con que cuenta el departamento de mezclas, son tres:

- a ). - Mezcladora "Nautta" de palas de 500 Kg. de capacidad.
- b ). - Mezcladora "Kauless" de engranes 1000 - Kg. de capacidad.
- c ). - Molino de engranes de 1000 Kg. para romper y dividir resinas duras y materias primas en "piedra".

Las letras "O" y "P" señalan el departamento de envases y básculas.

En estos sitios se reacondicionan los productos para ser despachados, es decir se pesan, se marcan y se pintan. Laboran aquí 5 obreros, repartidos en tres turnos en la siguiente forma:

- 1er. Turno ( 7 A. M. - 15 HS. ) - tres.
- 2do. Turno ( 15 HS. - 23 HS. ) - uno.
- 3er. Turno ( 23 HS. - 7 HS. ) - uno.

Las básculas son 2 "Berkel" de 500 Kg. de capacidad.

Con la letra "Q" se marcan las bombas de los tanques de almacenamiento. Son 20, una para cada tanque; con esto se evitan las

contaminaciones de solventes y materias primas líquidas.

Son bombas centrífugas de distintas capacidades. Calculadas para cada líquido y para la altura necesaria.

La cámara de vapor ( letra "R" ) se emplea para ablandar, por calor, los productos cuyo estado físico es sólido o semi-sólido, y que para usarse, requieren ser líquidos.

Ejemplos: Ácidos grasos 14 butilen glicol, resinas epóxicas, etc., etc.

Es una construcción de concreto que mide 8 mts. de largo x 4 de ancho y dos de alto.

En su interior, están colocadas 100 espreas de vapor. La temperatura que se alcanza es de 100 - 105° C. aproximadamente.

Ha sido de suma utilidad, y en el futuro se piensa ampliar pues su capacidad es ya insuficiente para las necesidades de producción.

El patio-almacén, marcado con la letra "S" ocupa 1, 100 M2. aproximadamente. En él, se encuentran estibados todos los productos terminados cuyas características los hacen completamente estables al calor y a la humedad, o que pueden ser reprocesados por encontrarse "fuera de especificaciones".

Ejemplos: Resinas duras envasadas en tambores. Ester Gum Epóxicas 2000, etc., etc.

Cuenta con un sistema de drenaje y piso impermeabilizados para evitar charcos e inundaciones.

El enfriador y pozo, ( letra "T" ) son partes esenciales del sistema de enfriamiento de reactores.

El pozo, tiene 60 metros de profundidad y rinde 175 M3. de agua al día. El agua tiene dureza en exceso y es necesario tratarla por ablandadores para ser usada en caldera y reactores. ( incrustación ).

El enfriador es de ventilador y caída. Mide 6 metros de altura y actúa mientras el agua de retorno de la planta pasa en "casca-da" a través del cubo del enfriador.

En el plano de distribución No. 2 se reproduce la torre de producción, en ella se encuentran los reactores y tanques de dilución.

El laboratorio de control de procesos marcado con la letra "U" en el plano No. 1, está situado en el primer piso de dicha torre.

Como su nombre lo indica, en él se hacen todas las determinaciones de procesos.

Normalmente, son determinaciones sencillas, que indican el avance de las reacciones de síntesis.

Estas determinaciones se tratan en el Capítulo II de este trabajo.

Cuenta con viscosímetros Gardner - Holdt, colorímetros APHA, balanzas, etc., etc., todo lo necesario para el control de procesos.

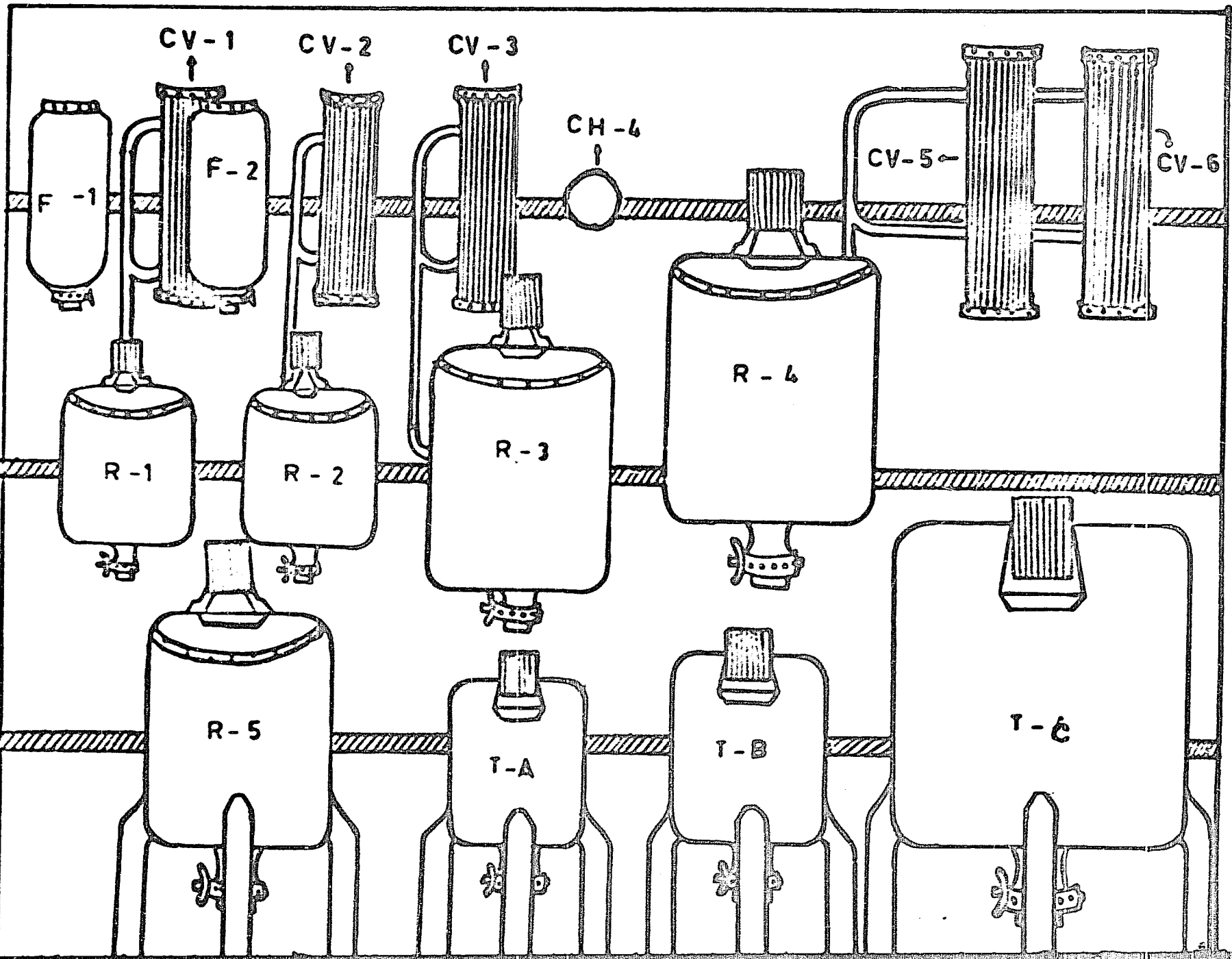
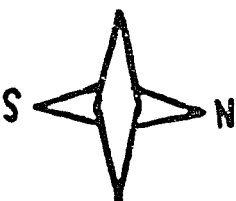
Es, además de laboratorio, la oficina de ingenieros jefes de turno. Se archivan aquí, gráficas, históricos de procesos y los reportes de rendimientos de cada producto fabricado.

El registro de órdenes de producción, es llevado en este laboratorio y es la información más importante de la planta.

Dicho registro incluye:

- a ). - El número de la orden.
- b ). - El nombre del producto.
- c ). - El rendimiento teórico.
- d ). - El rendimiento obtenido.
- e ). - % de pérdidas.
- f ). - Adiciones hechas.
- g ). - Devoluciones.
- h ). - El tiempo del ciclo.

Dentro del laboratorio, se encuentra un cubículo pequeño en el cual se almacenan algunos productos cuyo empleo es en escala muy pequeña, ejemplos: algunos aditivos, correctivos de colores, reactivos...



de laboratorio y material de vidrio.

La letra "V" del plano No. 1, señala la torre de producción y la letra "W" los tanques de dilución de la planta.

Ambas partes, pueden observarse mejor en el plano 2.

La torre de producción es una estructura de acero que mide 21 mts. de altura. Se divide en 3 estratos:

En el primero se encuentran los tres tanques de dilución y el reactor No. 5.

En el segundo están los reactores 1, 2, 3, y 4. Y, en el tercero se encuentran los condensadores de los 4 primeros reactores y 2 fundidores.

#### DESCRIPCION :

Reactor No. 1. - ( R-1 ) Construido de acero inoxidable, de 3,500 Kg. de capacidad, cuenta con un motor de 15 H.P. para la agitación.

#### Guía del Plano de Distribución No. 2

- A. - Laboratorio de control de procesos.
- B. - Oficinas de producción.
- F<sub>1</sub>. - Fundidor No. 1
- F<sub>2</sub>. - Fundidor No. 2

CV <sub>1</sub> . -	Condensador ( vertical ) No. 1.
CV <sub>2</sub> . -	Condensador ( vertical ) No. 2.
CV <sub>3</sub> . -	Condensador ( vertical ) No. 3.
CH <sub>4</sub> . -	Condensador ( horizontal ) No. 4.
CV <sub>5</sub> . -	Condensador ( vertical ) No. 5.
CV <sub>6</sub> . -	Condensador ( vertical ) No. 6.
R1 . -	Reactor No. 1
R2 . -	Reactor No. 2
R3 . -	Reactor No. 3
R4 . -	Reactor No. 4
R5 . -	Reactor No. 5
TA . -	Tanque diluciones "A"
TB . -	Tanque diluciones "B"
TC . -	Tanque diluciones "C"

NOTA:- Los puntos cardinales de los planos 1 y 2 son reales, es decir, hacen la referencia de la orientación real de la fábrica.

Reactor 1 (cont.) Tiene dos condensadores, una columna empacada y un fundidor anexo para alimentación de breas y resinas que necesitan fundirse.

Se procesan en él resinas duras, tipo Ester-Gum, proceso a 300°C. de temperatura. Su sistema de calentamiento lo constituyen:

1 Horno.

2 Serpentes de vapor.

El horno es de agua destilada; sistema sellado de alta presión y trabaja con combustible Diesel.

El vapor producido por la caldera solo alcanza 155°C. y el horno 300°C.

Reactor No. 2. - ( R-2 ) Es exactamente igual al reactor No. 1 con la única diferencia de que éste carece de la columna empacada.

Reactor No. 3. - ( R-3 ) De acero inoxidable, de 7,500 Kg. de capacidad. Cuenta con dos condensadores, uno vertical y uno horizontal, tanques para separación azeotrópica. Se emplea en la fabricación de plastificantes monoméricos. El sistema de calentamiento de este reactor es de vapor ( 155° C. ) y Dow Therm que alcanza 290 - 300° C.

Todos los reactores tienen un tubo de CO<sub>2</sub> con un aspersor en forma de anillo en el fondo. El objeto de esto es mantener en el interior del reactor una atmósfera no oxidante durante los procesos.

Reactor No. 4 ( R-4 ) Es éste, el mayor de ellos, su capacidad es de 10,000 Kg. Construido de acero inoxidable; con sistema de vapor, Dow - Therm; enfriamiento por chaqueta y serpentines. Su sistema de condensación es digno de mencionarse.



Son dos condensadores gemelos, cuyo uso los hace versátiles, pues pueden emplearse uno caliente y otro frío, o calientes los dos.

En procesos para resinas políester, se emplea el primero caliente (  $95^{\circ}$  C ) para separar agua de glicoles cuyo punto de ebullición es mayor al de ésta ( p.e. propilénico ), y el segundo frío para condensar el agua separada y aislarla en un tanque.

Es importante señalar que todos los reactores tienen sistema de vacío.

El objeto de esto es lograr destilaciones de alcoholes a temperaturas lo más bajas posibles.

Cuatro bombas de agua que alcanzan 22 lbs. /pulg. 2 - ( negativas ), producen la falta de presión y son usadas prácticamente las 24 horas.

Reactor No. 5. - ( R-5 ) Se encuentra en el primer piso de la torre ( ver plano No. 2 ). Es muy parecido en diseño al reactor No. 3, su capacidad es de 6900 Kg. . Tiene condensador vertical y solo se calienta con vapor, por ello se usa en procesos en que la temperatura no sea mayor de los  $155 - 160^{\circ}$  C.

Tanque A. - ( T-A ) De 10, 500 Kg. de capacidad. Sistema de vapor y chaqueta de enfriamiento. Se emplea en las diluciones y mezclas.

Tanque "B". - ( T-B ) De 14,900 Kg. de capacidad. Sistema de vapor ( serpentines ) y chaqueta de enfriamiento. Este se usa para diluir resinas poliester, generalmente.

Tanque "C". - ( T-C ) De 27,000 Kg. de capacidad. Es el mayor de los tanques de dilución. Se usa en mezclas de productos fuera de especificaciones, en gran escala.

Ejemplo: Si se tiene un lote completo de un producto - ( plastificante, poliester ) cuyo color es alto y otro cuyo color es excelente, se mezclan a partes iguales y sale un lote grande de color dentro de - especificaciones.

Como generalmente, cada lote de plastificantes o poliester es de 10 a 12,000 Kg. pueden mezclarse perfectamente en este tanque.

· Todos los tanques tienen línea de CO<sub>2</sub> y motor de agita-  
ción.

NOTA:- La descripción del equipo es superficial, pues - para hacerla minuciosa, sería necesario presentar los planos del diseño a los cuales no tengo acceso ni autorización.

La planta cuenta con 4 filtros:

Dos son de placas y dos de rondanas. Los de placas ( - ( malla de acero inoxidable ) dan un flujo promedio de 6.78 litros por minuto.

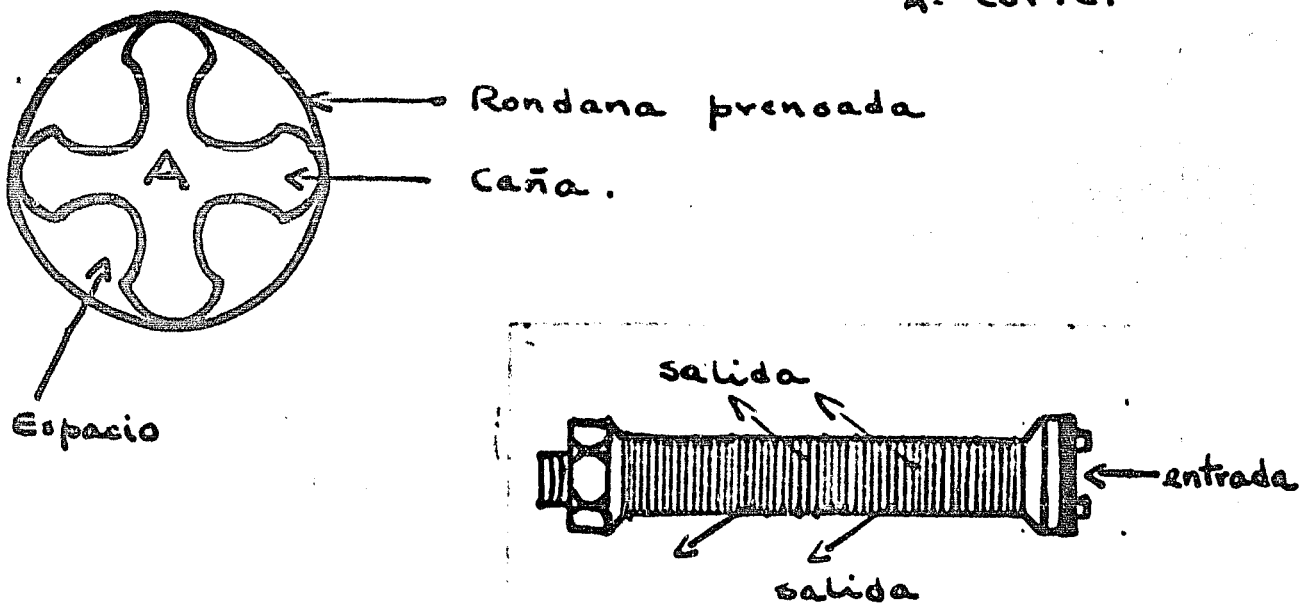
Los de rondanas, también de acero inoxidable, tienen un flujo promedio de 3.8 litros por minuto.

