

300618

8  
25



**UNIVERSIDAD LA SALLE**

ESCUELA DE QUIMICA  
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

**"DISOLVENTES EN LA INDUSTRIA DE LOS ADELGAZADORES"**

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A  
JOSE OSAWA DIAZ

MEXICO, D. F.

1987

**FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

INDICE.

pag.

Capítulo I.	
Introducción: "teoría de los disolventes"	1
I.1 Disolventes para hacer una solución	1
a. Disolventes	1
b. Adeigazador	2
c. Copulador	2
I.2 Disolventes para depositar un recubrimiento	2
a. Disolvente Activo	3
b. Disolvente Latente	3
c. Disolvente Diluyente	3
Capítulo II.	
Propiedades más importantes de los disolventes	5
II.1 Viscosidad	5
II.2 Poder disolvente	6
II.3 Velocidad de Evaporación	7
II.4 Olor	8
II.5 Toxicidad	9
Capítulo III.	
Características más importantes de los disolventes y su medición	11
III.1 Peso específico	11
III.2 Rango de destilación	12
III.3 Punto de inflamación	14
III.4 Evaporación relativa	14
III.4.1 Aquellos que no forman azeótropo	16
III.4.2 Aquellos que sí forman azeótropo	16
III.5 Valor Kauri Butanol	23
III.6 Punto de anilina y mezcla del punto de anilina	24
III.7 Corrosión de cobre para disolventes hidrocarburos	24
III.8 Poder disolvente	25
III.9 Relación de dilución	26
III.10 Color	30
III.11 Contenido de agua	30
III.12 Resistencia al "nublado"	32
III.13 Acidez	33
III.14 Parámetros de solubilidad	34
III.14.1 Energía de cohesión	35
III.14.2 Puente de Hidrógeno	35
III.14.3 Polaridad	36

Capítulo IV.		
Protección estática, almacenamiento y manejo de los disolventes		39
IV.1	Protección estática para materiales inflamables	39
IV.1.1	Naturaleza de la electricidad estática	39
IV.1.2	Métodos para reducir los riesgos de la electricidad estática	43
IV.1.3	"Aterrizado" de equipo en áreas de alto riesgo	44
IV.1.4	"Aterrizado" de tanques de almacenamiento, tambores, carros tanques de Ferrocarril y pipas que manejan disolventes	49
IV.1.5	Conexión a tierra de tuberías	57
IV.1.6	Mantenimiento de la protección estática	61
IV.1.7	Electricidad estática producida por el personal	63
IV.2	Almacenamiento y manejo de los disolventes	63
IV.2.1	Manejo de disolventes en tanques	63
IV.2.2	Manejo de disolventes en tambores	64
Capítulo V.		
Clasificación de los disolventes		67
V.1	Clasificación de los disolventes por su composición	67
V.1.1	Disolventes terpénicos	68
-	Aguarrás	68
-	Dipenteno	69
-	Aceite de pino	70
V.1.2	Disolventes Hidrocarburos	70
a.	Bajo punto de ebullición	73
-	Benceno	73
-	Ciclohexano	73
-	Hexano	73
b.	Diluyente de laca	74
-	Tolueno	74
-	Naftas aromáticas	74
-	Naftas alifáticas	75
c.	Punto de Ebullición Medio	75
-	Xileno	75
-	Naftas aromáticas	75
-	YM & P Naftas	76
d.	Alto punto de ebullición	76
-	Gas nafta	76
-	Naftas aromáticas	77
-	Aromáticos	77
e.	Tipo petróleo	77
-	Petróleo blanco	77

- Naftas aromáticas	78
- Aromáticos	78
V.1.3 Disolventes Oxigenados	78
a. Alcoholes	79
a.1 Alcohol metílico	80
a.2 Alcohol etílico	81
a.3 Alcohol isopropílico	82
a.4 Alcohol butílico	82
a.5 Alcohol amílico	83
a.6 Otros alcoholes	83
b. Esteres	83
b.1 Acetato de metilo	84
b.2 Acetato de etilo	85
b.3 Acetato de isopropilo	85
b.4 Acetato de butilo normal	85
b.5 Acetato de amilo	86
b.6 Acetato de cellosolve	86
b.7 Otros ésteres	87
c. Glicóéteres	87
c.1 Metil cellosolve	90
c.2 Cellosolve	90
c.3 Butil cellosolve	91
d. Cetonas	92
d.1 Acetona	93
d.2 MEK	94
d.3 MIBK	94
d.4 Ciclohexanona	95
d.5 Isoforona	95
d.6 Otras cetonas	96
V.1.4 Furanos	96
V.1.5 Nitroparafinas	98
- 2 Nitropropano	98
V.1.6 Disolventes clorados	100
 Capítulo VI.	
Bases para la formulación de adelgazadores	101
VI.1 Formulación de los adelgazadores	103
VI.2 Disolventes para sistemas de recubrimiento	107
VI.3 Reformulación de adelgazadores	107
 Capítulo VII.	
Toxicidad y primeros auxilios	109
VII.1 Toxicidad	109
VII.1.1 Control de exposición	111
VII.1.2 Responsabilidades del patrón	113
VII.1.2 Responsabilidades del trabajador	113

VII.2	Reglamentación toxicológica según SIMAR	114
VII.2.1	Identificación de la clave de riesgo	117
VII.2.2	Criterio para riesgos de salud	119
VII.2.2.1	Efectos crónicos para la salud	120
VII.2.3	Criterio sobre inflamabilidad	121
VII.2.4	Criterio sobre reactividad	123
VII.2.5	Hojas de información de materias primas sobre seguridad	124
VII.2.6	Etiquetado de materias primas	125
VII.2.7	Claves para los equipos	127
VII.2.8	Codificación de algunos disolventes según el sistema SIMAR	129
VII.3	Niveles máximos de concentración permisibles de concentración de los disolventes en el ambiente de los centros de trabajo, para jornadas de 8 hr.	131
VII.4	Manifestaciones toxicológicas de algunos disolventes en gran concentración en el aire	133
VII.5	Primeros auxilios	136
Capítulo VIII.		
Conclusiones		138
Apéndice A.		
Tabla de propiedades de los disolventes		143
Bibliografía		144

## CAPÍTULO I.

### INTRODUCCION.

#### "TEORIA DE LOS DISOLVENTES."

Los disolventes tienen una variedad muy amplia de aplicaciones; el propósito de éste estudio, se limitará a la aplicación y requerimientos de los disolventes a los recubrimientos.

Los recubrimientos que se utilizan con fines decorativos y de protección, generalmente contienen un pigmento y un "vehículo"; la función de éste último es dispersar las partículas de pigmento.

La resina (principal constituyente del vehículo), es usualmente un material sólido amorfo ó un líquido muy viscoso. Sin disolventes estos materiales resinosos no se pueden aplicar en las superficies. Para hacerlos aplicables se requiere disolver la resina en disolventes que produzcan una solución con las propiedades necesarias para su fácil aplicación.

#### 1.1. DISOLVENTES PARA HACER UNA SOLUCION.

##### a. Disolventes.

La función del disolvente es disolver una substancia. En este caso, una resina no se disuelve de una manera tan simple como el azúcar en el agua.

Las características del vehículo varían de acuerdo al ti

po de resinas y de disolventes empleados, por lo que la tecnología del disolvente no es más que la conducta de diferentes sistemas de resinas en varios tipos de disolventes.

b. Adelgazador.

El papel de adelgazador es primordialmente, el de reducir la viscosidad de la solución obtenida cuando una resina se disuelve. Un adelgazador puede estar constituido por un sólo disolvente ó por la mezcla de varios de ellos para dar el efecto deseado. El adelgazador no se usa únicamente para bajar la viscosidad de la solución, sino también para reducir el costo, controlar la velocidad de evaporación (secado), y aumentar las propiedades de manejo de la solución de resina.

c. Copulador.

El papel del copulador es aumentar la compatibilidad de dos disolventes de miscibilidad limitada ó la de aumentar la compatibilidad en la solución de dos resinas. A menudo el papel del copulador es asegurar que la resina permanezca en solución cuando se añade un adelgazador a la mezcla de resina-disolvente. Un ejemplo de un copulador muy utilizado es el alcohol isopropílico.

1.2. DISOLVENTES PARA DEPOSITAR UN RECUBRIMIENTO.

De acuerdo a la acción de los disolventes sobre la nitrocelulosa estos se pueden dividir en activos, latentes ó copulantes y diluyentes.



- DISOLVENTE ACTIVO.