Los primeros, se usan para plastificantes, y resinas fáciles de filtrar. Baja viscosidad, densidad y producidos en grandes cantidades. ( más de 250 toneladas mensuales ).

Los filtros de rondanas se usan para resinas cuya viscosidad es alta ( alquidales ).

Estos últimos presentan el siguiente sistema de flujo:

A= corte.



El número de cañas en cada filtro es de 150. La resina sale a través de los espacios de las rondanas.

Las bombas de los filtros son centrífugas adecuadas pa-

ra líquidos viscosos y densos.

La letra "X" en el Plano No. 1, marca el lugar en que -  
mantenimiento almacena refacciones de gran tamaño.

Tanques pequeños, válvulas, tubos, etc. El tanque que  
almacena bióxido de carbono, ( letra V, Plano 1 ) tiene una capacidad de -  
10,000 litros, y a una presión de 20 Kg./cm. 2 . Con ello, alimenta a to  
dos los reactores.

El generador de  $N_2$  ( nitrógeno ) fue instalado reciente--  
mente ( letra "Z" ) porque el  $CO_2$  imparte cierta acidez a los productos, -  
en cambio el nitrógeno sí es realmente un gas inerte en estos casos.

Con él, se logra atmósfera inerte que evita la oxidación  
de los productos.

Es un quemador de aire que emplea butano y propano co  
mo combustible.

$A_1$ . en el plano No. 1 indica el sitio en el que se encuentra  
el Dow Therm, aparato que usa difenilo en lugar de agua por sus propieda-  
des termodinámicas.

A menores presiones, alcanza mayores temperaturas. -  
Es un sistema sellado con serpentines, y solo se usa en los reactores 3 y  
4.

La letra  $B_1$  señala los hornos y la planta de luz propia.

Los hornos ( ya descritos ) calientan el reactor 1 y el -

No. 2.

La planta de luz, es un motor Diesel de 400 H.P. que genera para, en caso de faltar energía eléctrica a la planta, poder alimentar inmediatamente, cosa que sucede muy frecuentemente.

En este tipo de industria, es indispensable que no haya - interrupciones de ninguna especie y por ningún motivo durante los procesos.

La letra  $C_1$  indica la caldera; de tubos, de 100 H.P., -- produce el vapor para toda la planta, a 7 - 8 Kg./cm<sup>2</sup>. de presión.

$D_1$  son los tanques de combustible para el Dow-Therm, la caldera y los hornos.

$E_1$  un pequeño patio interno, es decir, limitado por los almacenes de materias primas y por el de mantenimiento.

$E_{11}$ . - Las tuberías que conducen el agua de entrada y la de retorno de la torre de producción.

c ). - CRONICA SOMERA DE SU FUNCIONAMIENTO POR DEPARTAMENTOS.

En realidad, tratar el funcionamiento de la planta, resultaría complicado si se hablara de todos y cada uno de los detalles que en - los departamentos ocurren.

Se dará una explicación somera en la forma siguiente:

El centro de operaciones de la planta, es el departamento de producción. En él se programan indirectamente las funciones y actividades de los demás departamentos.

Así, los almacenes de materias primas reciben una orden de producción en la cual se incluye:

1. - Nombre y número del producto.
2. - Fórmula básica.
3. - Autorización del jefe de producción.
4. - Rendimiento teórico.

Al recibir dicha orden, se pone en movimiento el personal de almacenes, el cual surte las cantidades especificadas en la orden. - Cada materia prima lleva una tarjeta que tiene escrito el nombre de la materia prima y el número de la orden de producción a la que pertenece.

El personal de producción se encarga de verificar si la orden ha sido correctamente surtida ( ingenieros de turno ).

Una vez hecho esto, se transporta todo el material al -- reactor correspondiente donde el operador ( obrero especializado ) vuelve a checar la carga antes de iniciar el proceso.

Cuando se terminan de revisar las materias primas que

Intervienen en cada operación, el ingeniero de turno dá la orden de cargar.

Al finalizar el proceso y descargar el producto, el personal de producción tiene la obligación de pesar y determinar inmediatamente el rendimiento obtenido, cosa que supervisa el ingeniero.

El almacén de productos terminados, recibe los productos mediante una orden de despacho, la cual incluye:

1. - El nombre y número del producto.
2. - El análisis de control de calidad y resultados.
3. - El rendimiento obtenido.

Como se explicó en el inciso "b" de este Capítulo, el laboratorio de control de calidad y el de investigaciones mantienen constante comunicación con el departamento de producción.

La programación de producción está a cargo del jefe de este departamento. Se calcula basándose en los estimados mensuales de ventas.

Sucede, muy frecuentemente que los consumidores adelantan o retrasan sus pedidos y en consecuencia, el programa mensual de producción nunca es seguido exactamente como se planeó.

Además, las materias primas de importación sufren retrasos y hacen que a su vez se trastorne la producción.

Básicamente, todos los departamentos de la planta trabajan para producción. El departamento de mantenimiento hace arreglos, mejoras y reparaciones en el equipo cuando éste no está en servicio y es el jefe de producción el que indica el momento oportuno de llevarlas a cabo.

Mezclas y fundición trabaja relativamente independiente del resto del negocio. Como si fuese el departamento de producción en pequeño.

Para los entregos de los productos terminados en el Distrito Federal, la planta cuenta con cuatro camiones y dos pipas.

Los primeros, para los productos envasados en tambores y sacos, las pipas para resinas líquidas que se venden en volúmenes grandes ( p. e. algunos plastificantes y poliesteres ).

Cada año, el negocio suspende labores una semana completa, durante la cual el departamento de mantenimiento revisa y repara ( si es necesario ) el equipo.

Además, se hace un inventario general para el balance anual.

Del inventario levantado, se obtienen datos sumamente interesantes que orientan y son base de los planes nuevos, tanto de producción como de ventas.



Los productos fuera de especificaciones no deben rebasar cierto límite, así cuando los datos de inventarios indican que esta o aquella cifra están fuera de límites, se toman medidas inmediatamente para mantenerlas en lo estipulado.

También se hacen, periódicamente estudios estadísticos de tiempos de proceso y rendimientos.

El objeto de esto, es determinar el tiempo óptimo en procesos y el mejor método para que las mermas sean lo menor posible.

De todos los datos, ( inventarios, reportes de análisis, tiempos, costos, etc. etc. ) se deduce en qué punto es posible realizar mejoras y modificaciones.

En el departamento de ventas, se investigan los mercados de productos que tienen posibilidades en México; así cuando el estudio presentado al consejo administrativo resulta aceptado, se promueve su investigación el laboratorio de investigaciones.

Cuando el laboratorio informa que el proceso es seguro y que es reproducible, se hace en la planta. El departamento de compras hace las gestiones necesarias para obtener a precios justos, las materias primas que serán necesarias en los nuevos procesos. Los costos, son también determinados y se elabora un informe del margen de utilidad del producto, que también es aceptado o no por el consejo administrativo del

negocio.

El grupo de ingenieros que laboran en la planta, se reúnen en una junta mensual para discutir problemas de producción y encontrar solución a ellos.

Resulta, a veces, que un producto determinado no tiene margen de utilidad satisfactorio; o bien, que las materias primas que intervienen en su síntesis cambian sus precios y lo hacen incosteable, entonces, se somete a consideración si debe o no seguirse fabricando.

En estos casos, hay ocasiones en que es posible substituir una u otra materia prima ( para conservar el margen de utilidad ) y entonces se logra seguir con su elaboración. Si esto no es factible se le descontinúa.

El principal objeto del capítulo primero, ha sido dar una idea lo más aproximada posible de la situación, capacidad, características y organización de la planta, por ello, puede resultar un tanto superficial.

En los capítulos siguientes, se tratarán los puntos con más detalle, para hacer hincapié en los métodos de control, los procesos, y los problemas comunes que se presentan en ellos.

## CAPITULO II

### PRODUCCION

#### a ). - TIPOS DE RESINAS Y PRODUCTOS FABRICADOS.

Son muchas y muy variadas las clasificaciones que se han hecho de las resinas.

Tal vez la más elemental sea aquella que las divide en naturales y sintéticas.

Dentro de las naturales, pueden mencionarse resinas vegetales ( pino, etc. ) y al tratar las sintéticas, se origina un problema de clasificación.

Se las podría agrupar por el tipo de reacción usada en su síntesis, así pues, pueden nombrarse:

Urea - formaldehído.

Fenólicas.

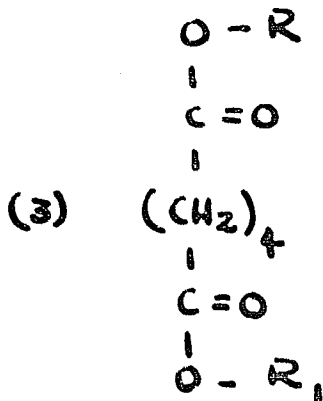
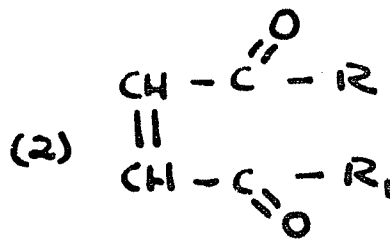
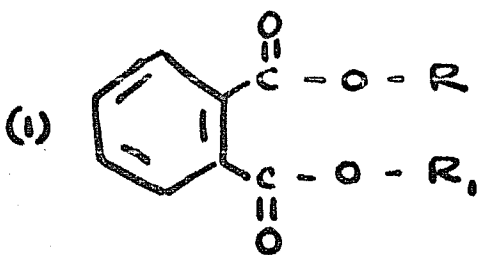
Pero lo que nos ocupa es una relación o clasificación de los productos fabricados en la planta, que pueden agruparse ( por su importancia dentro de la misma ) de la manera siguiente:

Grupo I. - Plastificantes. - El término "plastificante", puede aplicarse en general a todos los compuestos químicos que se agregan a materiales altamente polimerizados, para incrementar su flexibilidad ( formación de películas y recubrimientos orgánicos ).

Existen, en general, tres tipos de materiales que pueden usarse como plastificantes y son:

- a ). - Aceites vegetales de tipo no secante.
- b ). - Compuestos químicos monoméricos de alto punto de ebullición.
- c ). - Compuestos químicos poliméricos, con alta estabilidad térmica ( 200° C. ).

En la planta se sintetizan plastificantes monoméricos y poliméricos. Entre los monoméricos pueden nombrarse todos los ftalatos ( 1 ), maleatos ( 2 ) y adípatos ( 3 ).



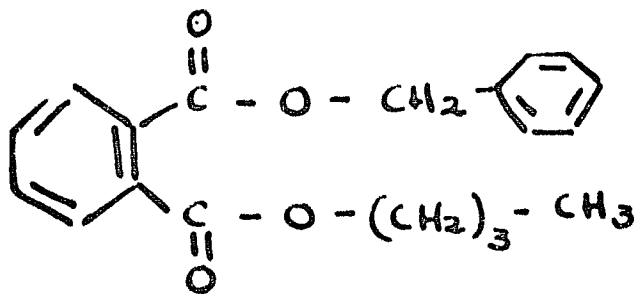
R y R<sub>1</sub> pueden ser radicales de los siguientes alcoholes:

Etilico.

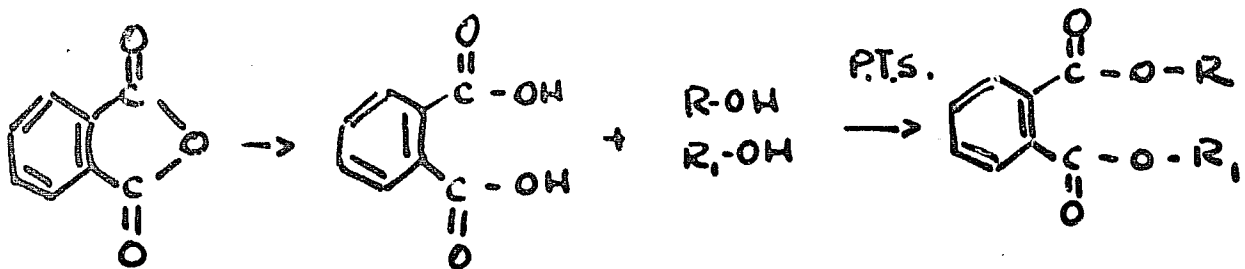
Metílico.  
Butílico.  
Octílico.  
Ciclohexílico.  
Isobutílico.  
Propílico.

y pueden o no estar alternados:

Ejemplo: ftalato de butil - bencilo.



Los plastificantes monoméricos se obtienen haciendo -- reaccionar el anhídrido correspondiente con el alcohol que convenga. La reacción, como puede verse en una simple esferificación:



Las condiciones de proceso, cantidades, catalizadores, etc. se tratan en el capítulo II, inciso "b" del trabajo.

Las características de los plastificantes monoméricos -

son:

Punto de ebullición:	de 210 a 245 <sup>o</sup> C.
Densidad a 20 <sup>o</sup> C.	de 0.970 a 1.204 grs./cc.
Número ácido	de 0.05 a 0.0025
Color	de 10 a 50 APHA.

Plastificantes Poliméricos:- Como antes se men  
cionó, son compuestos de resistencia térmica y de gran estabilidad.

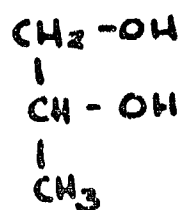
Son varios los que se fabrican en la planta.

Las materias primas usadas en ellos son:

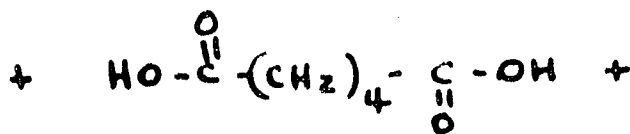
Anhídrido ftálico.  
Anhídrido maleico.  
Propilen - glicol  
Dietilen.  
Acido láurico.  
Acido esteárico.  
Acido adípico.

Los anhídridos ftálico y maléico van en proporciones ba  
jásimas; el adípico es el que ocupa la mayor parte en el papel de los ácidos.

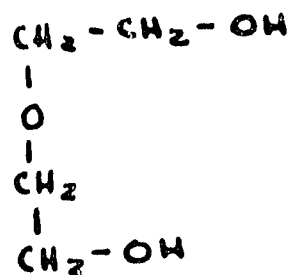
El objeto de esto es formar cadenas lineales para dar fle  
xibilidad y resistencia al producto, cuya base es el éster formado entre -  
el ácido adípico y los glicoles. Se usan, también ácidos grasos de cade-  
na larga C<sub>18</sub> ( laurico ) con el mismo objeto.



p. glicol.



ac. adípico.



g. dipropilénico .

En la fase final del proceso, es necesario hacer una ac  
tilación con el fin de bloquear los grupos "oxidrilo" OHG residuales y dar,  
así, estabilidad definitiva.

Estos grupos se deben a que los glicoles solamente reac  
cionan con uno de sus hidroxilos.

Los plastificantes poliméricos tienen un vasto campo de  
aplicación en la industria de plásticos finos y de gran resistencia.

Se les emplea mezclándolos con productos químicos poli  
merizados de alto peso molecular como el cloruro y acetato de polivinilo,  
el propionato y acetato de celulosa, etc., etc.

Las combinaciones más comunes, pueden agruparse en  
el siguiente esquema:

COMPONENTES	U S O S - TERMINADOS ( Partes en peso )			
	Muebles	Automóviles	Telas	
Nitrocelulosa	100	100	100	---
Resina Vinílica	- -	- -	- -	100
Alquidales no oxidantes	50-100	75-125	- -	- -
Resinas duras	50-150	- -	- -	- -
Plastificante	25- 50	30- 50	100-200	35- 80

La industria de los plásticos, en todas sus ramas ocupa gran cantidad de estos productos seleccionando cuál es el tipo apropiado para cada uso.

Sin embargo, es de mencionarse, que se fabrican algunos plastificantes monoméricos que no son usados precisamente como tales.

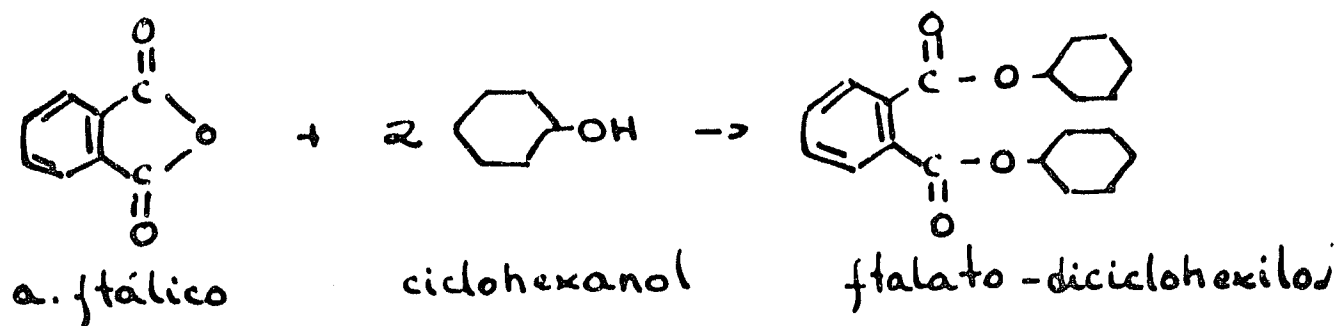
Ejemplo: El fatalato de dietilo y el de dimetilo se emplean para desnaturalizar alcohol etílico, para el grageado en la industria, farmacéutica en la elaboración de productos cosméticos como emulsiones, lociones y cremas.

Las combinaciones de los plastificantes con otras resinas y sus aplicaciones son innumerables por ello solo se mencionan los fabricados en la planta.

El fatalato de dicitclohexilo se emplea en la fabricación de fibras sintéticas en combinación con celulosa.



Se obtiene de la manera siguiente:



Este plastificante es un sólido blanco cuyo punto de fusión oscila entre 61 y 67° C.

Se vende pulverizado en sacos y es muy soluble en etanol, benceno, tolueno, etc., etc. Las principales características de los plastificantes monoméricos base ftálico, es decir ftalatos, son:

FTALATO	Peso molecular	Punto EB. °C.	Viscosidad cps (25°C.)	LBS/GAL 20°
Dimetil	194	282	11	9.94
Dietyl	222	290	10	9.34
Dibutil	278	340	15	8.74
Diocetyl (Zetyl Hexil)	390	215-4 mm.	88	8.21
Dimetoxietil	282	190-4 mm.	58	9.75
Dietoxietil	310	198-4 mm.	sólido	9.33
Dibutoxietil	366	210-4 mm.	45	8.86
Dicitclohexil	330	235-4 mm.	sólido	9.58
Butil Bencil	312	370-4 mm.	35	9.30

La combinación de los plastificantes monoméricos, con el cloruro y el acetato de polivinilo mezclados, puede apreciarse en el --

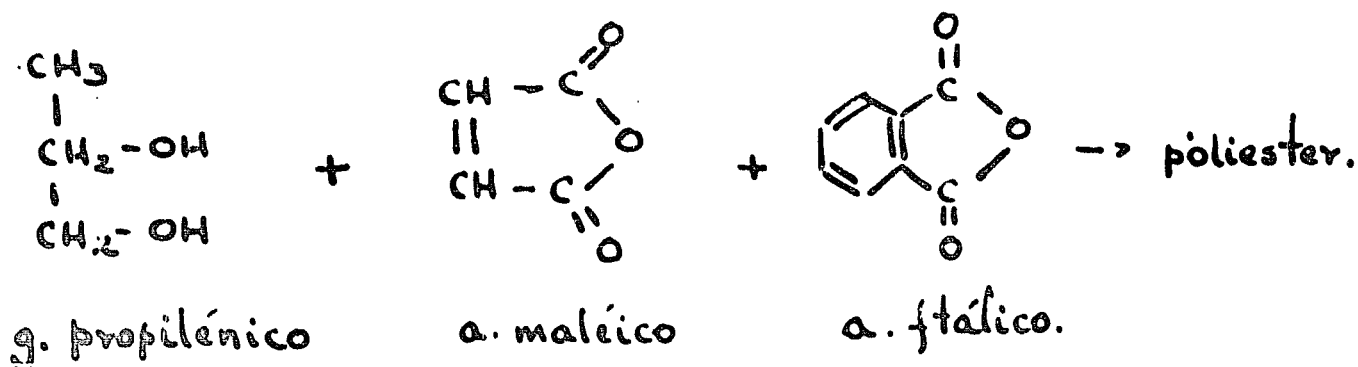
cuadro siguiente:

FTALATOS	% en peso	Resistencia a la tensión PSI	Elongación % elasticidad.
Dibutil	30	3000	260
Dioctil	35.5	2800	325
Diciclohexil	18	3000	290
Dioctil	20		
Butil Bencil	34	3000	250

Esta serie de datos, indican las propiedades de los ftalatos, que en la planta ocupan el primer sitio en importancia, por su volumen de fabricación y venta.

Grupo II. - Resinas Polyester. - Este tipo de resinas pueden denominarse "plásticas" y tienen un grado de polimerización alto. Su empleo es muy difundido por sus propiedades particulares y acabado que brindan en su aplicación.

Se preparan haciendo reaccionar un glicol, generalmente propilénico y anhídridos ftálico y maleico.



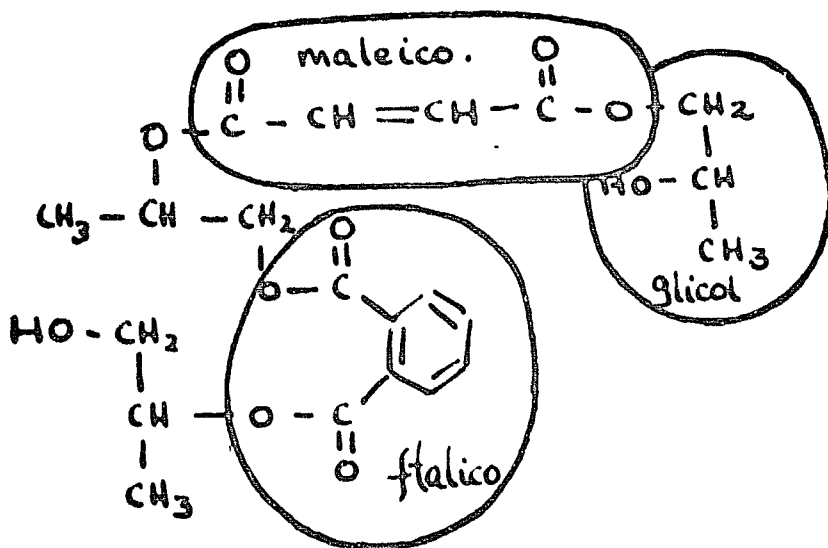
Includablemente que puede variarse y substituirse la fórmula antes mencionada para obtener resinas políester de muchos tipos.

Así, el ácido isoftálico, pentaerítritol, díciclopentadieno, ácido fumárico, dietilenglicol, dipropilenglicol, etc., etc. pueden ser usados en la fabricación de resinas políester.

Normalmente, es el valor ácido, es decir el número de carboxilos de una resina de este tipo, lo que nos indica su grado de polimerización.

A menor número ácido, mayor plimerización y a mayor acidez, es menor el grado de polimerización.

El políester común ( base p-glicol-ftálico-maleico ), -- tiene una unidad molecular teórica como sigue:



Se supone, van alternados en esta forma:



pero es sólo una teoría, porque es imposible controlar una esferificación para obtener cadenas alternas como se indica antes.

Una vez terminada la esferificación ( proceso, cantidades, catalizadores, etc., se mencionan y describen en el inciso "b" del capítulo II ), se procede a diluir el poliéster en monómero de estireno, que en realidad pasa a ser parte de la resina al catalizarse y al gelar ésta.

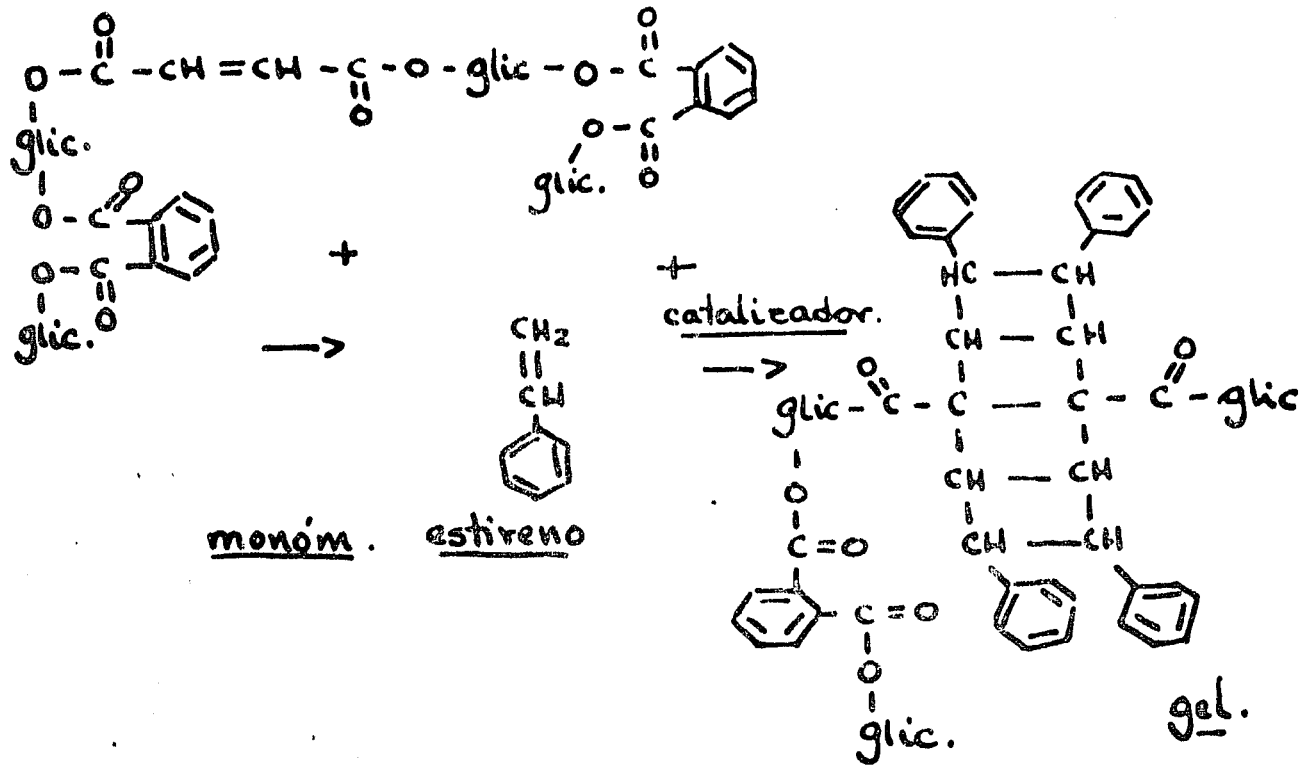
Se ajustan al 70% de sólidos totales es decir:

30 % monómero.

70 % poliéster 100% ( sólido ).

Cuando un poliéster se diluye, es necesario adicionar inhibidores como catecol e hidroquinona que evitan polimerización espontánea por simple aumento de temperatura.

Al catalizar estas resinas se produce su polimerización completa y el cruzamiento de enlaces formando redes y moléculas enormes, dando lugar a un sólido cuyas propiedades se describen al final del trabajo.



El proceso de catálisis en una resina poliéster puede dividirse en varias etapas, que dependen en duración, del tipo de poliéster de que se trate.

Así, en general, puede decirse que primero se produce la "aceleración" y luego el cruzamiento desordenado de enlaces que han quedado sin reaccionar ( maleico p.e. ). Por último, sobreviene la reacción exotérmica y al terminar ésta el curado o endurecimiento.

Los más comunes catalizadores usados para este objeto son los naftenatos y los peróxidos orgánicos. Entre los primeros, tal vez los más populares son el naftenato de cobalto, el de cobre y el de plomo.

Los peróxidos: el peróxido de benzoilo, el de metil etil cetona, etc., etc.

NOTA:- Ver determinación de tiempo de gel en el Capítulo III inciso "b".

En la planta se sintetizan, básicamente, cinco tipos de políester sencillos y cinco de poliéster modificados ( isoftálicos ).

Los primeros cinco, tienen como fórmula base:

1. - Glicol propilénico.
2. - Anhídrido maléico.
3. - Anhídrido ftálico.
4. - Monómero de estireno.
5. - Inhibidores  
Catecol  
Hidroquinona.

Los cinco primeros tipos sólo se distinguen en el tiempo de gel y los aditivos usados, como compuestos que detienen los rayos U.V. de la luz solar impidiendo que la resina se catalice con ellos.

Estos primeros cinco tipos son:

P O L I E S T E R	S E N C I L L O S	A. - Poliresin	25	▪	de 25' de $\theta$ gel.
		B. - "	30	▪	de 30-40' $\theta$ gel.
		C. - "	BT <sub>1</sub>	▪	de 2- 5' $\theta$ gel.
		D. - "	BT <sub>2</sub>	▪	de 15-20' $\theta$ gel.
		E. - "	CX <sub>1</sub>	▪	de 10-15' $\theta$ gel.

Se habla de "Tipos", porque de ellos se deriva una variedad muy extensa de resinas poliéster.

Variedad que radica en la viscosidad, en si llevan o nó agentes tixotrópicos, parafina o cargas de polvos inertes ( carbonatos, talcos, etc. ). Los tipos mencionados casi nunca salen al mercado tal y como son, sino que forman parte de otras fórmulas que dan lugar a los productos que salen a la venta.

Sería tedioso e interminable describir todos y cada uno de estos productos, por ello, sólo se mencionan conceptos y ejemplos básicos.

Las resinas poliéster modificadas, son llamadas así - - porque, aparte de la fórmula base de los poliésteres sencillos llevan en - su síntesis otros compuestos que al final les imparten ciertas características especiales.

Los compuestos ( materias primas ) son el ácido isoftálico, el pentaentritol, el diciticlo pentadieno, etc.

Las características especiales son:

- a ). - Dureza.
- b ). - Estabilidad.
- c ). - Compatibilidad con monómero de estireno y vinil tolueno.
- d ). - Acabado.