Es el que determina básicamente la viscosidad de la solución. El contenido de sólidos de solución interviene de una manera importante en la velocidad a la cual se evapora el adalgazador del recubrimiento. La cantidad y el tipo de disolventes que no son activos y que se puedan añadir a la solución, depende del poder del disolvente activo y de su habilidad para disolver la resina. En síntesis, la selección acertada del disolvente activo es esencial cuando se requiere obtener un sistema de disolventes de máxima actividad a un costo mínimo.

- DISOLVENTE LATENTE O COPULANTE.

El objetivo del disolvente latente ó copulante es aumentar la acción del disolvente activo. El disolvente latente puede definirse como aquel que por sí sólo no es un disolvente de la resina pero cuando se emplea junto con un disolvente activo, también funciona como activo ó bien aumenta la actividad del disolvente activo. El disolvente latente puede también actuar como copulador, aumentando la compatibilidad de la solución con los diluyentes.

- DISOLVENTE DILUYENTE.

Su función es reducir el costo del recubrimiento, modificar la velocidad de evaporación, producir flujo y la nivelación del recubrimiento durante el secado, y reducir la viscosidad

dad de la solución de la resina al punto óptimo deseado para -  
obtener las propiedades necesarias para su fácil aplicación.

Por lo tanto con la combinación apropiada de disolventes-  
activos, latentes y diluyentes, se alcanza la formulación de -  
un adelgazador con las mejores características de aplicación a  
un costo mínimo.

## CAPITULO II.

### PROPIEDADES MAS IMPORTANTES DE

#### LOS DISOLVENTES.

Las propiedades más importantes que determinan el uso de los disolventes son:

- Viscosidad
- Poder disolvente
- Velocidad de evaporación
- Olor
- Toxicidad

#### II.1. VISCOSIDAD.

Existe una viscosidad máxima a la cual, se puede aplicar la laca de nitrocelulosa para cualquier tipo de acabado. La nitrocelulosa forma la parte sólida de una laca, y es derivada del algodón y de una mezcla sulfonítrica. La resina fija los límites de la cantidad práctica de sólidos de una laca, - ya que la viscosidad aumenta proporcionalmente con el contenido de sólidos, sin embargo, a un contenido de sólidos dado, - la viscosidad depende en parte del disolvente ó disolventes - empleados para preparar la solución.

La comparación de valores conocidos de viscosidad de las soluciones puede indicar que disolvente debe de emplearse pa-

ra lograr la mínima viscosidad para un contenido de sólidos dado, ó bien el máximo contenido de sólidos a una viscosidad dada.

Cuando un disolvente se evapora, se convierte en una pérdida económica, por lo que existe un gran interés en que los recubrimientos contengan cada vez mayor cantidad de sólidos a una viscosidad menor para su fácil aplicación, y evitar las pérdidas económicas.

## II.2. PODER DISOLVENTE.

Es la habilidad que tiene el disolvente para disolver una resina ó filmógeno (formador de película). Esta propiedad no es general, pero está íntimamente relacionada con el tipo de filmógeno. La regla en general, es que las resinas polares requieren para su disolución de disolventes polares, tales como los alcoholes, ésteres y cetonas. Los disolventes no polares tales como los hidrocarburos alifáticos, disuelven pinturas de aceite, casi todos los barnices oleo resinosos, y resinas alquidálicas largas. Los alquidales cortos de aceite requieren de disolventes de baja polaridad tales como los hidrocarburos aromáticos. Los alcoholes disuelven la goma-laca y algunas pocas resinas sintéticas, pero no disuelven barnices oleo resinosos ni resinas alquidálicas. Los ésteres y cetonas disuelven a la nitrocelulosa del tipo RS y a una gran variedad de otras resinas sintéticas.

La habilidad que tiene un líquido volátil para disolver-

un filmógeno, es sólo el principio de la teoría del disolvente.

### II.3. VELOCIDAD DE EVAPORACIÓN.

Después del poder disolvente, la propiedad más importante de los disolventes es la velocidad de evaporación. Esta relación no es directa debido a que entre mayor sea el poder disolvente sobre el filmógeno, se reduce la velocidad de desprendimiento de los disolventes.

La velocidad de evaporación afecta en muchas maneras la apariencia final de las lacas. La clasificación de los disolventes por medio de su temperatura de ebullición, también indica su velocidad relativa de evaporación.

Los disolventes de temperatura de ebullición alta generalmente, se evaporan muy lentamente, y son relativamente caros. Mantienen en solución al filmógeno durante la aplicación de la laca, permitiendo que fluya gradualmente, debido a que forma una película nivelada, tersa y brillante. Por otro lado, los de temperatura de ebullición media y baja, se evaporan más rápidamente, tienen un gran poder disolvente y son generalmente menos costosos.

La velocidad óptima de evaporación varía según el tipo de aplicación del recubrimiento. Los disolventes de velocidad de evaporación rápida, se utilizan cuando el tiempo de evaporación es importante, como en los casos de pinturas para aplicación con pistola de aire. Los disolventes de bajas veloci-

des de evaporación, se usan para recubrimientos que se aplican con brocha donde el nivelado de la pintura es más importante que el tiempo de secado.

Cuando el método de aplicación es por inmersión, la velocidad de evaporación de la laca es muy importante, ya que ésta debe de permitir la formación de una capa continua de sólidos y evitar la formación del "lloriqueo" de la laca en la parte inferior del objeto a pintar. En el caso de que sean acabados por horneado, la volatilidad de los disolventes es importante, ya que puede formar burbujas y agujeros. En algunos casos -- los adelgazadores que tienen un rango de evaporación corto, -- dan mejores resultados, mientras que los que tienen un amplio rango de evaporación se utilizan para otros propósitos. Algunas veces se espera que los disolventes corrijan la mayoría de los problemas relacionados con la fluidez, en áreas donde los aditivos pueden requerir gran atención.

#### II.4. OLOR.

El olor de un disolvente generalmente se refiere al olor desprendido por el vapor, durante e inmediatamente después de su aplicación. En algunos casos puede prevalecer un persistente olor residual, debido a trazas de contaminantes.

Comúnmente el olor de los disolventes en el acabado de las cosas no es crítico, debido a que los pintores están acostumbrados a los olores de disolventes fuertes y casi todos los vapores son extraídos por equipo de ventilación. Cada tipo de --

pintura, tienen un olor característico, pero éste puede variar de marca a marca, por lo que su sustitución puede ser difícil ya que los trabajadores están acostumbrados al olor de la pintura de una casa comercial.

#### II.5. TOXICIDAD.

Todos los disolventes son en mayor ó menor grado tóxicos y pueden causar intoxicación por inhalación, ingestión ó absorción cutánea.

La actitud tradicional con la cual se mide la toxicidad de los disolventes cuando afectan la salud, es cuando llegan al torrente sanguíneo por medio de la inhalación. Considerando desde éste punto de vista, el metanol y benzol son sumamente tóxicos; por lo que la mayoría de los países los prohíben. Por ésta misma razón son igualmente prohibidos los disolventes clorados. El tolueno y xileno, son comúnmente clasificados como ligeramente tóxicos. Con la excepción de estos disolventes, las pinturas que contienen otros disolventes han sido consideradas tóxicas. Sin embargo se ha reconocido que una respiración prolongada a una concentración de vapores de los disolventes no tóxicos puede causar efectos en contra de la salud.

Durante los últimos años se ha considerado la evaporación de los disolventes como un problema de la contaminación ambiental. Algunos países ya han adoptado legislaciones, que incluso no se basan en la toxicidad de los disolventes por medio de

la inhalación, sino en la tendencia de la irritación ocular. Sin embargo, este parámetro puede cambiar ya que este tema, tine cada vez mayor importancia a nivel mundial.



## CAPITULO III.

### CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES DE LOS DISOLVENTES Y SU MEDICION.

#### III.1. PESO ESPECIFICO.

La determinación del peso específico tiene dos propósitos:

- a. Permitir el cambio de la unidad peso a la unidad volumen, siendo ésta última medida la base de comparación en cuanto a costos para los disolventes.
- b. Proporcionar un control de calidad para verificar la uniformidad de lotes de disolventes.

El peso específico es la relación de los pesos de igual volumen de disolvente y de agua a temperaturas definidas. Este se determina por diferentes métodos que den aproximación hasta la tercera cifra decimal.

El método ASTM D 891-59 emplea el PICNOMETRO, que es un pequeño recipiente con un termómetro y una tapa movable. Las determinaciones más precisas se logran con los PICNOMETROS -- del tipo REISCHAUE, que son pequeños matraces aforados de cuello muy largo con tapa removible que se introduce con la muestra del disolvente en un baño de temperatura constante. Todas

las medidas deberán ser tomadas por medio de una balanza analítica.

Fórmula;

$$\text{peso específico } \frac{20^{\circ}\text{C}}{20^{\circ}\text{C}} = \frac{\text{Peso específico a } 20^{\circ}\text{C}}{\text{Peso del agua a } 20^{\circ}\text{C}}$$

El peso específico es una medida de la pureza del disolvente ó de la consistencia de su composición en una mezcla de disolventes.

Con frecuencia el peso específico se confunde con la densidad; por lo que cabe aclarar que la densidad es el peso por unidad de volumen, y no la relación de densidades que es el peso específico. Por lo tanto, el cálculo de la densidad es idéntico, pero el valor obtenido de la fórmula anterior se requiere multiplicar por la densidad del agua a 20°C (0.9982323 gr/cm<sup>3</sup>), para obtener la densidad a 20°C del producto deseado. La densidad tiene unidades de masa sobre volumen, mientras que el peso específico es adimensional.

### III.2. RANGO DE DESTILACION.

El significado de la destilación, está íntimamente ligado a la volatilidad, que a su vez gobierna en gran parte la velocidad de evaporación.

En la industria de los disolventes se utilizan dos métodos de destilación. Uno para cuando el rango de destilación-

es muy amplio, como en los disolventes alifáticos y naftas aromáticas y el segundo método es para disolventes que presentan un rango de destilación muy cercano, tales como los hidrocarburos aromáticos, alcoholes, ésteres y cetonas.

Esta característica únicamente indica el grado de pureza de los disolventes, más no tiene una ventaja directa sobre los recubrimientos.

Por ser tan grande el número de variables que intervienen en la destilación, se requiere apegarse a un estricto procedimiento estándar. De acuerdo con el método ASTM D 1078-70, se debe usar un aparato simple y permanente para tener todas las ventajas. La muestra se coloca en un matraz de destilación al que se le ajusta un termómetro ASTM previamente calibrado y se coloca en el aparato de destilación. El aparato consiste en una mampara que evita las corrientes de aire, un soporte apropiado para el matraz, y una fuente de calor. El calor es aplicado para evaporar el disolvente (muestra). El vapor sube y pasa por el bulbo del termómetro, el cual indica la temperatura a la que se encuentra éste; posteriormente atraviesa la salida lateral del matraz la cual está conectada a un condensador de tubo de cobre con enfriamiento de agua. Una vez condensado, el líquido sale del condensador y es recolectado en una probeta graduada. A intervalos apropiados se anotan las temperaturas y los volúmenes destilados. Esta prueba indica el rango de destilación de disolventes y adelgazadores, así como su pureza.

En teoría un disolvente, totalmente bajo condiciones ideales, debe de destilar completamente a una temperatura exacta-

ta. En la práctica, los disolventes se destilan dentro de un rango de temperatura. Mientras más pequeño sea el rango de destilación, más puro es el disolvente.

### III.3. PUNTO DE INFLAMACION.

El punto de inflamación (punto "flash") de un líquido, es la temperatura más baja en la cual se aplica una flama sobre los vapores de una muestra, y estos se inflaman. Este punto indica el potencial de riesgo de fuego. El método más común de determinación del punto de inflamación, es el método ASTM-D 56-70 que consiste en una copa TAG cerrada, la cual retiene los vapores de la muestra hasta el instante en que la flama es aplicada. Sin embargo en algunos países, en sus legislaciones de transporte de disolventes, se basan en el método -- ASTM-D 1310-72, que consiste en una copa TAG abierta, la cual da valores superiores a la copa TAG cerrada. Disolventes, adelgazadores y recubrimientos que tengan un punto de inflamación menor a 26°C deben ser considerados como materiales con "Etiqueta Roja". El punto de inflamación de una mezcla de disolventes y de los recubrimientos, será la temperatura del componente que tenga menor punto de inflamación y que se encuentre presente en una cantidad considerable.

### III.4 EVAPORACION RELATIVA.

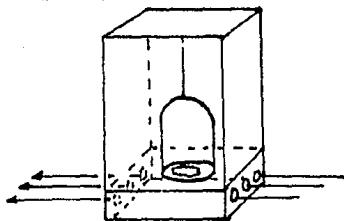
Las experiencias llevadas a cabo, han demostrado que los-

puntos de ebullición, no son guías ciertas para la evaporación relativa y tampoco se puede predecir la de una mezcla de disolventes, a partir de los valores, de cada uno de sus componentes.

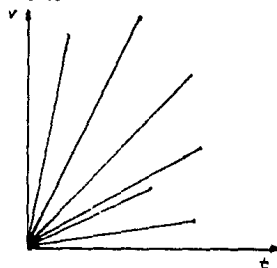
La evaporación relativa determina el uso ó actividad del disolvente en la laca,  $r$  es relativo, empleandose como estándar el acetato de butilo con un valor de 1.00 ó 100. Bajo un control muy cuidadoso de aire, con un flujo de 21 lt/min., a una temperatura constante de 25°C y una humedad menor al 5% se evaporan 0.7 ml de disolvente sobre un papel filtro. El papel filtro se pesa por medio de una balanza muy sencilla; a medida que el material se evapora la pérdida de peso se registra automáticamente. La comparación del resultado obtenido con el acetato de butilo, nos dá la evaporación relativa.

Cuando éste valor asciende a 300 ó más, la velocidad de evaporación relativa es rápida, entre 80 y 300 ésta velocidad de evaporación se considera media y con valores menores a 80- se considera lenta.

APARATO PARA MEDIR LA EVAPORACION RELATIVA.



GRAFICA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.



El comportamiento de los disolventes con respecto a la evaporación relativa se puede dividir en dos partes:

III.4.1. Aquellos que no forman azeotropos

- a. Miembros de una serie homóloga como son los acetatos - de etilo, propilo y butilo.
- b. Mezclas de hidrocarburos y derivados halogenados.
- c. Mezclas de hidrocarburo y ester.

Cuando se forma una mezcla no azeotrópica, los disolventes se evaporan simultaneamente a diferentes velocidades, y no ejercen efecto uno sobre otro. Cuando se ha evaporado el disolvente de velocidad de evaporación mayor, el que queda sigue evaporandose a una razón constante.

III.4.2. Aquellos que si forman azeotropos.

La mayoría de las mezclas azeotropicas tienen una temperatura de ebullición menor que la de sus componentes. La existencia de azeotropos, permite al formulador de adelgazadores mantener una composición más constante durante la evaporación, como en el caso en que un hidrocarburo de alto punto de ebullición, se evapora más rapidamente en presencia de un alcohol.

A continuación se muestran unas tablas azeotrópicas, proporcionadas por Celanese Mexicana S.A.

TABLA I:

AZEOTROPOS

COMPONENTES		AZEOTROPOS	
Producto	Punto de Ebullición °C 760 mmHg	Punto de Ebullición °C 760 mmHg	Composición por % en peso En Azeótropo
Acetona	56.1		No forma
Benceno	81.1		No forma
Acetona	56.1		No forma
Alcohol n-Butílico	117.7		No forma
Acetona	56.1		No forma
Alcohol Etilico	78.3		No forma
Acetona	56.1		No forma
Acetato de Etilo	77.1		No forma
Acetona	56.1		No forma
Eter Etilico	34.5		No forma
Acetona	56.1	49.8	59
n-Hexano	68.7		41
Acetona	56.1		No forma
Acetato de Isopropilo	88.4		No forma
Acetona	56.1		No forma
Acetato de Isopropilo	88.4		No forma
Alcohol Isopropilico	82.3		No forma
Acetona	56.1		No forma
Acetato de Isopropilo	88.4		No forma
Agua	100.0		No forma
Acetona	56.1		No forma
Alcohol Isopropilico	82.3		No forma

TABLA I-A

COMPONENTES		AZEOTROPOS	
Producto	Punto de Ebullición °C.a 760mm Hg	Punto de Ebullición °C.a 760mm Hg	Composición por % en Peso En Azeótropo
Acetona Alcohol Isopropílico Agua	56.1 82.3 100.0		No forma
Acetona Alcohol Metílico	56.1 64.5	55.7	88 12
Acetona Alcohol Metílico	133(a) 125(a)		54 46
Acetato de Metilo	56.1 57.2	55.6	48 52
Acetona Tolueno	56.1 110.6		No forma
Acetona Agua	56.1 100.0		No forma
Benceno Alcohol Etilico Agua	80.1 78.3 100.0	64.6	74.1 18.5 7.4
Benceno n-Heptano	80.1 98.4		No forma
Benceno Alcohol Isopropílico	80.1 82.3	71.5	66.7 33.3
Benceno Metil Cellosolve	80.1 124.5		No forma
Benceno Metil Etil Cetona	80.1 79.6	78.4	62.5 37.5
Benceno Metil Etil Cetona Agua	80.1 79.6 100.0	68.2	65.1 26.1 8.8