Resultan resinas más duras, resistentes al calor e intem  
perle, y de acabado superior.

El curado en ellas es excelente, y la superficie que brin  
dan es tersa y muy resistente.

Algunas se venden pre-aceleradas, es decir, con nafto-  
natos en distintas proporciones para que el consumidor solo agregue el  
peróxido adecuado y ahorre tiempo.

No en todas las resinas poliéster puede hacerse esto. -  
Las de tiempo de gel bajo no lo permiten pues su margen de vida útil es -  
pequeño, o sea contienen muy pequeñas cantidades de inhibidores.

Grupo III. - Resinas Duras. - A este grupo --  
pertenecen las resinas que se presentan en polvos o "piedras".

Los ejemplos clásicos son los "ester gum " ó esteres de  
la glicerina con ácidos vegetales como el pimánco y abiético de las breas  
de pino.

Se sintetizan a altas temperaturas ( 300<sup>o</sup> C. ) sin uso de  
catalizadores y en general, son muy sencillas de obtenerse.

Las materias primas usadas, son:

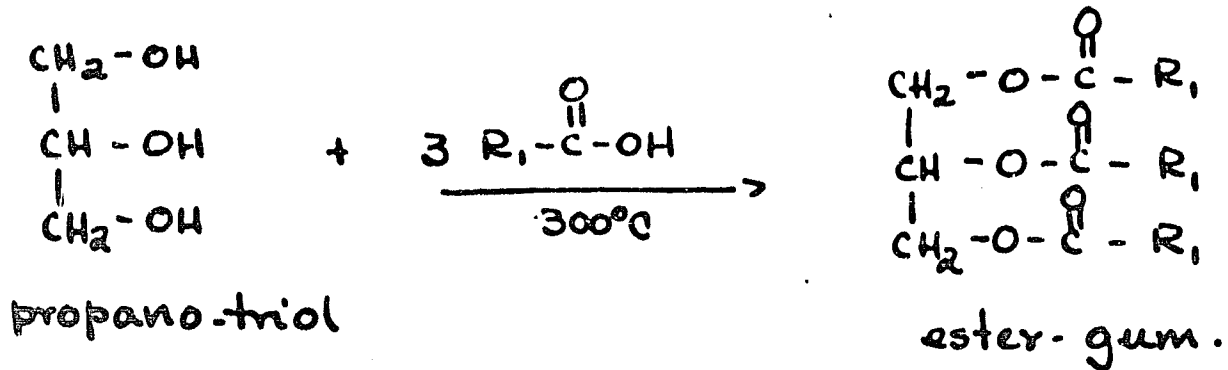
a ). - Glicerina.

b ). - Breas de pino ( natural e hidrogenada ).

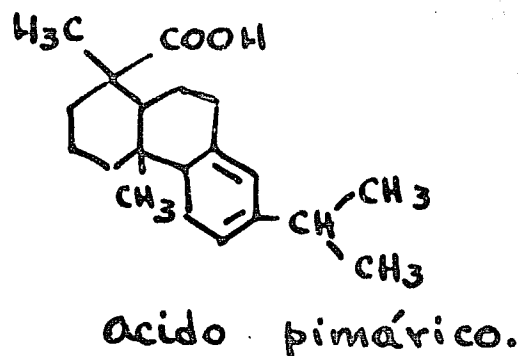
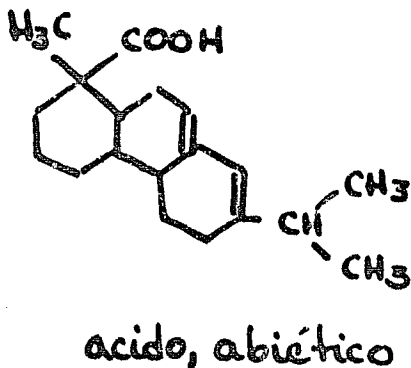


Son muy usados como vehiculos inertes en la fabricaci3n de goma de mascar.

La reacci3n general es:



R<sub>1</sub> = mezcla de 6cidos abietico y pim6rico.



La diferencia entre las breas naturales ( fabricaci3n nacional ) y las hidrogenadas, est6 en que las breas naturales, adem6s de contener otros compuestos, ( terpenos, etc., ) e impurezas, no son saturados los 6cidos que en ellas se encuentran.

Las breas hidrogenadas ( importadas ) son en realidad -

purificadas y la síntesis de ellas con la glicerina es más sencilla.

Esta esferificación se lleva a cabo a 300<sup>o</sup> C. y una vez obtenido cierto valor ácido se considera terminada y se procede a enfriar.

En la planta, se preparan otros tipos de resinas duras - que se usan para tintas, papel, etc.

El ácido abiético puede transformarse mediante calentamiento en ácido levo-pimárico, que es un isómero del primero.

Las breas mencionadas tienen un punto de fusión que oscila entre los 62 y los 70<sup>o</sup> C., pero para manejarlas fácilmente se les calienta a 150 - 170<sup>o</sup> C. en los fundidores. ( Ver Plano No. 2 ), y de ahí pueden ( por gravedad ) cargarse a los reactores, a través de tubería con chaqueta de vapor. Cuando el proceso se dá por terminado, se descargan en charolas de acero inoxidable en donde se dejan enfriar hasta que se pueden quebrar, moler y triturar.

Se embolsan en sacos de papel y plástico de 30 Kg.

El volumen mensual de ventas es aproximadamente de 100 toneladas.

Grupo IV. - Resinas Epoxi. - Se llama "resinas epoxi o epoxicas" a los productos de condensación de la epíclorhidrina con bistenol, y fueron desarrolladas por la compañía Shell en 1949.

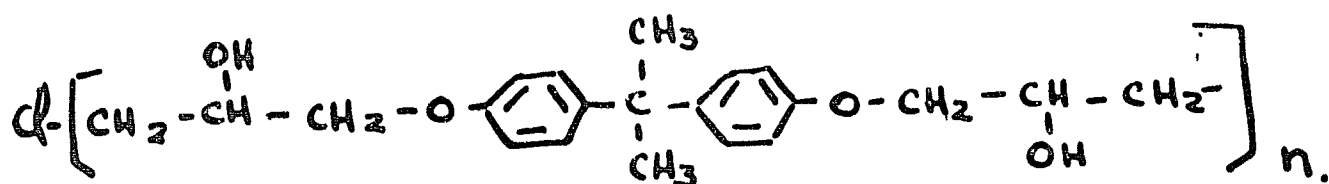
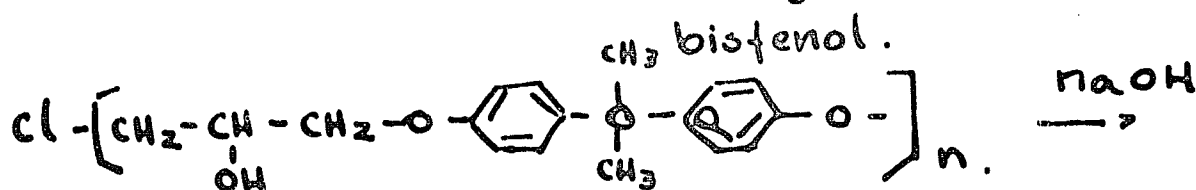
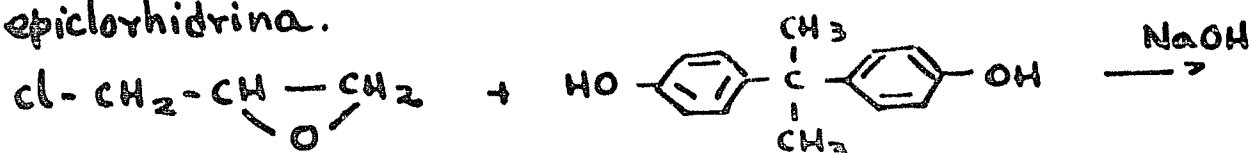
Estas resinas contienen grupos hidroxilos y grupos epoxicos reactivos. Pueden ser usadas combinadas con otras resinas o plastificantes a temperaturas altas y de gran demanda.

Su funcionalidad o versatilidad en esas combinaciones puede incrementarse con anhídrido maléico y ácidos polibásicos en pequeñas cantidades.

Cuando se las combina con ácidos grasos no saturados mediante esterificación, los productos resultantes pueden usarse como recubrimientos de secado al aire (rápido).

La reacción base, en su obtención es la siguiente:

epiclorhidrina.



b. g. e.

La unidad ideal sería un butil glicidil éter. Las resinas epóxicas, pueden catalizarse con aminas terciarias ( trietanol tetramina ). El catalizador usado en la síntesis es la sosa cáustica, formándose cloruro de sodio y agua como subproductos.

Es posible hacer reacciones de adición, partiendo de resinas epóxicas sencillas, hasta llegar a moléculas enormes que dan resinas sólidas de alto punto de fusión.

El uso de resinas epóxicas en México, crece día a día. - Se les emplea como aislantes, en pegamentos, en pisos, etc., etc.

Los procesos, cantidades y condiciones de síntesis se tratan en el inciso "b" del capítulo II.

Las características principales de las resinas epóxicas sencillas son:

- a ). - Viscosidad - de 10,000 a 18,000 cps. ( Brookfield ).
- b ). - Equivalente Epóxico. - 189 - 210
- c ). - Color Gardner Holdt - 1 máximo.
- d ). - % de ión cloro - 0.05 - 0.1 % máximo.
- e ). - Tiempo de Gel - 35 - 40 minutos.

Una epóxica sencilla de esas especificaciones sería ideal cosa que es muy difícil de lograr porque el control de la reacción presen-

ta muchos problemas, como se verá más adelante.

Las resinas epóxicas de alto equivalente, como antes se dijo, se presentan en estado sólido y sus características principales son:

- a ). - Viscosidad ( 40% butil-carbitol ) 145,000 a 200,000 cps.
- b ). - Punto de fusión Fisher. -  $131^{\circ}$  -  $135^{\circ}$  C.
- c ). - Equivalente Epóxico - 1900 - 2500
- d ). - Color Gardner Holdt - 3 máx.

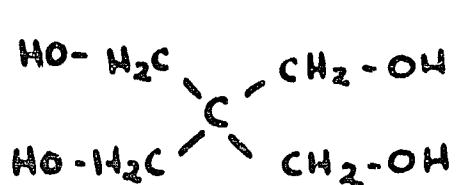
Las más difíciles de obtener son las epóxicas de alto - - equivalente, pues se necesita equipo especial por la viscosidad exagerada mente alta que presentan.

En realidad, el peso molecular de estas resinas depende de la relación en moles de epiclorhidrina - bisfenol. Normalmente, para obtener de equivalente epóxico bajo ( 189 - 200 ) se usa una relación de 13:1, pero puede variarse.

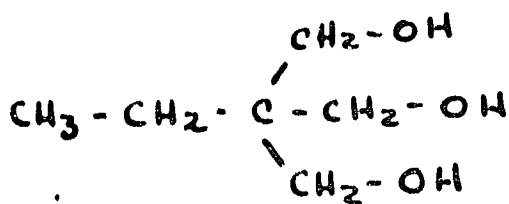
Las resinas epóxicas son muy solubles en benceno, tolue no, butil carbitol, metil carbitol y en butil y metil celosolve.

Grupo V. - Resinas Alquidales. - El nombre - alquidal se debe a Kienle, quien denominó como resinas "alkid" a los pro ductos resultantes de la esterificación de polialcoholes y ácidos polibási- - cos. Sin embargo la mayoría de los alquidales, se modifican con aceites de tipo secante y no secante.

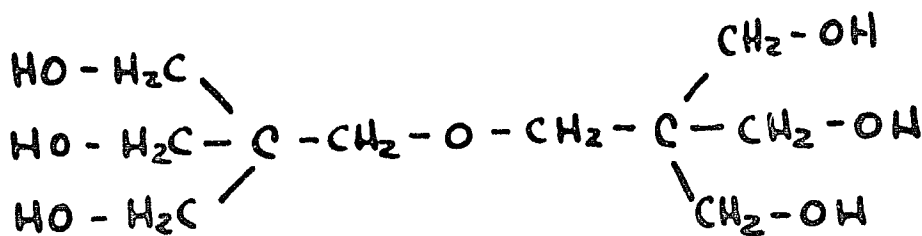
Los principales alcoholes ( polialcoholes ) usados son:



pentaeritritol.



trimetilolpropano.

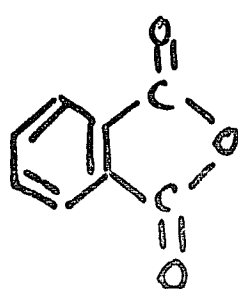


dipentaeritritol

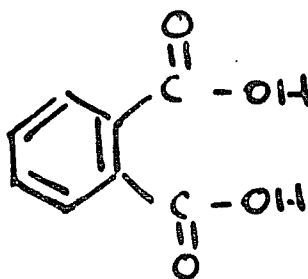
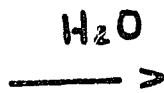
Como puede observarse, todos ellos son alcoholes poli-funcionales. Los grupos OH - primarios son los primeros en esferificar se, y los secundarios se esferifican en segundo término.

El pentaeritritol, por ejemplo, es más reactivo que el - trimetilolpropano porque el primero brinda mayor cruzamiento durante - la esferificación.

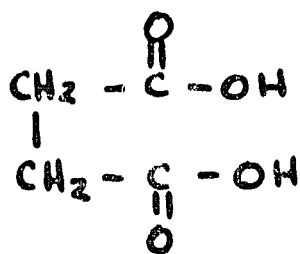
Los ácidos polibásicos más comunmente usados son:



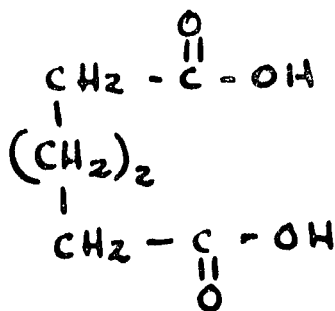
anhidrido.



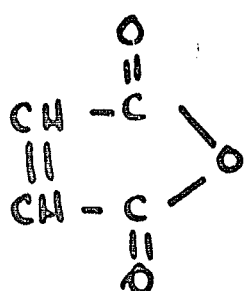
ácido ftálico.



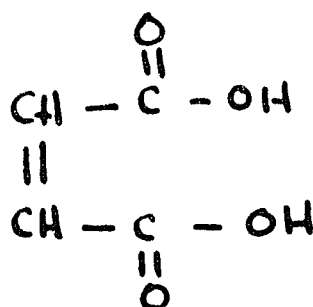
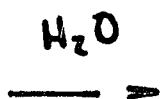
ácido succínico.



ácido adípico.



anhidrido  
maleico.



ácido  
maleico.

Existen, desde luego, muchos otros, pero en la planta - los usados son los que se mencionan. Los aceites que más se emplean - son, el de linaza, soya, china y cártamo.

Las condiciones de reacción, pasos de la síntesis, catalizadores y demás detalles se tratan en el inciso "b" del capítulo II.

Grupo VI. - Resinas para fundición. -Todas ellas se aplican en la industria de fundición por ello, haciendo caso omiso de sus características ( químicas ) particulares, se incluyen en este grupo.

La mayoría de las resinas de fundición, fabricadas en la planta son aglutinantes para núcleos. Se mezclan con arenas finas dando cierta resistencia al terminar el proceso de fundición se desintegran dejando una cavidad en la pieza de que se trate.

A veces, la resina es una simple mezcla de brea, querosina ( petróleo ) y aceite de linaza. Sin embargo hay resinas de fundición furánicas, urea - formaldehído, etc., etc.