TABLA 1-8

COMPONENTES		AZEOTROPOS	
Producto	Punto de Ebullición °C.a 760mm Hg	Punto de Ebullición °C.a 760mm Hg	Composición por % en peso En Azeótropos
Acetato de n-Butilo Alcohol n-Butílico	126.3 117.7	117.6	32.8 67.2
Acetato de n-Butilo Alcohol n-Butílico Agua	126.3 117.7 100.0	90.5	52.7 18.7 28.6
Acetato de n-Butilo Acetato de Etilo	126.3 77.1		No forma
Acetato de n-Butilo Tolueno	126.3 110.6		No forma
Acetato de n-Butilo Agua	126.3 100.0	90.7	73 27
Alcohol n-Butílico Butil Cellosolve	117.7 171.2		No forma
Alcohol n-Butílico n-Heptano	117.7 98.4	93.3	18.0 82.0
Alcohol n-Butílico n-Hexano	117.7 68.7	67	97 3
Alcohol n-Butílico Tolueno	117.7 110.6	105.6	27 73
Alcohol n-Butílico Agua	47(c) 29(c)	28(c)	48.0 52.0
Alcohol n-Butílico Agua	117.7 100.0	93	55.5 45.5
Butil Cellosolve Acetato de Etilo	171.2 77.1		No forma

TABLE I-C

COMPONENTES		AZEOTROPOS	
Producto	Punto de Ebullición °C.a 760 mm.Hg	Punto de Ebullición °C.a 760 mm.Hg	Composición por % en peso en Azeótropo
Butil Cellosolve Agua	171.2 100.0	98.8	20.8 79.2
Acetato de Cellosolve Agua	156.4 100.0	97.5	45.5 54.5
Ciclohexanona Agua	155.7 100.0	95	38.4 61.6
Acetato de Etilo Alcohol Etilico	77.1 78.3	71.8	69.9 31.0
Acetato de Etilo Alcohol Etilico Agua	77.1 78.3 100.0	70.2	82.6 8.4 9.0
Acetato de Etilo Alcohol Metilico	77.1 64.5	62.1	51.4 48.6
Acetato de Etilo Alcohol Isopropilico	77.1 82.3	74.8	77 23
Acetato de Etilo Tolueno	77.1 110.6		No forma
Acetato de Etilo Agua	77.1 100.0	70.4	91.8 8.2
Alcohol Etilico n-Heptano	78.3 98.4	72	48 52
Alcohol Etilico n-Heptano Agua	78.3 98.4 100.0	68.8	33.0 60.9 6.1
Alcohol Etilico n-Hexano	78.3 68.7	58.7	21.0 79.0

TABLA I-D

COMPONENTES		AZEOTROPOS	
Producto	Punto de Ebullición °C.a 760mm Hg	Punto de Ebullición °C.a 760mm Hg	Composición por % en peso en Azeótropo
Alcohol Etilico n-Hexano Agua	78.3 68.7 100.0	56	12 85 3
Alcohol Etilico Alcohol Metilico	78.3 64.5		No forma
Alcohol Etilico Metil Etil Cetona	78.3 79.6	74.8	34 66
Alcohol Etilico Metil Etil Cetona Agua	78.3 79.6 100.0	73.2	14 75 11
Alcohol Etilico Tolueno	78.3 110.6	76.7	68 32
Alcohol Etilico Tolueno Agua	78.3 110.6 100.0	74.4	51 37 12
n-Heptano Agua	98.4 100.0	79.2	87.1 12.9
n-Hexano Alcohol Isopropilico	68.7 82.3	61	78 22
n-Hexano Alcohol Metilico	68.7 64.5	50	73.1 26.9
n-Hexano Metil Etil Cetona Agua	68.7 79.6 100.0	55	77 22 1
Acetato de Isobutilo Agua	116.4	87	80 20
Alcohol Isobutilico Tolueno	107.9 110.6	101.2	44.5 55.5

TABLA I-E

COMPONENTES		AZEOTROPOS	
Producto	Punto de Ebullición °C.a 760 mm.	Punto de Ebullición °C.a 760 mm.	Composición por % en peso en Azeótropo
Acetato de Isopropilo Alcohol Isopropílico	88.4 82.3	80.1	47.4 52.6
Acetato de Isopropilo Alcohol Isopropílico Agua	88.4 82.3 100.0	75.5	76 13 11
Acetato de Isopropilo Alcohol Metílico	88.4 64.5	64.0	29.8 70.2
Acetato de Isopropilo Metil Etil Cetona	88.4		No forma
Acetato de Isopropilo Agua	88.4 100.0	75.9	90.0 10.0
Alcohol Isopropílico Tolueno Agua	82.3 110.6 100.0	76.3	38.2 48.7 13.1
Metil Etil Cetona Tolueno	79.6 110.6		No forma
Metil Etil Cetona Agua	79.6 100.0	73.3	87 13
Metil Isobutil Cetona Agua	115.8 100.0	87.9	75.1 24.9

### III.5 VALOR KAURI-BUTANOL.

Este es un método que mide el poder disolvente de los disolventes hidrocarburos, no es aplicable a disolventes oxigenados.

El valor se determina por la titulación de 20 gramos de solución al 33 % de resina KAURI en alcohol butílico normal a 25°C con un hidrocarburo, hasta que se vuelve turbia la solución. El número de mililitros del disolvente hidrocarburo requeridos, es el valor KAURI-BUTANOL, mientras mayor tenga éste valor el disolvente es más fuerte. Para valores K-B de 60 ó mayores, el estandar es el tolueno, que tiene un valor asignado de 105. Para valores K-B de 60 ó menores, el estandar es una mezcla de 75% de n-heptano y 25% de tolueno, que tiene un valor asignado de 40. El valor K-B de los productos clasificados como Espíritus Minerales varía entre 24 y 34. El xileno tiene 93 y el rango de las naftas aromáticas es de 55 a 108.

Esta prueba es útil para la determinación del poder disolvente relativo de los hidrocarburos comerciales. Sin embargo debido a la variación de la composición en estos productos, únicamente una prueba real podrá indicar el poder de la reducción de viscosidad de un disolvente con respecto a una resina dada.

### III.6. PUNTO DE ANILINA Y MEZCLA DEL PUNTO DE ANILINA.

Este es un método más moderno para determinar el poder disolvente de los disolventes hidrocarburos. Es más exacto que el método KAURI-BUTANOL y sus resultados tienen mayor correlación con el acabado de recubrimientos. Los dos métodos pueden indicar el inverso del poder disolvente cuando son aplicados a disolventes que son muy semejantes en su poder disolvente. Por lo que para evaluaciones de éste tipo, es mejor utilizar ambos métodos. Una mezcla de iguales volúmenes de anilina y del disolvente a probar, es calentada hasta que la mezcla se torna clara. La mezcla es luego enfriada lentamente hasta que la turbidez aparece. La temperatura a la que esto ocurre es el PUNTO DE ANILINA. Algunos disolventes aromáticos muy fuertes, dan su punto de anilina a una temperatura muy baja por lo que éste método es difícil llevarlo a cabo; éste problema se elimina, substituyendo la anilina por una mezcla de anilina y n-heptano. El resultado es reportado como la mezcla del punto de anilina. Entre menos disolvente sea la muestra, mayor será su punto de su mezcla de punto de anilina. El rango del punto de anilina para los disolventes hidrocarburos alifáticos es de 40-80°C. Los valores de la mezcla del punto de anilina para los hidrocarburos aromáticos van de 8-21°C.

### III.7. CORROSION DE COBRE PARA DISOLVENTES HIDROCARBUROS.

Esta prueba, indica la presencia y cantidad relativa de -

compuestos de azufre. Es muy utilizada para todos los disolventes derivados del petróleo, así como para los espíritus minerales. Aunque raramente se utiliza en los hidrocarburos aromáticos. Debido a los modernos métodos de refinamiento esta prueba pierde importancia y se vuelve opcional incluso para pruebas de control. Los sulfuros imparten olor desagradable y pueden llegar a oscurecer los barnices y resinas. La prueba consiste en sumergir un cable de cobre perfectamente limpio y pulido en el disolvente a probar, éste se calienta a temperatura de reflujo por 30 minutos. Al finalizar, el cable de cobre se compara con varios standares y se ve el grado de opacamiento y/o ennegrecimiento.

#### III.8. PODER DISOLVENTE (PODER DE REDUCCION DE VISCOSIDAD)

Esta es la prueba más importante para los disolventes ya que se puede llevar a cabo en casi todas las resinas, y sus resultados son mucho más palpables que los obtenidos con el método K-B y con el punto de anilina. El método está diseñado para comparar los disolventes entre sí.

La prueba es extensiva tanto a resinas sólidas, líquidas ó en solución. En el caso de las sólidas, estas son disueltas a la misma concentración en los diferentes disolventes a analizar; a éstas soluciones se les toma la viscosidad, que es inversamente proporcional al poder disolvente. Con las resinas líquidas y en solución, lo primero es conocer su viscosidad, luego a iguales pesos de resina se agregan iguales volúmenes de los disolventes. La diferencia de viscosidad --

provocada por los disolventes nos indicará su poder disolvente relativo.

Los viscosímetros Brookfield Syncro-letric son los más utilizados en la industria de los recubrimientos y en menor proporción las Copas Ford, Zahn y los tubos Gardner.

### III.9. RELACION DE DILUCION.

La formulación de adelgazadores para lacas de nitrocelulosa, contienen basicamente tres tipos de disolventes volátiles: Los activos, latentes y diluyentes. Los disolventes activos y copulantes son disolventes oxigenados, que se utilizan en menor proporción que los diluyentes. Si se agrega un exceso de estos diluyentes, la nitrocelulosa en la laca se precipita y ocurre la gelación, por lo tanto, es muy importante encontrar la cantidad máxima de diluyente que se puede agregar. Realmente, es una simple determinación de la habilidad de un disolvente de tolerar los diluyentes que son menos costosos.

La relación de dilución es el número máximo de unidades de volumen de diluyente que se puede agregar a la unidad de volumen del adelgazador, hasta que persista la heterogeneidad a una concentración de 8 gramos de nitrocelulosa por 100 ml de disolvente ó combinación de disolvente-diluyente. Es necesario especificar la concentración de la nitrocelulosa, porque la relación de dilución aumenta al disminuir la concentración.



Según el método ASTM D 1720-62, La prueba se efectúa de la siguiente manera:

Reactivos:

- 1.- Nitrocelulosa seca RS 1/2 segundo.
- 2.- Diluyente:
  - Aromático: a. tolueno
  - b. xileno
  
  - Alifático: a. heptano
  - b. nafta con 92% de alifáticos.
- 3.- Disolvente por probar.

Se colocan 5 gramos de nitrocelulosa seca RS 1/2 seg. en un matraz Erlenmeyer de 125 ml equipado con un tapón bien ajustado. Para llegar a un punto final definido de la solución de 8 gr/100 ml (8%), se debe determinar con anterioridad la relación probable de un disolvente. Este es usualmente complementado con referencia a datos publicados o por una determinación preliminar. Ejemplo:

PROBABLE RELACION DE DILUCION	CENTIMETROS CUBICOS DE DISOLVENTE POR 5 GR. DE NITROCELULOSA.
1	25.0
2	16.7
4	10.0

El disolvente se agrega a la nitrocelulosa, se cierra perfectamente el matraz, se deja reposar hasta que toda la ni

trocelulosa se encuentre perfectamente disuelta.

La titulación se efectúa a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . El diluyente se adiciona al matraz por medio de una bureta en porciones de 0.5 ml hasta que alcance el punto final. Después de cada adhe---sión, el matraz se tapa y se agita fuertemente para dispersar cualquier gel ó precipitado que haya tenido lugar por sobre -- concentración local del diluyente. Se considera que alcanzó el punto final cuando persiste la primera evidencia de heterogeneidad. En la titulación con aquellos diluyentes que al -- llegar al punto final causan la formación de un gel, deben pa sar dos minutos a partir del momento de la adición antes de ha cer la observación. Lo anterior sucede en la titulación con diluyentes como tolueno, xileno ó naftas. Sin embargo especi ficamente para la nafta se toma como punto final de turbidez, igual a la que se produce al agregar 150 gr. de ayuda filtro - celite en  $500 \text{ cm}^3$  de agua.

La relación de dilución y concentración de sólidos en el punto final se calcula de la siguiente manera:

$$\text{relación de dilución} = \frac{\text{volumen de diluyente}}{\text{volumen de disolvente}}$$

$$\text{concentración de sólidos por 100ml de no volátiles} = \frac{\text{peso de nitrocelulosa}}{\text{vol. de disolvente} + \text{vol. de diluyente.}}$$

Una ligera variante de éste procedimiento es la determinación del --

exceso de la relación de dilución. Esta prueba se efectúa sobre un diluyente completo para la laca misma. El propósito de esta determinación es conocer la calidad de una mezcla de disolventes por una determinación real del exceso de diluyente que una laca, ó la solución al 10% de nitrocelulosa RS-1 seg. en un disolvente, pueda tolerar.

El diluyente se titula con la laca ó con la solución standard al 10% de nitrocelulosa, exactamente del mismo modo que cuando se determina la relación de dilución hasta que se alcance el punto final.

Esta prueba también se puede aplicar en los productos finales.

Algunos valores reportados de relación de dilución para diferentes disolventes son:

PRODUCTO	VISCOSIDAD	RELACION DE DILUCION
Acetona	12	4.5
MEK	20	4.3
MIBK	38	3.5
Acetato de Etilo	36	3.3
Acetato de Butilo	40	2.7
Etil Cellosolve	14.3	4.9
Butil Cellosolve	22	3.4

### III.10. COLOR.

La prueba del color, indica las trazas de las impurezas que se encuentran en un disolvente. La determinación se efectúa por el método APHA, comparando la muestra con tubos Nessler que contengan estandares previamente preparados, consistente en solución de platino-cobalto para dar diferentes grados de color. Los tubos Nessler son tubos incoloros de cristal, con fondos que no tienen sombra. La muestra se iguala al color más similar de los estandares, empleando el aparato comparador. Esto permite que el color de la muestra del disolvente sea observado uno al lado del otro, y el color del disolvente se indica con el estandar que tenga el color igual al de la muestra, ó el inmediata superior de ser intermedio.

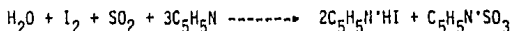
La mayoría de los disolventes caen dentro del rango de color del cero al quince APHA. Mientras mayor es el número de la escala APHA, más intenso es el color del disolvente. Un valor alto de color significa que el disolvente contiene impurezas.

### III.11. CONTENIDO DE AGUA.

El método más común para la determinación de la humedad en los disolventes, es el de KARL FISHER. Es aplicable a los compuestos orgánicos pero no en presencia de mercaptanos, peróxidos ó aminas. Se podrán efectuar pruebas en compues-

tos con carbonilos , siempre y cuando se use una mezcla de -- una parte de metanol, tres partes de piridina y seis partes - de benceno.

El método es el ASTM D 1364-64 el cual consiste en tomar una muestra de 50 ml de metanol ó de la mezcla anterior, estos se titulan con el reactivo KARL FISHER (solución de Yodo, Piridina y Dióxido de azufre en relación molar de 1,10, y 3 respectivamente) hasta agotar la humedad. Una cantidad de terminada de muestra del disolvente se agrega a la solución, y en condiciones tales que la entrada de la humedad sea mínima, se efectua la titulación con el reactivo de KARL FISHER-- hasta agotar la humedad de acuerdo a las siguientes reacciones:



El final de la titulación se detecta por el color anaranjado-rojo ó electrometricamente.

$$\frac{\text{gr. H}_2\text{O}}{100 \text{ ml muestra.}} = \frac{\text{ml. KF(F)0.1}}{\text{ml muestra.}}$$

$$\% \text{ H}_2\text{O en peso} = \frac{\text{ml KF(F)FO.1}}{\text{ml muestra(densidad)}}$$

ml. de KF .- mililitros del reactivo KARL FISHER gastados para titular la muestra.

F.- Factor del reactivo KARL FISHER en mg. de agua/ ml de reactivo KARL FISHER,

### III.12. RESISTENCIA AL NUBLADO.

Esta característica de los disolventes, es muy importante para las lacas de nitrocelulosa. Esto se debe a que cuando aumenta la evaporación relativa, facilita la tendencia a la formación de niebla en la laca, debido a la condensación de la humedad del aire en la superficie fría. La determinación se efectúa nublado realmente el material a una temperatura y humedad controlada.