Ejemplo: La más empleada en núcleos de fundición es una resina urea - formaldehído denominada Resin CH 100 A, que lleva lo siguiente:

( Fórmula Base )

1. - Alcohol furfurílico.
2. - Urea.
3. - Formaldehído.

El número uno es en realidad un solvente para el medio de reacción. La urea se condensa con el formaldehído. Se usa como catalizador ácido fosfórico, pues en un pH de 5.5-5 la reacción se lleva a cabo fácilmente. Para frenarla basta adicionar potasa cáustica, subiendo el pH a 7.4.



Las principales características de esta resina son:

Viscosidad ( Brookfield ) 980 - 1150 cps ( 25° C. )

Color - Gardner - Holdt - 6 - 7

% de sólidos totales - 65 - 70%

Apariencia - Turbio.

pH. - 7.1 - 7.4 máximo.

En los 6 grupos mencionados, se incluye, básicamente la producción total de la planta.

Es claro que se fabrican algunas resinas cuyas características tan especiales las hacen difíciles de clasificar o agrupar, pero de ellas se darán algunos ejemplos más adelante.

La enumeración de los grupos se hizo, basándose en el volumen de fabricación y no en la importancia, pues todas, absolutamente la tienen, dentro de la fábrica.

#### b ). - PROCESOS. DESCRIPCION Y PROBLEMAS USUALES.

De la misma manera en que se agruparon los diferentes tipos de resinas fabricadas en la planta, así iremos mencionando los procesos y condiciones de síntesis para cada una de ellas.

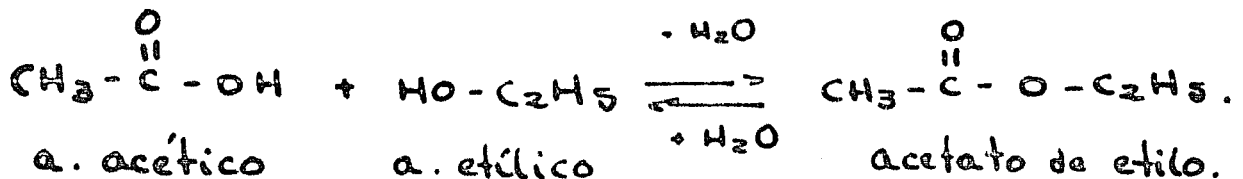
Es importante hacer notar, que en un gran número de resinas, la reacción principal por la cual se obtienen, es una esterificación.

A veces es una esterificación sencilla, otras es una poli-esterificación, es decir, la reacción simultánea de varios grupos OH y va-  
rios grupos ácidos.

En realidad, "poliester", significa, muchos esteres en una molécula.

Como es ya sabido, las esterificaciones en general, como muchas otras reacciones, son reversibles.

Si se hace reaccionar un ácido sencillo ( acético ) con un alcohol sencillo ( etílico ) en proporción equimolecular resultaría lo siguiente:



Se regeneraría constantemente el alcohol y el ácido y -- nunca se desplazaría la reacción hacia la derecha formando el ester definitivamente.

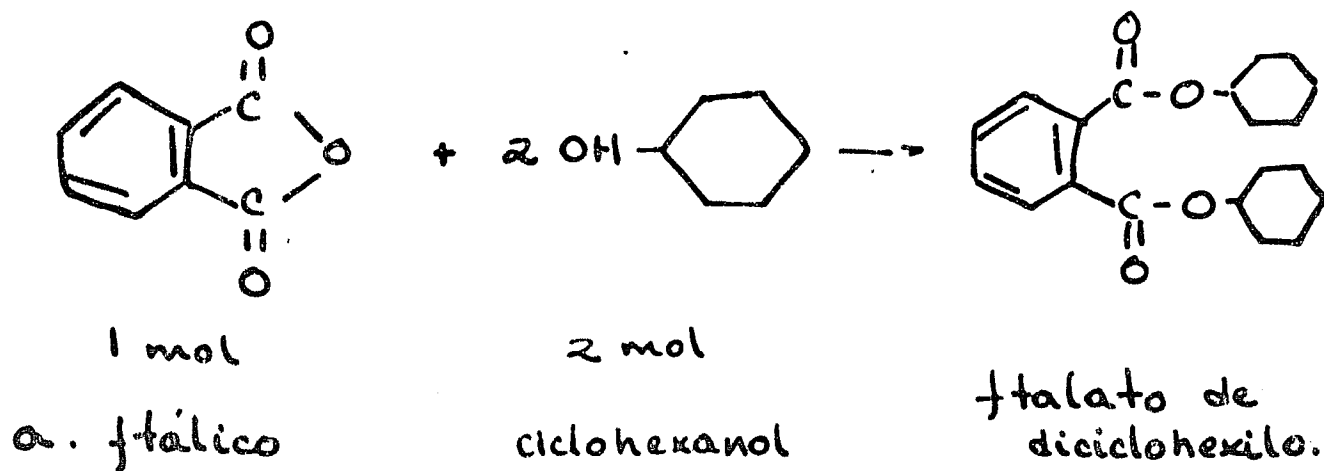
Sin embargo, si se pone el alcohol en exceso, la formación de ester es segura y constante.

Basandose en esa sencilla reacción se han llevado a esca-  
la industrial muchas síntesis como las que se tratan en seguida.

### Grupo I. - Plastificantes. -

a ). - Monoméricos. - Daremos un ejemplo clásico, pues

en ellos el proceso es muy similar y las condiciones dependen de las características de los alcoholes ( punto de ebullición ), etc., etc.



El procedimiento seguido es el siguiente:

1. - Se revisa reactor que esté limpio y seco.
2. - Se carga el ciclohexanol.
3. - Se carga el anhídrido ftálico.
4. - Se carga el catalizador ( ácido p - tolvén - sulfónico ).
5. - Se inicia calentamiento. ( 200° C. ).

Normalmente, el exceso de alcohol es de un 30 % sobre la carga base pero varía en el tipo de plastificante.

Lo más importante en estos procesos, es retirar el agua de esterificación lo más aprisa posible; para ello, el reflujo de condensación se hace pasar por un tanque decantador en el cual, el agua queda aba

jo y el alcohol retorna al reactor.

Es necesario vigilar el nivel del agua en el tanque para estar drenando constantemente y no permitir así el regreso de ella a la masa de reacción.

Al llegar a  $190^{\circ}$  C., se inicia el muestreo; se hacen determinaciones del número ácido cada 15 - 30' para ver como avanza la reacción.

Al obtenerse valores bajos de acidez, quiere decir que el éster está casi totalmente formado y que queda poco ácido sin reaccionar ( acidez de 8 a 10 ).

Se ordena entonces destilar el alcohol sobrante y recuperarlo. Este paso es de suma importancia pues si se pierde alcohol, resulta incosteable la operación.

En la última fase de la destilación del alcohol se aplica vacío durante 2 horas para certificar que todo el alcohol ha sido retirado.

Se enfría y se procede a neutralizar la acidez residual con hidróxido de sodio. Esto se hace, cargando igual cantidad de agua ( al reactor ) que de resina, pues, normalmente se separan en capas perfectamente definidas.

Cuando la acidez es de 0.05 - 0.15, se lava la resina dos veces con objeto de eliminar los residuos de sosa.

Al terminar los lavados, se añade carbón activado para

decolorar ( si el color es alto ) y se deshidrata, calentando a 150 - 160°C. con vacío y arrastre de vapor durante 2 a 3 horas hasta que las determinaciones de densidad den el dato necesario 1.119 grs./cc., se enfría y se filtra.

### Problemas Comunes:

A. - Reversibilidad. - Cuando el valor ácido se estaciona, porque hay agua que no sale, o que regresa, se añade alcohol nuevo, se revisa la separación ( azeotrópica ) en el tanque decantador o se adicionan - pequeñas cantidades de catalizador.

B. - Emulsiones. - Al lavar los plastificantes, se forman emulsiones ( saponificación ) por exceso de álcali, o acidez residual alta. Se adicionan ácidos inorgánicos ( sulfúrico que rompen la emulsión y se procede a lavar y neutralizar de nuevo.

C. - Color. - Muchas veces, por oxidación del producto, el color de éste es amarillo; se logra bajar ese tono con hipoclorito de sodio, ácido oxálico, etc. Si se trata de materia orgánica el primero es adecuado, si se debe a contaminación de fierro, se usa ácido oxálico.

El carbón activado ayuda mucho a eliminar colores altos, pero el mejor método es evitarlos desde un principio vigilando que no falte alcohol en la reacción.

D. - Pérdidas en lavados. - En general son considerables, debido a que durante los lavados, la separación del agua no es total, y al desecharla se arrastran cantidades relativamente grandes de resina (plastificante). Esto se reduce lavando en tanques especiales que facilitan la separación del agua.

El tiempo de decantación y separación es fundamental, - pero normalmente, por las exigencias de producción no se da.

Plastificantes Poliméricos. - El ejemplo clásico de este tipo de plastificantes es el 760.

El 760 ( número con que se conoce en la planta ) es un - plastificante que lleva lo siguiente:

Acido adípico.  
Anhídrido ftálico.  
Glicol propilénico.  
1 - 4 butilen - diol.  
Acido lauríco.  
Anhídrido acético - ( si es necesario acetilar ).

El procedimiento seguido es el siguiente:

1. - Se cargan los glicoles y se calientan a  $100^{\circ}\text{C}$ .
2. - Se cargan el ácido adípico y el ftálico.
3. - Se determina el número ácido, hasta llegar a 3 máximo. ( habiendo calentado a  $215^{\circ}\text{C}$ .)
4. - Se enfría a  $150^{\circ}\text{C}$ ., se adiciona el láurico y se vuelve a calentar a  $215^{\circ}$  hasta acidez de 3 máximo y número OH de 4 máximo. (la viscosidad debe llegar a 2700 cps.

5. - Se enfría y se descarga.

En la primera fase del proceso, se esterifican los ácidos ( ftálico y adípico ) con los polialcoholes ( p - glicol y 1.4 butilen diol).

Como de esa reacción quedan grupos  $\text{OH}^-$  (s) susceptibles de reaccionar, estos se esterifican con el ácido láurico ( que dá flexibilidad por su cadena larga ).

Es muy normal que la segunda esterificación no sea cien por ciento completa; es decir, quedan aún grupos  $\text{OH}^-$  (s) sin esterificar, lo que hace que el plastificante sea inestable y de poca resistencia en su aplicación, de ahí la necesidad de acetilar, protegiendo los grupos  $\text{OH}^-$  (s).

Problemas. -

1. - Acidez. - Es muy común que la acidez en el segundo paso se frene. Bien sea por falta de glicoles que se pierden en la condensación, o por no desalojar el agua de esterificación con efectividad.

Para corregir esto, basta añadir una mezcla -- proporcional ( carga original ) de 1, 4 butilendiol y propilenglicol al reactor. Esto, aunque baja la viscosidad ayuda a bajar la acidez y finalmente aumentando la temperatura a  $245^{\circ}\text{C}$  y aplicando vacío, se logran eliminar los excesos de ambos polialcoholes.

2. - Número de Oxidrilos. - Sucede también, -  
que el No. de OH (s), en la segunda parte, sea muy alto ( del orden de -  
120 - 130 ), entonces, es necesario añadir una mayor cantidad de láurico,  
por razones obvias.

Grupo II. - Resinas Polyester. - El ejemplo clá-  
sico de un pollester es aquel que se obtiene a partir de:

- a ). - Anhídrido ftálico.
- b ). - Anhídrido maleico.
- c ). - p - glicol.

El proceso que se sigue es el siguiente:

1. - Se carga el glicol, se calienta a  $110^{\circ}$  C.
2. - Se cargan los anhídridos:  
Primero maleico y en seguida ftálico.
3. - Se calienta a  $215 - 220^{\circ}$  C.
4. - Al alcanzar esa temperatura, se inicia el -  
muestreo de acidez y viscosidad.
5. - Cuando la acidez es de 25 y la viscosidad de  
X 8 ( Gardner - Holdt ) ó 1800 cps. Brook-  
field, se enfría a  $150^{\circ}$  C.
6. - Se carga hidroquinona ( inhibidor ).
7. - Se diluye en algún tanque, con estireno en -  
el cual se va cargado el catecol, (inhibidor )  
previamente.
8. - No se permite que la temperatura en el tan-  
que de dilución pase  $70^{\circ}$  C. porque puede ge-  
larse.



**Problemas.** - En resinas poliéster, son muy raros, (una vez determinado un proceso correcto con equipo adecuado ).

1. - Viscosidad. - Puede suceder que la viscosidad aumente rápidamente. Esto es peligroso, pues indica polimerización y no esterificación.

Esto se resuelve, con ciertas limitaciones, añadiendo 100 o 200 Kg. de p - glicol. Si el aumento es exagerado, se debe determinar acidez cada 10 o 15' y si ésta es baja, debe añadirse el doble de inhibidores y descargar inmediatamente.

2. - Acidez. - Si la acidez se frena, ( cosa que sucede si el agua de esterificación no es desalojada inmediatamente ), es preciso aplicar vacío moderado ( -5" Hg ) y aumentar flujo de gas carbónico en el fondo del reactor.

3. - C o l o r . - Un poliéster adquiere color -- amarillo cuando penetra aire al reactor por la válvula de descarga, al aplicar vacío. Si el color no es muy intenso, puede añadirse un corrector óptico como el perox - blue, o el violeta en polvo, disueltos en estireno.

Grupo III. - Resinas Duras. - El ejemplo típico de este grupo es una resina denominada "ester - Gum ", y se sintetiza con las siguientes materias primas:

a ). - Brea de pino ( staybelite ).

b ). - Glicerina.

El proceso seguido, es el siguiente:

1. - Se funde la brea ( fundidores 1 y 2 ) a  $150^{\circ}$  C.

2. - Se carga al reactor ( directo del fundidor ).

3. - Se carga la glicerina y se calienta a  $300^{\circ}$  C.

4. - Una vez alcanzada la temperatura, se muestrea, de terminando acidez cada 40'. Cuando la acidez baja a 10 - 12, se aplica vapor de arrastre con vacío, para eliminar impurezas volátiles de la brea.

5. - Se enfría a  $200^{\circ}$  C. y se descarga tamizando a las charolas de acero.

Problemas. - En el ester-gum, son muy raros, sin embargo, si se pierde glicerina en la condensación, la acidez se frena.

Esto, se resuelve, reponiendo esa pérdida, con 30 - 40 Kg. de glicerina.

Es importante, por lo anterior, vigilar y controlar estrechamente la temperatura de la columna empacada, que debe ser de  $94^{\circ}$  C. -  $100^{\circ}$  C., para eliminar el agua y regresar la glicerina al reactor. ( Rectificación ).

Grupo IV. - Resinas Epóxicas. - El ejemplo clá

alco de este grupo, sería una epóxica sencilla: Epoxi - 189, cuyo equivalente epóxico debe ser de 189 - 199. Se le sintetiza con las siguientes materias primas:

- a ). - Epiclorhidrina.
- b ). - Bistenol.
- c ). - Sosa.

El proceso seguido es el siguiente:

1. - Se bombea epiclorhidrina y se seca con vacío, a 130° C. durante 2 horas ( eliminar agua ).
2. - Se carga bisfenol.
3. - Se inicia adición de sosa diluída al 50% en agua ( debe durar 3 horas ).
4. - Al terminar adición, se enfría y se carga benceno en igual cantidad que la resina formada, para disolverla completamente.
5. - Antes de añadir benceno, se destila exceso de epiclorhidrina, y se recupera.
6. - Se carga agua y se lava la resina tres veces: se le determina equivalente epóxico, viscosidad, cloruros ( % ) y tiempo de gel.
7. - Se deshidrata y se le destila el benceno a 100° C.

8. - Se enfría y se filtra.

Problemas: Lo más importante en este proceso es eliminar agua inmediatamente, pues la presencia de ésta, descompone los grupos epóxicos y desvía la reacción completamente.

1. - Humedad. - Se determina humedad a la piclorhidrina antes de iniciar el proceso, por el método Karl-Fisher. Si no es de menos del 0.017 % se deja secar de nuevo durante 2 horas más.

2. - Contenido de cloruros. - Si el contenido de cloruros es de más del 0.19 %, la resina queda fuera de especificaciones, porque su tiempo de gel será corto ( 15 - 18' ), si los cloruros son bajos el tiempo de gel es largo.

Esto se evita, dando lavados con sosa a 60 - 70° C. y - determinando cloruros después de cada lavado.

3. - Pérdidas en lavados. - Son, en general pequeñas, pero si no se dejan reposar las cargas suficiente tiempo, el benceno no se para totalmente, por consiguiente parte del agua, al desecharse, arrastra resina epóxica, disuelta en benceno.

Grupo V. - Resinas Alquidales. - Un alquidal - típico ( ftálico ) se prepara con las siguientes materias primas:

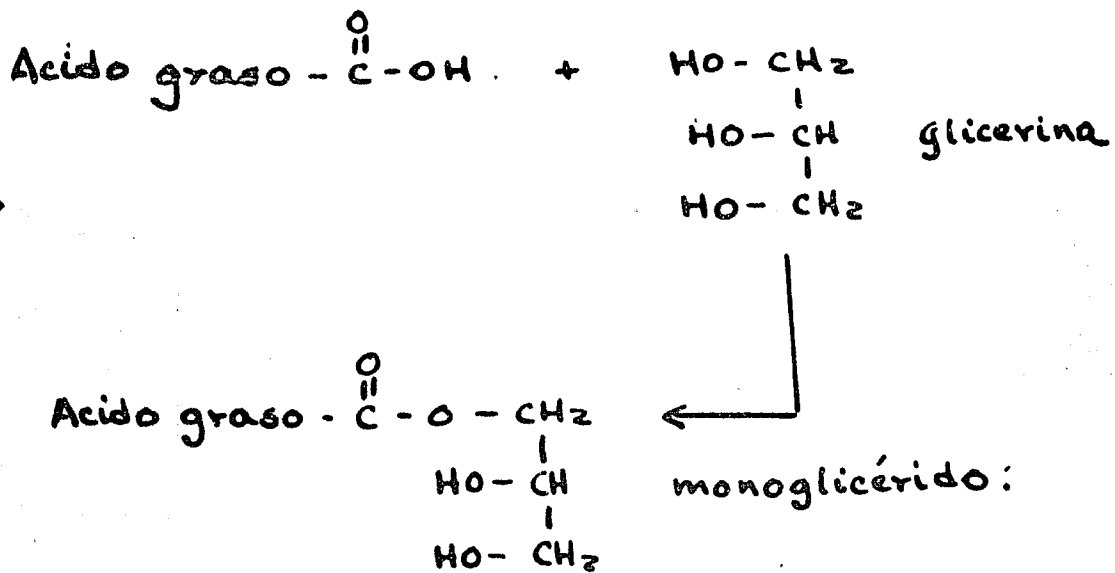
1. - Aceite de cártamo.

2. - Glicerina.
3. - Anhídrido ftálico y maleico.
4. - Pentaeritritol.
5. - Gas nafta y xilol ( diluyente ).

El procedimiento es el siguiente:

- a ). - Se carga aceite y glicerina.
- b ). - Se calienta a 170° C. y se añade litargirio ( P b O ) como catalizador.

NOTA:- a y b constituyen la primera fase que es la formación de un monoglicérido:



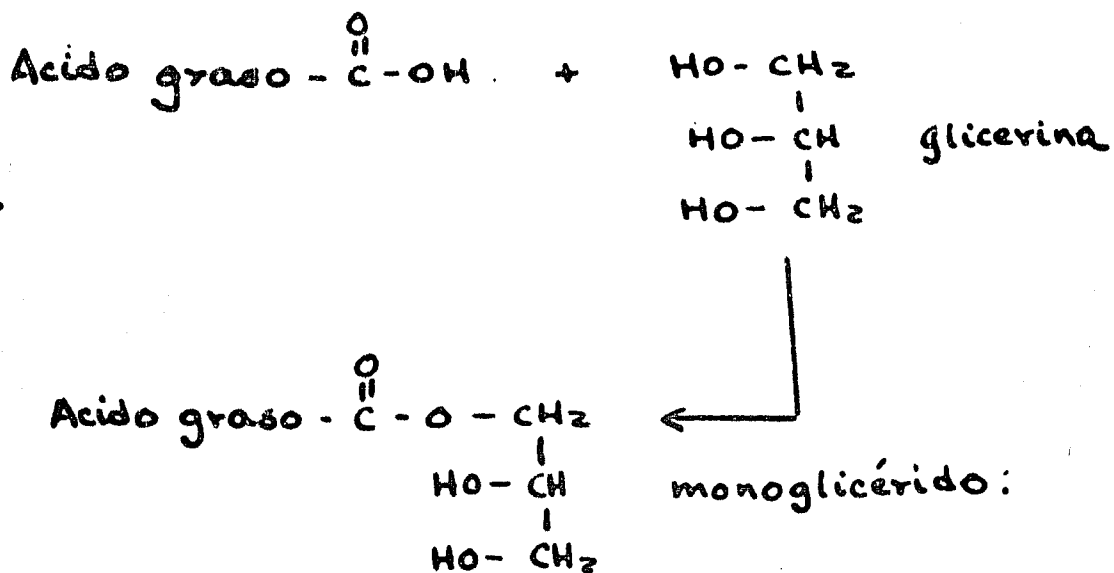
c ). - Una vez formado el monoglicérido ( cosa que se determina probando alcoholisis, con porciones proporcionales de anhídridos, en el laboratorio ) se cargan anhídridos y Pentaeritritol y se

2. - Glicerina.
3. - Anhídrido ftálico y maleico.
4. - Pentaeritritol.
5. - Gas nafta y xilol ( diluyente ).

El procedimiento es el siguiente:

- a ). - Se carga aceite y glicerina.
- b ). - Se calienta a 170° C. y se añade litargirio ( P b O ) como catalizador.

NOTA:- a y b constituyen la primera fase que es la formación de un monoglicérido:



c ). - Una vez formado el monoglicérido ( cosa que se determina probando alcoholisis, con porciones proporcionales de anhídridos, en el laboratorio ) se cargan anhídridos y Pentaeritritol y se

caliente a 250° C. hasta obtener viscosidades de Z ( Gardner ) y acidez de 8.

d ). - Se enfría a 200° C. y se añade xilol y gas nafta ( mineral spirits ) hasta tener 50% de sólidos totales.

e ). - Se filtra y se descarga.

Problemas:-

1. - Viscosidad. - El aumento de la viscosidad debe ser siempre gradual y proporcionado al número ácido, sin embargo puede darse el caso de aumentos bruscos.

Esto es sumamente peligroso y solo se controla cargando anhídrido ftálico ( si la acidez es baja ) o aceite si la viscosidad es muy alta.

Normalmente, se traza una gráfica de viscosidad contra acidez, y se puede observar cuál de las dos avanza más rápido.

2. - C o l o r . - Aunque no es frecuente, el color de este alquidal suele subir, bien por un ciclo demasiado largo, o por aceites oscuros originalmente.

Para evitar lo primero ( ciclos largos ) se siguen las instrucciones al pie de la letra, pero se hacen modificaciones durante la primera parte. Por ejemplo: si la alcoholisis es tardía, se puede aumentar temperatura 10° C. y cargar más litargirio.

debe estar libre de estos residuos, de lo contrario, la brea no se disuelve y también se sedimenta.

c ). - CONTROL QUIMICO DE PROCESOS. DETERMINACIONES.

La importancia del control en los procesos es obvia. - Todos los datos obtenidos durante los ciclos, indican el ritmo de las síntesis, los problemas y desviaciones de las reacciones y muchas veces, son el aviso oportuno para corregir dichas anormalidades.

Para cada lote fabricado, existe una ficha de análisis en la cual se incluyen:

- a ). - El producto.
- b ). - El número de carga.
- c ). - La hora y minutos de cada determinación.
- d ). - El dato exacto de la determinación.
- e ). - El nombre y la firma del analista.

Todas las adiciones, cargas, descargas, filtraciones, - ajustes, etc., etc. hechas durante el proceso son anotadas por el analista.

Los tiempos de la ficha de control, son cotejados posteriormente con la gráfica ( termógrafo ) del producto fabricado.

Si un proceso se interrumpe por cualquier causa, ésta - se anota, con todas las explicaciones necesarias.



Puede ser debido a fallas en el equipo, o a que las determinaciones de control indican algún problema serio que amerita enfriar y suspender el ciclo.

Las determinaciones más comunes son las siguientes:

a ). - Número Acido:- Se emplea una solución - 0.1 N de KOH alcohólica ( metanol ). Se hace de la siguiente manera:

Una muestra pesada ( exactamente ) se disuelve en caliente (  $65^{\circ}$  C. ) en una solución de benceno - etanol ( 50 - 50 )

Se enfría, se añade fenolftaleina, y se titula - - hasta que vire ( rosa pálido ) con la solución de potasa metanol 0.1 N.

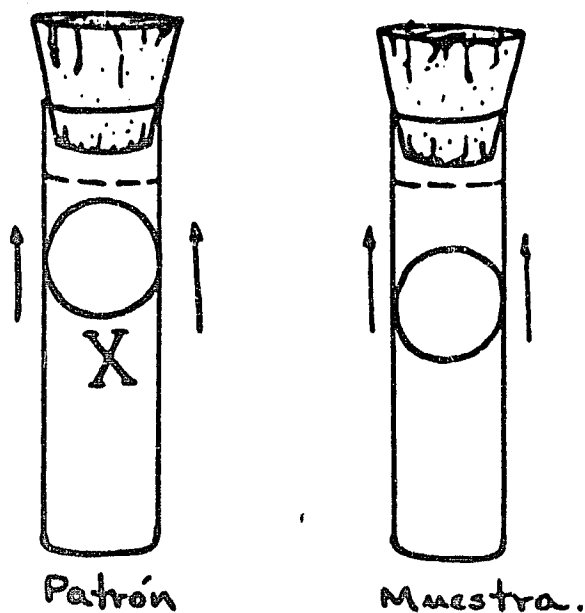
b ). - Viscosidad. - Puede determinarse por dos métodos:

1. - Gardner.

2. - Brookfield.

1. - Gardner. - Es una escala de letras, con patrones de líquidos viscosos, en tubos calibrados de la A<sub>1</sub> a la Z<sub>6</sub>.

Se toma la muestra, se coloca en un tubo calibrado y se compara con el patrón. La comparación se hace observando la velocidad con que se desplaza la burbuja de aire que queda en ambos tubos:



La determinación debe hacerse a 25° C exactos.

2. - Brookfield. - Es un aparato que consta de un rotor - muy sensible con agujas de diferente grosor y mide la resistencia que opo<sub>n</sub>e la muestra al girar dentro de ella.

Trabaja a 6, 12, 25 y 33 RPM y tiene una escala que mar<sub>ca</sub> c p s ( centipoises ).

La escala marca de 300 a 20,000 c p s datos que se obtienen mediante un factor para cada aguja y para cada velocidad. Tam-  
bién se determina a 25° C. exactos. La escala Gardner corresponde a la Brookfield. Cada letra tiene un valor diferente en centipoises.

C o l o r . - También se determina por dos métodos:

1. - Gardner - Holdt.
2. - A p h a .

1. - Gardner. - Es una escala de colores; del amarillo pálido, al rojo oscuro; la escala consta de 15 o 16 tubos calibrados iguales a los empleados en las viscosidades. El No. 1 Gardner, corresponde, más o menos al 100 de la escala A P H A .

La determinación se hace comparando a simple vista el tubo del problema con el patrón.

Este método es aplicable a las resinas y productos cuyos colores son por lo general altos. Ejemplo: alquidales, epóxicas, fenólicas, urea - formaldehído, etc.

2. - A p h a . - Se hace en un colorímetro de comparación, Hellige. Consta de un disco con vidrios de color amarillo de distinta intensidad. Dos tubos de 50 c. c. de capacidad. En uno se pone agua destilada, en el otro la muestra. Se observa por el lente, haciendo girar el disco hasta que el patrón y la muestra tengan el mismo color.

Cada vidrio está marcado con un número del 10 - al - 100.

Este método es aplicable en las resinas cuyo color es bajo; a simple vista se ven blancas, pero al colocar la muestra en el colorímetro, se puede observar que marca 10 APHA, 20, 30, 40, 50, etc., etc.

En los plastificantes se permiten colores de 10 a 50 APHA máximo en resinas poliester se aceptan colores de 25 a 75 APHA máximo.

Tanto el método Gardner - Holdt como el APHA, son más bien apreciativos, porque sería impráctico determinar el color con fotocolorímetro, por el manejo del aparato, el uso constante y la rapidez de la determinación.

Densidad. - Se determina con densímetros calibrados a 25° C. y se hace de la siguiente manera: ( aplicable a todos los plastificantes ).

1. - Se toma la muestra ( previamente filtrada ) del plastificante.
2. - Se enfría a 25° C.
3. - Se coloca en una probeta de 50 ml.
4. - Se sumerge el densímetro adecuado, cuidando que no toque las paredes de la probeta.
5. - Se deja reposar 3'
6. - Se hace la lectura.

Las determinaciones antes mencionadas, son las más importantes ( del control de proceso ) sin embargo hay un sinúmero de pruebas químicas que se efectúan dependiendo del proceso de que se trate.

De estas últimas daremos solo algunos ejemplos, mencionando su aplicación.

Número de Hidroxilos aplicado en plastificantes poliméricos. - Se hace por el método de pridina - butanol. Se titulan una mues-

tra y un blanco; en la última parte con solución 0.1 N. de  $\text{KOH} - \text{CH}_3 - \text{OH}$ .

Equivalente Epóxico. - Típica titulación en medio no acuoso. Se disuelve una muestra en clorobenceno, se añaden unas gotas de solución indicador cristal violeta, y se titula hasta verde - agua con solución 0.1 N. de ácido bromhídrico, aplicado en resinas epóxicas.

Formaldehído libre:- Aplicado en resinas urea formaldehído. Se disuelve una muestra de resina ( 2 - 3 grs. ) en 25 ml. de metanol Q.P. Se añaden 25 ml. de solución 1 molar de sulfito de sodio.

Se titula con solución 0.1 N de ácido clorhídrico hasta pH de 9.6 ( utilizando para este fin agitador magnético y pHmetro ).

Tiempo de gelado. - Aplicado en resinas poliéster. Se pesan 100 grs. de muestra en un vaso de precipitados, se añaden 0.3 grs. exactos de solución de naftenato de cobalto al 6 % Se enfría a 25° C. y se adiciona 1 gr. de peróxido de metil - etil - cetona.

Se toma el tiempo con un cronómetro desde el momento en que se añade el peróxido hasta que la resina hace "hilos" con un agitador.

Sólidos Totales. - Aplicable en todas las resinas líquidas, que llevan algún solvente para facilitar su manejo. Ejemplo: Alquidales, Poliéster, Urea Formaldehído, epóxicas, etc. Se pesan 250 mg. de muestra en una ó varias charolas de aluminio de 6 cms. de diámetro. Se colo



can en estufa a 140° C. durante 45 - 60 minutos, se sacan en un deseca--  
dor y se dejan enfriar. Se vuelven a pesar y se calcula la diferencia.

d ). - EQUIPO DE TRABAJO. PROBLEMAS COMUNES Y SU SOLUCION.