Para el control de la humedad relativa, se emplea una caja de cristal con un humidificador controlado electrónicamente. La laca ó la solución estándar del disolvente, se vierte sobre una placa de cristal y se coloca dentro del aparato. La humedad relativa se aumenta gradualmente mientras se mantiene a una temperatura constante de 23°C, hasta que se observa la formación de la niebla. El porcentaje de humedad relativa que cause el nublado, se anota como punto crítico. Si es necesario se efectúan pruebas rociando el material bajo -- condiciones controladas de temperatura y humedad.

La resistencia a la niebla, también puede medirse por el tiempo que tarda la película en nublarse, a una temperatura y humedad relativa dada.

### III.13. ACIDEZ.

En esta prueba, se determina el porcentaje de ácido presente en un disolvente, calculado como ácido acético. El método ASTM D 1613-66 dice que para disolventes solubles en agua, tomar 50 ml de disolvente por medio de una pipeta volumétrica, los cuales se vierten en un matraz Erlenmeyer de 250-ml que contenga 75 ml de agua destilada recientemente hervida. A esta mezcla se le agregan 5 gotas de solución de fenolftaleína como indicador. La solución titulante es de Hidróxido de Sodio 0.1 N y el vire es de incoloro a rosa. Los cálculos se efectúan de la siguiente manera:

Fórmula:

$$\frac{\% \text{ácido acético}}{\text{en peso}} = \frac{\text{ml}(N)(0.060)(100)}{50(\text{densidad de la muestra})}$$

donde N: normalidad de la solución de NaOH  
ml: vol en ml de solución de NaOH empleada en la titulación.

El porcentaje de ácido acético presente en disolventes-insolubles en agua, se determina de la siguiente forma: Medir 50 ml de alcohol propílico ó isopropílico en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. Agregar 5 gotas de solución Azul de Bromotinoíl como indicador, titular con solución 0.1N de NaOH-hasta que vire la solución a color azul verdoso.

No es necesario tomar la cantidad gastada en este punto-ya que no interviene en el cálculo. Medir con pipeta volumé

trica 50 ml de la muestra sobre el alcohol neutralizado, mezclando para que se obtenga una mezcla uniforme. Titular la mezcla con solución de NaOH 0,1 N hasta color azul-verdoso.

Calcular la acidez exactamente igual que en los casos de los disolventes solubles en agua.

La acidez de los disolventes es crítica en aquellos que tienen relación con los materiales de construcción para embarque, almacenamientos, y equipos de proceso. Es significativo conocer que la acidez puede aumentar con el almacenamiento, particularmente en el caso de cetonas cuando se someten al aire y a rayos solares en exceso. Los disolventes del tipo éster, pueden hidrolizarse ligeramente, cuando se calientan ó cuando haya presencia de agua. Liberando el ácido.

#### III.14. PARAMETROS DE SOLUBILIDAD.

Los expertos en disolventes, han tratado de encontrar la propiedad que pueda reflejar la solubilidad de un filmógeno en un disolvente. Se han estudiado varios parámetros pero en general se coincide que los más importantes son:

- Energía de cohesión
- Puente de hidrogeno
- Polaridad



### III.14.1. Energía de Cohesión.

Es la fuerza de interacción entre las moléculas de un di-  
solvente; si se toma en cuenta el volumen, estaremos involu-  
crando la densidad. Una definición de la densidad de ener-  
gía de cohesión sería: "Es la cantidad de energía necesaria  
para separar las moléculas del disolvente entre sí por un cen-  
tímetro cúbico".

La densidad de energía de cohesión se ha podido medir de  
la siguiente manera:

$$\text{Densidad de energía de cohesión} = \frac{\Delta H_v}{V}$$

donde  $H_v$  = calor de vaporización molar dado en calorías.  
 $V$  = volumen molar.

$$\text{Energía de cohesión} = \left[ \frac{\Delta H_v}{V} \right]^{\frac{1}{2}}$$

### III.14.2. Puente de Hidrógeno.

Este parámetro no se ha logrado medir cuantitativamente,  
pero si se ha elaborado una clasificación cualitativa.

Esta característica se encuentra principalmente entre --  
los compuestos que contienen gran cantidad de hidrógeno y en-  
compuestos fuertemente negativos (alcoholes, agua, y deriva-  
dos de la celulosa).

La clasificación de los puentes de hidrógeno es:

- Fuerte. Como en los alcoholes, aminas y ácidos.
- Moderado. Como en los ésteres, cetonas y éteres.
- Débil. Como en los hidrocarburos aromáticos, alifáticos compuestos clorados y nitrocarbonados.

### III.14.3. Polaridad.

Este parámetro se mide con el Momento Dipolo, a mayor polaridad, mayor será el momento dipolo. Algunos radicales que presentan la mayor polaridad son:

- $\text{NC}_2$
- OH
- =O

---

La utilidad de los parámetros de solubilidad estriba en el hecho de que mientras más semejantes sean los parámetros de solubilidad del soluto y del disolvente, más solubles son entre sí. Así mismo, un disolvente será sustituable por otro de parámetros de solubilidad semejantes, aunque desde el punto de vista de adelgazador para lacas, habrá necesidad de tomar en cuenta también otras propiedades, tales como la resistencia al nublado, velocidad de evaporación, costo etc.

Los parámetros de solubilidad de los disolventes pueden ser calculados a partir de las propiedades conocidas. El del filmógeno, se puede determinar prácticamente usando el siguiente procedimiento:

Colocar un gramo de filmógeno cuyo parámetro se va a determinar, en un tubo de ensaye, agregar la cantidad de disolvente en la proporción que sea representativa del uso comercial. Disolver el filmógeno con ó sin el uso del calor para facilitar la disolución, enfriar a  $-25^{\circ}\text{C}$  para su observación. La solución debe estar clara y libre de gel para que se considere soluble en el disolvente en donde se probó.

A continuación se presentará un ejemplo de como utilizar los parámetros de solubilidad. De la tabla II que se encuentra a continuación escoger tentativamente de cada grupo de la clasificación de puente de hidrogeno, dos disolventes que correspondan a un tercio y dos tercios de la tabla. Si el filmógeno resulta soluble en ambos disolventes, no necesita probar en los intermedios ya que siempre resultarán solubles. Pruebe ahora con los disolventes que quedan en el extremo superior de la escala hasta encontrar dos disolventes uno junto del otro en la escala tal que, uno de ellos disuelva al filmógeno pero el otro no. El primero marca el fin del rango. Se requiere localizar el otro extremo de la misma manera y después continuar con los del otro grupo de clasificación.

TABLA 11:

PUENTE DE HIDROGENO

Raíz cuadrada de la densidad de energía de cohesión de disolventes de diferentes intensidades de puente de hidrógeno

PUENTE DE HIDROGENO DEBIL		PUENTE DE HIDROGENO MODERADO		PUENTE DE HIDROGENO FUERTE	
n Pentano	7.0	Dietyl éter	7.4	2 Etil Hexanol	9.5
n Hexano	7.3	Acetato Metil Amilo	8.0	Metil Isobutil carbinol	10.0
n Heptano	7.4	Acetato de Isobutilo	8.3	2 Etil Butanol	10.5
"Solvesso" 150	8.5	Metil Isobutil Cetona	8.4	Acido Acético	10.9
p Xileno	8.7	Acetato de Isopropilo	8.4	n Pentanol	10.9
m, yileno	8.8	Acetato de butilo	8.5	Isobutanol	11.1
Tolueno	8.9	Acetato de etilo	9.1	n Butanol	11.4
Tetrahidronaftaleno	9.5	Metil Etil Cetona	9.3	Isopropanol	11.5
o-diclorobenceno	10.0	Dibutil ftalato	9.3	n Propanol	11.9
Bromonaftaleno	10.6	Dioxano	9.9	Etanol	12.7
Nitroetano	11.1	Acetona	10.0	Metanol	14.5
Acetonitrilo	11.8	Metil "celiosolve"	10.8	Agua	23.4
Nitrometano	12.7	Butírolactona	15.5		

## CAPITULO IV.

### PROTECCION ESTATICA, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE LOS DISOLVENTES.

#### IV.1 PROTECCION ESTATICA PARA MATERIALES FLAMABLES.

##### IV.1.1. NATURALEZA DE LA ELECTRICIDAD ESTATICA.

Al hablar de la electricidad estática, se refiere a la electrificación de materiales debido a su contacto físico, así como a su separación y a los efectos varios que resultan de la formación de cargas, particularmente en donde constituye un peligro de fuego ó explosión.