En el inciso "b" del capítulo No. I, se hizo la descrip--  
ción del equipo de trabajo. Básicamente se resume a los cinco reactores  
y a los tres tanques de dilución. Aunque es raro que el equipo de proble\_  
mas, el departamento de mantenimiento labora constantemente en él.

Desincrustando serpentines y condensadores, limpiando  
bombas y tuberías, soldando fugas, pintando, etc., etc.

Los principales problemas en el equipo de trabajo, son:

A ). - Fugas. - Pueden ser en serpentines, en -  
tanques, en tubos, etc.

Cuando la fuga se localiza en el serpentín de un  
reactor ( cosa que sucede por exceso de presión y trabajo constante ), apa  
recen cantidades pequeñas de agua en las resinas ( si el serpentín es de -  
vapor ); si es de Dow - Therm, la resina que se procesa en ese momento\_  
se echa a perder irremediabilmente; adquiere color café y olor caracterís\_  
tico.

Cuando alguna de estas cosas acontece, se des-  
carga el producto inmediatamente, se localiza la fuga y se repara.

Si hay que soldar, se aísla la zona, poniendo to

do solvente inflamable suficientemente alejado del sitio.

A veces se evita esa operación, cambiando el serpentín completo, pero no siempre es posible.

B ). - Bombas. - Las bombas requieren de un mantenimiento preventivo constante. Consiste en engrase, revisión y ajuste.

Si el mantenimiento no es constante, los estoperos empiezan a perder el ajuste y los productos que son bombeados se tiran. Se ha calculado la pérdida de materias primas y productos terminados por este concepto, y resulta considerable.

C ). - Incrustación. - Es, tal vez, el problema más serio del equipo de trabajo. Aunque el departamento de mantenimiento desincrusta constantemente, esto es relativamente insuficiente y se presenta muy a menudo el problema de ductos tapados, condensadores ocluidos, etc.

El agua cruda del pozo contiene más de 250 p. p. m. de sales ( carbonatos en su mayor parte ). Se usa como desincrustante una solución de ácido muriático con sales crómicas como inhibidores.

D ). - Gases. - Los principales son el nitrógeno y el bióxido de carbono. El problema con ellos son las fugas. Las pérdidas son considerables.

En general, las fugas en las líneas de estos gases son difíciles de localizar por ello, muchas veces pasan días, sin que se noten siquiera, y la pérdida aumenta.

E ). - Vapor. - Es muy común, que el vapor se desperdicie en grandes cantidades si no se revisan todas y cada una de las válvulas que intervengan en su manejo.

Cuando estas válvulas pierden su ajuste original el vapor escapa y la caldera tiene que trabajar en exceso y sin efectividad.

Las fugas en las líneas de vapor se presentan muy a menudo, y es necesario repararlas constantemente.

El departamento de mantenimiento revisa y hace los arreglos necesarios para evitar pérdidas inútiles de este elemento de vital importancia en las operaciones de la planta.

D ). - Fallas eléctricas. - Aunque rara vez ocurren, son en general difíciles de arreglar debido a la complicación de líneas y circuitos. Cuando se presenta un corto circuito o una anomalía similar, es necesario desconectar muchos aparatos que intervienen en el circuito afectado.

La planta de luz auxiliar, se pone en servicio 15 minutos diarios para asegurar su buen funcionamiento, ya que las interrupciones de la energía eléctrica en la zona en la que se encuentra la fá-



brica son normalmente a diario.

Esto se debe al constante cambio de instalaciones y subestaciones que la zona mencionada requiere por el desarrollo industrial tan intenso que presenta.

En general los problemas y fallas del equipo mencionados son los comunes. Lógicamente existen muchos otros que no se incluyen por resultar de poca importancia.

### CAPITULO III

#### CONTROL DE CALIDAD

En la industria en general, el control de calidad adquiere día a día mayor importancia. El afán de superación de las empresas, hace que los métodos usados, el personal, los implementos de trabajo y las especificaciones finales de los productos sean mejores y más estrictas.

En la planta, los elementos con que el departamento de control de calidad cuenta, son suficientes para obtener resultados satisfactorios: sin embargo, cada año, se adquieren nuevos aparatos para el laboratorio, se revisan los métodos de control y se sustituyen los que resultan inexactos o imprácticos.

La competencia en el mercado de las resinas sintéticas ha aumentado desmesuradamente en los últimos años y esto exige precios más bajos y calidad más alta.

Para lograr lo primero, se busca simplificar procesos, acortar los ciclos de síntesis, adquirir equipo más moderno y efectivo.

Para lo segundo, es indispensable practicar un control de calidad estricto y efectivo.

a ). - DETERMINACIONES EN LAS MATERIAS PRIMAS. ESPECIFICACIONES.

1. - Muestreo. - Al recibir cualquier materia prima, ya sea en gran escala o en pequeña; ya sea de plaza o de importación; los almacenistas toman muestras representativas del embarque y las mandan al laboratorio de control de calidad, el cual debe decir si se aceptan o no.

Las determinaciones practicadas incluyen desde pruebas, sencillas como: densidad, punto de ebullición, punto de fusión, etc.; hasta determinaciones de pureza, ensayos cuantitativos, etc.

2. - Determinaciones comunes. -

1 ). - A materias primas en estado líquido.

2 ). - A materias primas en estado sólido.

A las materias primas en estado líquido, como solventes, alcoholes, etc., etc. se les determina la densidad, el punto de ebullición, el índice de refracción, índice de yodo ( aceites ), saponificación, metales pesados, etc., etc.

Ejemplo: Glicol - propilénico:

Gravedad específica 25° C - 1.038 gr/cc.

Punto de ebullición - 148 - 152° C.

Índice de refracción 25° C -

Color A P H A - 10

Aceite de Linaza:

No. Acido - 0.3 máx.

Indice de yodo - 185 - 195

Color - Gardner - 4 - 5 máx.

Gravedad esp. 25° C. - 0.890 0.910 gr/cc.

En la planta se manejan más de 450 materias primas, - por ello, sólo se explica el modo de trabajo del control y el tipo de determinaciones y análisis practicadas en ellas, mencionando algunos ejemplos típicos.

**b ). - DETERMINACIONES EN LOS PRODUCTOS TERMINADOS. ESPECIFICACIONES.**

En los productos terminados, el control de calidad adquiere su mayor importancia.

El consumidor exige calidad alta en los productos que compra porque de ella depende, a su vez, la calidad de sus productos, así pues, todas las especificaciones fijadas para los productos terminados son inamovibles y si un producto no las llena, es rechazado inmediatamente. Para mayor facilidad, se tratarán métodos y especificaciones de los productos terminados, de la misma manera que se hizo en el capítulo II ( inciso "a" ), es decir, por grupos.

Grupo I. - Plastificantes:

a ). - Monoméricos. - Como ya se dijo, son líquidos densos y de alto punto de ebullición. Se les determina color, acidez, densi-

dad, índice de refracción y estabilidad ( 2 horas a 200° C. ).

Ejemplo: Ftalato de dibutilo.

Color. -	10 APHA máx.
Densidad 25°	0.927 - 0.930 gr./cc.
Acidez. -	0.05 máx.
Índice refracción 25° C.	1.26428 máx.
Estabilidad. -	No debe aumentar color de 15 APHA.

A los plastificantes monoméricos, suele determinárseles el contenido de éster, es decir la pureza; se hace la siguiente manera:

Se pesan 100 grs. ( exactos ) del plastificante, en un vaso de precipitados, se pone en la estufa a 215° C. durante una hora. Se saca, se deja enfriar en un desecador y se vuelve a pesar. La pérdida de peso no debe ser mayor del 1%, es decir, debe contener el 99% mínimo de éster formado.

A veces, los plastificantes monoméricos, retienen pequeñas cantidades del alcohol del cual se forman y éste se evapora durante la prueba de pureza; si es una cantidad considerable, el resultado de la prueba lo indica.

b ). - Plastificantes Poliméricos. - Se les determina: acidez, viscosidad, número de oxidrilos, color, estabilidad y sólidos totales.

Ejemplo: A - 761 ( nombre del producto ).

Color. -	3 Gardner máx.
Acidez. -	3 máx.
No. OH <sup>-</sup> s. -	4 máx.
Viscosidad. -	(Gardner) Z <sub>2</sub> - Z <sub>3</sub> mín.
Viscosidad. -	(Brookfield) 18,000 cps mínimo.
Estabilidad. -	( 2 hs. a 200 <sup>o</sup> C. ) no debe aumentar color, ni disminuir el contenido de sólidos totales.
Sólidos. -	( 1 h. a 135 <sup>o</sup> C. ) - 99.5 mínimo.

Grupo II. - Poliester.

Abarca una gama enorme de productos de diferentes características pero cuya fórmula base es la misma como ya se explicó antes. En general se les determina: acidez, viscosidad, color, tiempo de gel, temperatura exotérmica, % de sólidos totales y curado al tacto.

Especificaciones: ( Poliester común ).

Color APHA -	50 máx.
Viscosidad Gardner. -	Z <sub>1</sub> mínimo.
Viscosidad Brookfield. -	2,700 cps mínimo (2700 cps)
No. Acido. -	25 - 30 máximo.
Tiempo de Gel. -	20 minutos.
Temperatura exotérmica. -	175 <sup>o</sup> C. mínimo.

% de sólidos totales. 70 - 72 mínimo.

Curado al tacto. - bueno.

El curado es el acabado de superficie que queda una vez que la resina ha gelado. Debe ser una superficie tersa y dura, como el vidrio.

Grupo III. - Resinas Duras.

Se les determina: número ácido, color, viscosidad al 50% en tolueno u otro solvente, punto de fusión fisher y Durran's.

Especificaciones: ( Ejemplo: Ester Gum H ).

Color; Gardner ( 50% en tolueno ) 5 máximo.

Viscosidad Gardner ( 50% en tolueno ) - x mínimo.

P. Fusión Fisher ( 52° C. ).

P. Fusión Durran's ( 75-85° C. )

La determinación del punto de fusión por el método Durran's se hace de la forma siguiente:

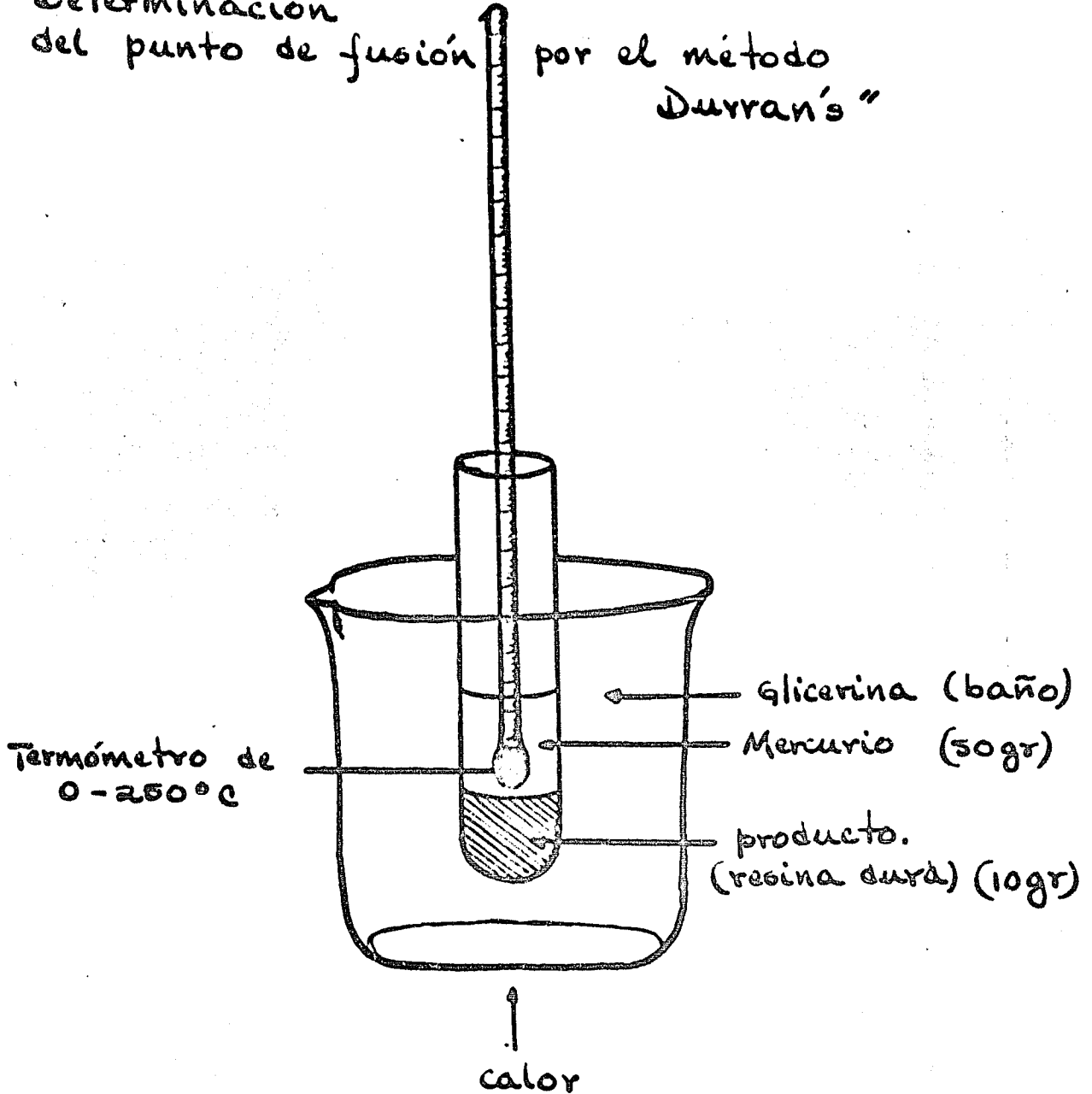
a ). - Se pesan 10 gramos de resina en un tubo de ensaye de 1.5 cms. de diámetro x 10 de largo. Se funde perfectamente en un baño de glicerina.

b ). - Se deja enfriar hasta que endurece.

c ). - Se adicionan 50 grs. de mercurio exacta-

mente pesados, quedando el producto a prueba debajo del mercurio, de la siguiente forma:

"Determinación del punto de fusión por el método Durrán's"



Se caliente el baño lentamente de manera que el aumento



de temperatura no sea más de 3° C. por cada dos minutos. La resina al fundir atraviesa la capa de mercurio. Al llegar a la superficie, se toma la lectura en el termómetro, cuyo bulbo se encuentra sumergido en el mercurio.

#### Grupo IV. - Resinas Epóxicas.

Las determinaciones practicadas en ellas varían según el tipo de epoxica de que se trate. El ejemplo clásico de epóxicas es el 189 cuyas especificaciones se dieron antes ( Capítulo II ). Las pruebas - que normalmente se efectúan son: viscosidad ( Brookfield ), color ( Gardner ) equivalente epóxico, tiempo de gelado y contenido de cloruros ( % ).

Especificaciones	( E - 189 ) nombre del producto.
Viscosidad ( Brookfield )	6,000 - 10,000 cps.
Color Gardner - Holdt.	1 máx.
Equivalente epóxico	185 - 195 máx.
* Tiempo de gelado DT <sub>1</sub>	35 - 40'
Contenido de cloruros	0.15 - 0.25 % máx.
Sólidos totales	99.5 % mínimo.

\* El tiempo de gelado en resinas epóxicas se determina igual que en las resinas poliéster pero empleando como catalizador la trietilen - tetramina.

En general, cualquier amina cataliza las resinas epóxicas sin embargo, las aminas polifuncionales dan mejor resultado, de ahí

su preferencia.

### Grupo V. - Resinas Alquidales.

Como antes se anotó, las resinas alquídicas abarcan un sinúmero de productos y resultaría poco práctico enumerar todos ellos.

El ejemplo típico es A-663 x 50 ( nombre del alquidal ), cuyas determinaciones son: acidez, viscosidad, color ( Gardner - Holdt ), sólidos totales y secado al aire.

Especificaciones	A 663 x 50 ( alquidal )
No. Acido	8 - 10 máximo.
Viscosidad (Gardner)	Y - Z mínimo.
Color (Gardner)	6 máximo.
Sólidos totales	50 ± 1 %
Secado al aire	bueno.

Las resinas alquidales fabricadas en la planta se usan - ( la mayoría ) como bases en pinturas. La prueba de secado consiste en aplicar en un vidrio ( con un aparato especial que deja una película delgada ), una muestra de la resina y dejarla al aire una hora. El secado debe ser total y debe quedar una película cristalina y tersa al tacto.

### Grupo VI. - Resinas de fundición.

También este grupo abarca un gran número de productos

de características diferentes. El ejemplo escogido es una resina del tipo urea - formaldehído denominada C-100 A, a la cual se le determina lo siguiente:

Viscosidad ( Gardner-Holdt ), color ( Gardner ).

Sólidos totales y p H.

Especificaciones.	( C - 100 A - nombre del producto ).
Viscosidad (Gardner)	5 - T
Color ( Gardner )	5 máximo.
Sólidos totales	65 % mínimo.
p H	7 - 7.1 máx.

Con la breve descripción de los seis grupos de productos terminados, se dá por concluido el capítulo III de este trabajo.

Las determinaciones, especificaciones, métodos, y demás puntos escogidos, se considera, con los más importantes y de mayor aplicación dentro de las operaciones normales de la planta.

TABLA DE VISCOSIDAD

GARDNER

BROOKFIELD ( en cps ) 25°C

A	50
B	65
C	85
D	100
E	125
F	140
G	165
H	200
I	225
J	250
K	275
L	300
M	320
N	340
O	370
P	400
Q	435
R	470
S	500
T	550
U	627
V	884
W	1070
X	1290
Y	1760
Z	2270
Z <sub>1</sub>	2700
Z <sub>2</sub>	3620
Z <sub>3</sub>	4630
Z <sub>4</sub>	6340
Z <sub>5</sub>	9850
Z <sub>6</sub>	14,800

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES

#### a ). - DESCRIPCION BREVE DE APLICACION Y USOS DE LOS PRODUCTOS FABRICADOS.

Al hacerse la descripción de cada grupo de resinas fabricadas en la planta, se mencionaron algunas de las aplicaciones más comunes; sin embargo, se dejaron pasar las más importantes para tratarlas en este capítulo .

#### Grupo I. - Plastificantes. -

a ). - Monómericos. - En general se usan en la industria de los plásticos, pero existen algunos cuyo empleo es más especializado, ejemplos: ftalatos de dietilo y dimetilo. Se usan para plastificar acetato y propionato de celulosa. Ftalato de dicitclohexilo. - Se emplea como plastificante de fibras sintéticas.

#### Problemas comunes. -

Acidez. - Si en estos plastificantes la acidez es de 0.05 pierden estabilidad y se descomponen. Todos ellos llevan estabilizadores térmicos, pues en su empleo se alcanzan temperaturas altas ( 230° C. ).

C o l o r . - Es importante que el color sea bajo ( 10 APHA ) de no ser así, importen tonos amarillos a los plásticos u - -

otros productos en cuya manufactura intervienen.

Estabilidad. - Como se anota en el punto anterior, deben resistir temperaturas elevadas, sin cambiar ninguna de sus propiedades.

El ftalato de dietileno se emplea como aditivo en la industria de cosméticos ( cremas y emulsiones ). También en el grageado es muy común emplear este plastificante, como diluyente inerte de los materiales que forman la capa de la gragea. Tal vez su aplicación como desnaturalizante de alcohol etílico sea poco importante, pero es de mencionarse.

#### Plastificantes Poliméricos.

Se les emplea combinándolos con polímeros vinílicos o celulósicos a los cuales imparten gran dureza y resistencia; comparándolos con los monoméricos, puede decirse, que los compuestos resultantes de los primeros son duros y estables, mientras que los de los segundos son flexibles y de poca resistencia.

#### Problemas. -

Si el plastificante polimérico fabricado en la planta ( A-761 referencia ) presenta oxidrilos residuales mayores de 4, al usarse con el cloruro de polivinilo resulta inestable y el producto es bajo en resistencia.

C o l o r . - En la manufactura de piezas cuyos

colores sean claros, es indispensable que el plastificante empleado tenga menos de 3 Gardner de color.

Olor. - Como ya se explicó, en el proceso del A-761 es muy frecuente acetilar, esto da al producto un intenso olor a ácido acético, el cual debe ser eliminado con vacío y gas ( arrastre ) a 190°

C.

### "CARACTERISTICAS IDEALES DE UN PLASTIFICANTE".

1. - Compatibilidad con el producto plastificado.
2. - Ligera solubilización al producto.
3. - Resistencia al calor y a los cambios de temperatura.
4. - Resistencia a la radiación ultravioleta.
5. - Resistencia a agentes químicos en cierto grado.  
( Alcalís, ácidos, etc. ).
6. - Flexibilidad o bajas temperaturas.
7. - Atóxico y no irritante a piel.
8. - Poco o no flamable.
9. - Completamente inodoro.
10. - Estabilidad del color a altas temperaturas.

#### Grupo II. - Resinas Policster.

Su empleo está tan difundido, que sería imposible anotar todos los usos.

Lo más común es usarlo impregnando fibra de vidrio y -

haciendo artículos manufacturados como muebles, botes, carrocerías, láminas, etc., etc. botones.

El poliéster ideal es aquel cuya resistencia a la intemperie ( cambios de temperatura y luz solar ) sea buena; para ello, es casi indispensable que no contenga más del 30% de monómero de estireno, es decir 70% de sólidos totales.

#### Problemas.

a ). - Color. - Cuando se le emplea en la fabricación de botones, se requiere un color de 10 APHA máx.

b ). - Gelado. - Si el tiempo de gelado no es el especificado, al aplicarlos no se logra uniformidad en el acabado.

c ). - Tixotropía. - ( Se emplean mucho para cubrir superficies ). Si el agente tixotrópico no está bien repartido en la resina, el producto se escurre y el recubrimiento no es homogéneo.

#### Grupo III. - Resinas duras.

El ejemplo típico es el Ester Gum, que se usa como aditivo inerte en la goma de mascar.

#### Problemas.

1. - Sabor. - Debe tener un mínimo sabor a brea.
2. - Olor. - Debe ser inodoro.



3. - Punto de fusión. - Deberá ser de 85° C. Durran's.

Si es bajo de 85° C. las máquinas mezcladoras no logran el grado deseado en las proporciones al combinarlo con chicle natural y azúcar.

### Resinas Epóxicas.

El uso más frecuente de ellas es como aislantes y pegamentos, aunque también se les emplea en pinturas y otros recubrimientos orgánicos.

#### Problemas. -

1. - Cloruros. - Si el contenido de cloruros es elevado, ( > de 0.15 % ) el tiempo de gelado es corto, lo que, ocasiona serios problemas en su aplicación.

2. - Viscosidades bajas. - En epóxicas sencillas E-190 ( referencia ) se buscan viscosidades de 10,000 cps. si no se alcanzan, al aplicarlas resultan termolábiles.

3. - C o l o r . - Aunque no a menudo, el color puede convertirse en un problema serio, cuando se les usa en la fabricación de pinturas.

### Grupo V. - Resinas Alquídicas.

En la fabricación de pinturas u otros recubrimientos co-

mo barnices modificados de secado lento.

También son usadas en acabados al horno.

Problemas comunes.

C o l o r . - Deben tener un color de 6 Gardner\_ H. máximo, si no, imparten oscurecimiento excesivo a la pintura.

Contenido en sólidos. - Normalmente deben ser 50%, y el solvente ( xilol y gas ) naftal para obtener buenos acabados y se cado rápido.

P elícula. - Debe ser uniforme, de cierta flexi- bilidad y cristalina.

Grupo VI. - Resinas de fundición.

Por su amplia difusión, los usos de éstas resinas son - innumerables, pero en general se trata de mezclas físicas.

Problemas Comunes.

1. - Homogenización. - Todas las mezclas usadas como aglutinantes en núcleos de fundición deben ser homogéneas, de no -- ser así se presenta desintegración del núcleo antes del tiempo debido y re sultan piezas defectuosas. Además, al cargar las arenas pre-mezcladas\_ con estas resinas, hay partes que se endurecen, tapando ductos y causando

pérdidas de tiempo innecesarias.

2. - Control de proceso. - Realmente constituye un problema controlar, durante el proceso estas mezclas porque no hay aún pruebas químicas que puedan aplicarse, sin embargo, se practican algunas determinaciones como: sedimentación, adherencia, sólidos y viscosidad.

3. - Un caso ideal de este tipo de productos es una mezcla cuyos ingredientes son aceite de cártamo, brea y petróleo.

Se le determina densidad, durante el tiempo de mezclado. Al llegar a 1.278 - 1.313 gr./cc. se considera que la mezcla es homogénea y se procede a descargarla.

**c ). - INCREMENTO EN EL CONSUMO DE LOS PRODUCTOS FABRICADOS.  
DEMANDA EN EL MERCADO NACIONAL.**

El incremento en el consumo de las resinas sintéticas en México, alcanza porcentajes elevados en los últimos cinco años.

Nuevas industrias se han creado, cuya base son las resinas sintéticas. En el campo de los plásticos; hoy día se fabrican productos plásticos de alta calidad ( envases, piezas automotrices, artículos decorativos ) cuya manufactura requiere materias primas de normas de calidad elevada y que se fabrican en México.

Las fibras sintéticas usadas en la fabricación, de telas

modernas son, en su mayoría, procesadas con materias primas (resinas) hechas en México.

La planta a la cual se ha hecho referencia en este trabajo, producía originalmente 80-90 toneladas mensuales y sus productos - - eran solamente plastificantes y resinas poliéster.

El estudio de mercados indicó las posibilidades de venta de 50 tipos de resinas nuevas en México, y a la fecha la producción de la planta es de 600 toneladas mensuales.

La línea de productos fabricados abarca más de 350; desde simples mezclas, hasta resinas urea formaldehído, etc., etc.

Actualmente se estudian y desarrollan 18 tipos nuevos de resinas que se espera lanzar al mercado el año de 1970.

Es indiscutible, que el desarrollo de la industria química en todas sus ramas es vertiginoso. En general, la industria en cuestión es la que más aportaciones ha dado al país.

Simplemente, la industria químico-farmacéutica ha reducido las enfermedades del pueblo, alargando con ello, el promedio de vida.

Los artículos elaborados, de uso común tienen, en un 99%, productos químicos que intervienen directa o indirectamente en su fabricación.

A continuación se dan algunos datos expuestos en el artículo "Balance del desarrollo de la industria química", que fue publicado en la revista "Comercio Exterior" el día 3 de marzo de 1969.

1. - La industria química participó con el 8.84% del total de la inversión privada realizada en 1968, incrementándose la de la industria química en 2,850 millones de pesos, lo que implica un total de 12,521 millones de pesos.

2. - La producción; excluyendo la industria farmacéutica, la de pinturas y plásticos, fue de 11,510 millones de pesos, lo que representa un incremento del 15.2 %.

3. - La importación de productos químicos ascendió a 3,407.5 millones de pesos, sosteniéndose la exportación en 720 millones. En relación con los países de la ALALC, esta rama conservó una balanza comercial favorable. Las importaciones fueron de 98 millones de pesos y las exportaciones de 137 millones.

4. - En el proceso de desarrollo industrial, el Estado, guía el crecimiento económico, con políticas económicas dinámicas, como son el manejo de aranceles, el otorgamiento de alicientes a la exportación y la utilización de incentivos fiscales.

5. - Debido a lo anterior, la Secretaría de Hacienda está llevando a cabo la reestructuración de la tarifa del impuesto -

general de importación que es uno de los más bajos del mundo. En la actualidad han sido derogadas 278 fracciones de las 13,000 fracciones existentes.

6. - El consumo per cápita de productos químicos ascendió de 165 pesos en el año de 1954 a 484 en 1968; y la tasa promedio anual de crecimiento de la industria de 1950 a la fecha ha sido del 9 %. Sin embargo es difícil enfrentarse a la competencia internacional debido a la ausencia de una tecnología propia.

7. - La industria mexicana de hormonas esteroides, cubre más del 50% de la demanda mundial y su exportación absorbe el 97 % de la producción Nacional, suponiendo una entrada anual de divisas de 200 millones de pesos; lo cual, a su vez, revierte al sector campesino que percibe 50 millones por pago de materias primas.

8. - La industria químico - farmacéutica gastó 880 millones de pesos, en materias primas químicas, correspondiendo el 8.5 % a productos mexicanos. Se invirtieron 400 millones y se exportaron 200 millones de pesos. Esta rama constituye una fuente de trabajo para 3,000 obreros y técnicos mexicanos.

9. - El valor de la producción de resinas sintéticas ascendió en 1968 a 727 millones con un incremento del 25 % en relación a 1967; las ventas globales de fibras artificiales y sintéticas fueron de 572 millones.

10. - Respecto a anilinas colorantes, el consumo interno aparente es de 2800 toneladas, cubriéndose en un 50% con producción nacional.

La producción de pigmentos orgánicos fué de 37 millones de pesos importándose 5 millones.

11. - La elaboración de productos básicos es del orden de 1500 millones de pesos; la fabricación de carbonato de sodio se incrementó en 1968 en 22.8 % respecto al del año inmediato anterior.

12. - El país ya es autosuficiente en la elaboración de sosa cáustica sólida, en escamas y granulada, desde el año de --- 1968.

13. - Respecto a la función de la industria química en el agro, se concluyó que es conveniente que el agricultor esté asesorado por entomólogos para el empleo adecuado de productos químicos.

14. - Por último, se hizo hincapié en que son --- insuficientes los recursos dedicados a la investigación industrial.

#### d ). - CONCLUSION FINAL.

El objeto principal de este trabajo, ha sido, dar una idea de las operaciones internas de una planta de resinas sintéticas.

Los productos, procesos, determinaciones, y demás puntos tratados, así como los problemas mencionados, son la acti

vidad diaria de la planta descrita.

Indudablemente, resultaría sumamente extenso y complicado tratar con mayor profundidad los puntos anotados, de ahí que se hayan hecho descripciones sencillas y explicaciones concisas y breves.

Ante la imposibilidad de contar con planos exactos del equipo, se han diseñado los esquemas de distribución N<sup>o</sup> (s) 1 y 2 que señalan todas y cada una de las partes que constituyen la fábrica.

Por último, se evitó mencionar detalles de catalizadores, aditivos, formulaciones especiales, etc., por razones obvias.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. - "TECNOLOGIA DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS ORGANICOS"  
De A. Blanco Matas.  
Primera Edición. 1966.
  
2. - "ORGANIC COATING TECHNOLOGY"  
De Henry Fleming Payne.  
Vol. I. Primera Edición. 1954.
  
3. - "CHEMICAL ENGINEER'S HANDBOOK"  
De John H. Perry.  
Cuarta Edición. 1963.
  
4. - "CHEMISTRY AND PROCESSING OF ALKYD RESINS"  
by " MONSANTO CHEMICAL COMPANY ".  
1st. Edition. 1952.