Una breve descripción de la electricidad estática nos ayudará para el mejor entendimiento de los problemas asociados con ella. Toda la materia está compuesta por átomos, los cuales -- están formados por un núcleo y electrones; entre los cuales -- existe una relación de cargas eléctricas. Generalmente la composición de cargas se encuentra bien balanceada, es decir, que no existe exceso de cargas para ninguna de las dos partes del átomo.

Bajo ciertas condiciones, el balance de cargas se puede - desajustar, adquiriendo el material más cargas de una que de otra. Cuando un material se encuentra bajo estas condiciones, - se dice que está electrificado con electricidad estática.

éste materia, es puesto cerca de un objeto que es capaz de reunir las cargas, se puede producir una chispa que puede llegar a tener valores de hasta varios miles de volts.

A continuación se muestran algunas fuentes de generación comunes de electricidad estática:

- Sólidos pulverizados, pasando a través de un tubo ó en caída libre.
- El movimiento de vehculos.
- Movimiento de cualquier tipo que involucre cambios en la posición relativa entre superficies en contacto, generalmente entre materiales químicamente distintos.

La mayoría de los procesos de acabado en la aplicación de lacas, crea mezclas inflamables. Chispas producidas por la electricidad estática pueden iniciar la combustión de estas mezclas creando graves peligros hacia la vida y la propiedad.

Las mezclas de hidrocarburos con el aire, se vuelven explosivas cuando contienen entre un 10 y un 80% en volumen de hidrocarburos.

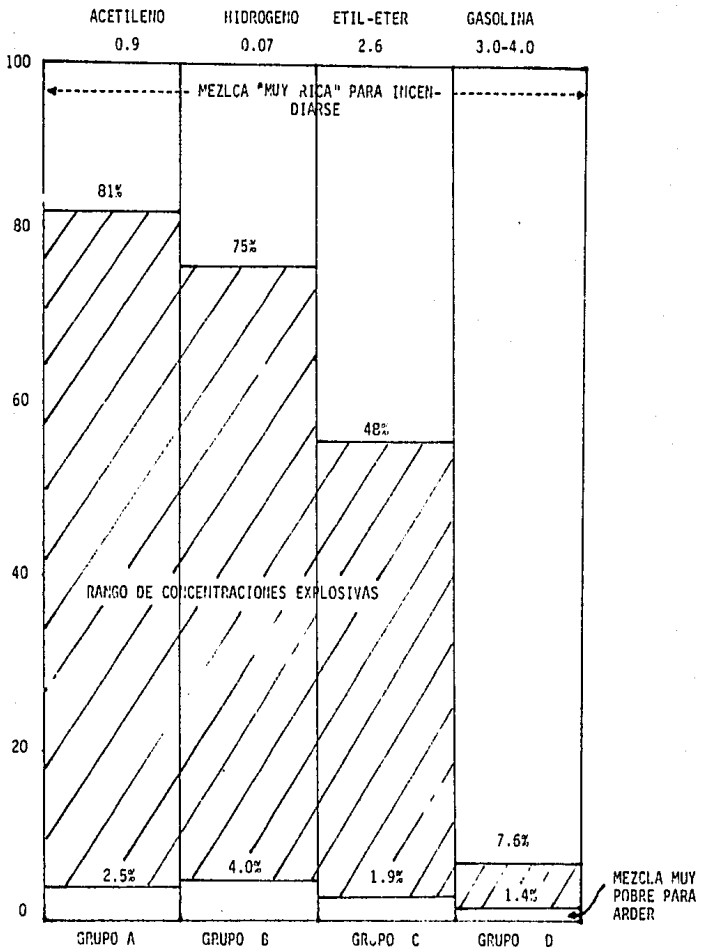
La gráfica IV.1 muestra la clasificación de vapores riesgosos y polvos combustibles. La gráfica IV.2 el rango de concentración explosivos de los vapores riesgosos.

No hay ninguna manera práctica de evitar la formación de electricidad estática. Su solución, es el control y neutralización del exceso ó deficiencia de cargas para evitar su acumulación y disminuir el peligro de la formación de una chispa.

GRAFICA IV.1

CLASE 1 - VAPORES RIESGOSOS
GRUPO "A" Acetileno
GRUPO "B" Hidrogeno
GRUPO "C" Etil eter, Etileno, Ciclopropano
GRUPO "D" Gasolina, Hexano, Nafta, Benceno, Butano, Propano, Alcohol, Acetona, Benzol, Gas natural.
CLASE 2 - POLVOS COMBUSTIBLES
GRUPO "E" Polvos Metalicos, incluyendo Aluminio, Magnesio y sus Aleaciones comerciales
GRUPO "F" Carbon negro, Polvos de Coke
GRUPO "G" Harinas, Feculas, Polvos de grano

GRAFICA IV.2





#### IV.1.2. METODOS PARA REDUCIR LOS RIESGOS DE LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA.

Un material cargado eléctricamente, solamente puede ser descargado en dos formas:

- a. Hacer al material en cuestión tan buen conductor de la electricidad que, ésta fluya a través de éste y pase a otro objeto que se encuentra en contacto con él.
- b. Haciendo al aire alrededor del material electrificado suficientemente conductor, para que los electrones fluyan a través de él.

Todos los métodos de control de la electricidad estática, dependen de uno de estos dos mecanismos; no hay otra manera de corregir el exceso ó deficiencia de cargas una vez que ya existen.

Algunos métodos que ayudan a la no formación de cargas estáticas son:

- Conectar a tierra y uniendo entre sí, toda la maquinaria y equipo incluyendo las partes móviles, conectando los aparatos y tuberías.
- Mantener una humedad alta en áreas donde la estática puede causar algún daño.
- Incrementar la conductividad del aire por medio de ionización.
- Trabajar con superficies terminadas en materiales conductores.

La unión y conexión a tierra de los equipos para prevenir la acumulación de electricidad estática, incluye los mismos prin

cípios básicos que se emplean para conectar los circuitos eléctricos.

La dependencia de un buen diseño de conexión de equipo a tierra evita daños potenciales serios, por lo que debe tener buena ingeniería, instalación y mantenimiento.

El problema de la electricidad estática se incrementa durante el invierno ya que la humedad es menor, por lo que se secan las superficies haciéndose malas conductoras de la electricidad. Por lo que la estática generada es acumulada hasta que existe un potencial alto que con el aire produce una chispa.

En verano el problema no es tan grande ya que al existir gran humedad sobre todas las superficies, se produce una capa microscópica de humedad y ayuda a la conductividad. En algunas industrias mantienen la humedad arriba del 50% para prevenir la estática, pero esto no es posible generalizarlo, por lo que la conexión a tierra de los equipos e instalaciones es lo más utilizado.

#### IV.1.3. ATERRIZADO DE EQUIPO EN AREAS DE ALTO RIESGO.

En orden de facilitar el análisis de las áreas de riesgo, así como las operaciones relacionadas con los procesos de acabados de lacas, y de las actividades relacionadas con el almacenamiento de disolventes y sus mezclas, la Asociación Nacional de Protección contra Incendio (NFPA) en los Estados Unidos, ha clasificado los riesgos en tres tipos:

- CLASE I.-

Lugares en donde los vapores ó gases de materiales inflamables se encuentren presentes en el aire, en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables ó explosivas.

- DIVISION 2.-

a) Donde líquidos volátiles, vapores ó gases son almacenados en envases cerrados, de donde sólo podrían escaparse en caso de alguna ruptura accidental del envase ó en casos de mala operación del equipo.

b) Donde se manejan concentraciones riesgosas de vapores ó gases de disolventes, que son controlados por un buen equipo de ventilación, y únicamente se tendría peligro, en el caso en que fallara éste.

c) Areas adyacentes a los de la CLASE I por los cuales se podría comunicar las concentraciones de vapores y/o gases.

- GRUPO D.-

Atmosferas Riesgosas: Son aquellas que contienen gasolina, hexano, nafta, benceno, butano, propano, alcohol, acetona, bencol ó lacas con un punto flash (punto de inflamación) menor a 80°F (26.7°C) y gas natural.

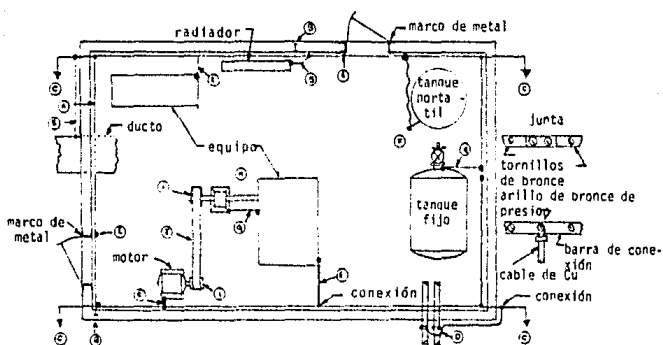
Todo el equipo y maquinaria metálica, que se encuentre en el área riesgosa, debe de ser conectado a tierra.

No se requiere unir los aparatos al sistema de tierra, si estos están soportados ó en contacto con estructura de fierro -- que esté conectada a tierra, si no es así, cada uno de los aparatos se deben de conectar también. Las bombas y ventiladores deben de conectarse a la estructura de fierro ó conectarse a tierra con varilla de cobre del #4 ó equivalente.

En construcciones en donde la estructura sea de madera ó de algún otro material no metálico, los equipos se deben de conectar entre sí y posteriormente a tierra, y luego a una fuente de agua subterránea ó algún electrodo adecuado.

En donde se trabajen equipos de ventilación, los ductos deben de ser conectados a tierra y unirlos electricamente.

A continuación se muestra el esquema de una planta que maneja materiales riesgosos y la cual se encuentra protegida contra la electricidad estática.



EN AREAS DE PROCESOS DONDE SE UTILIZEN MATERIALES QUE ATAQUEN AL COBRE, SE DEBERAN UTILIZAR OTROS MATERIALES COMO EL ALUMINIO O EL ACERO INOXIDABLE.

- A. La barra conectora se coloca alrededor de la planta en un lugar visible y con fácil acceso, para su buen mantenimiento. Por lo general se utiliza la medida de 1" x 1/8".
- B. Si la estructura de la construcción es de metal, las columnas deben de estar conectadas a tierra.
- C. En cada esquina de la planta se entierra un electródo de cobre el -- cual se conecta a la barra conectora alrededor de la planta. Si la superficie de la planta es menor a 600 ft<sup>2</sup>, únicamente bastará con 2 electródos enterrados en posición diagonal en esquinas opuestas.
- D. Todas las tuberías ya sean de entrada ó salida de la planta deben de estar conectadas a la barra conectora.
- E. Todo el equipo de metal no eléctrico, y equipo sujeto a electrificación estática ó inducción, que no estén en contacto con la estructura metálica de la construcción, deberán de unirse a la barra conectora.
- F. Donde se utilicen envases metálicos para guardar líquidos ó materiales inflamables, estos envases deberán de ser conectados a tierra con cable de cobre flexible.
- G. Donde alguna parte de alguna máquina esté en concreto ó en algún otro material aislante, deberán ser conectadas entre sí por medio de un cable flexible de cobre.
- H. Es sistema de transmisión debe de ser conectado por medio de un cepillo de cobre.
- I. Las poleas que se utilizan deben de ser de metal. No se deben de utilizar las fabricadas con madera, fibra, ó algún otro material aislante.
- J. Conductores de plástico ó cinturones antiestáticos en las poleas de metal son necesarios para eliminar el problema de la estática.
- K. Tanques estacionarios deben de ser conectados a tierra.

IV.1.4. ATERORIZADO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO, TAMBORES, CARROS TANQUE DE FERROCARRIL Y PIPAS, QUE MANEJAN DISOLVENTES.

No hay generación de electricidad estática en el almacena miento estático de disolventes, ya que ésta se forma unicamen te debido al movimiento; como puede ser la entrada ó salida de líquidos de tanques ó tambores ó algún otro tipo de envase, a través de las tuberías y mangueras.

Todos los tanques y equipos que se utilicen para la recep ción y almacenamiento de disolventes deben de ser conectados a tierra, ya sea por simple contacto ó a través de un dispositi vo eléctrico.

Cuando se pasa material de un tambor a otro envase, ambos depósitos deben de ser unidos y aterrizados. La manguera que se utilice debe de ser antiestática y debe penetrar en el enva se a llenar lo más adentro posible, a fin de evitar el atomiza miento del disolvente dentro del envase, debido a la caída de gran altura.

Los envases deben de ser conectados con cable de cobre -- flexible del número 8. Líquidos dieléctricos tales como deri vados del petróleo, tolueno, xileno, naftas, etc., tienen la capacidad de cargar y separar cargas eléctricas, particularmen te en grandes superficies de líquido expuestas a la intempe rie. En estos casos el gradiente del potencial puede llegar a ser tan alto que produzca por sí solo chispas estáticas, que en combinación de una mezcla adecuada de vapor de disolvente-- aire puede causar una explosión.

Tanques de almacenamiento que contengan disolventes con temperaturas de inflamación menores a los 110°F, es necesario colocarle un sistema de venteo ó bien conectarles un sistema de atmósfera artificial por medio de un gas inerte que permanezca sobre la superficie del disolvente.

Todos los líquidos inflamables a los que se les permite u na caída libre hasta el fondo de los recipientes que los contendrán, pueden producir carga estática pudiendo causar una ex plosión en la fase vapor. Por lo que es recomendable que todos los tanques sean equipados con tuberías de descarga dentro de estos y hasta cerca del fondo, para evitar riesgos, incluso en aquellos con atmósfera inerte.

Circulación ó agitación en tanques conteniendo líquidos - flamables, nunca debe de ser comenzada hasta que el agitador - quede totalmente cubierto por el líquido para prevenir el es- fuerzo mecánico en presencia de mezclas inflamables de aire y vapor.

Los carros tanques de ferrocarril ya son construídos con un sistema de tierra adaptado, pero debido a la grasa y al óxi do que se produce sobre las vías, no es muy eficiente su construcción. Por lo que al cargar ó descargar estos, también se se debe hacer una instalación a tierra.

Los procedimientos para conectar las pipas y otros vehículos con llantas de hule es distinto, ya que estos vehículos durante los meses de baja humedad al rodar acumulan cargas es- táticas. Por ésta razón es imperativo que estos vehículos al llegar al descargar ó cargar producto, sean debidamente conec-



tados a tierra antes de destaparlos. Todos los cables de u nión deben de ser conectados antes que las tapas de la pipa - sean abiertas, y de que la tubería y mangueras sean conecta-- das y deben de ser removidas hasta que la tubería y mangueras sean desconectadas. El uso de las cadenas de descarga para la electricidad estática en los camiones pipa durante su ---- transporte, no es muy efectiva, y especialmente durante clima- seco, debido a la resistencia del contacto entre la cadena y- el piso.

Las pinturas contienen grandes concentraciones de disol-- ventos volátiles y deben almacenarse en lugares en donde una- mezcla de vapores explosivos pueda disiparse. Durante la a- plicación de lacas por medio de pistolas de aire, la máquina- (compresora) y la pistola deben de aterrizarse. Si lo que - se está pintando es una superficie metálica, también debe co- nectarse al sistema.

Las siguientes figuras muestran varios métodos de cone -- xión a tierra de diferentes equipos.

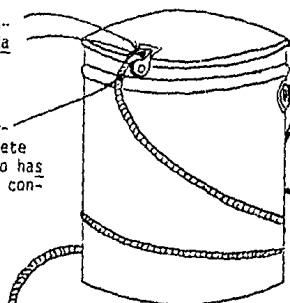
sujetar la lengüeta con ronda na y perno

soporte universal #500. Apriete con el tornillo has lograr un buen contacto.

remueva el plástico o madera del envase

envase estandar para contener disolvente.

"TIPICO ARREGLO PARA ATERRIZAMIENTO DE BOTES DONDE SE MANIPULEN DISOLVENTES."



tenaza pequeña de aterrizamiento, con 5' de longitud de cable y tenaza para sujetarse al bote

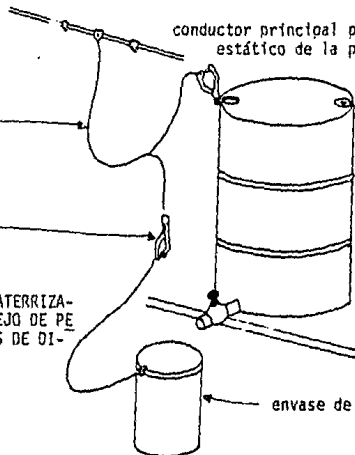
cable para aterrizamiento

tenaza de conexión

"SISTEMA PARA ATERRIZAMIENTO PARA MANEJO DE PEQUEÑOS VOLUMENES DE DISOLVENTES"

conductor principal para aterrizamiento estático de la planta

envase de disolvente



corte el cable a la longitud requerida. inserte el final del cable dentro de la tenaza y atornillelo hasta asegurarse que esté unido. No use soldadura ó calor para ésta conexión

cable para aterrizamiento de 5/32" de acero inoxidable, cortado para la longitud requerida (sin aislante.)

puntos de contacto de acero inoxidable

tenaza de tierra REB

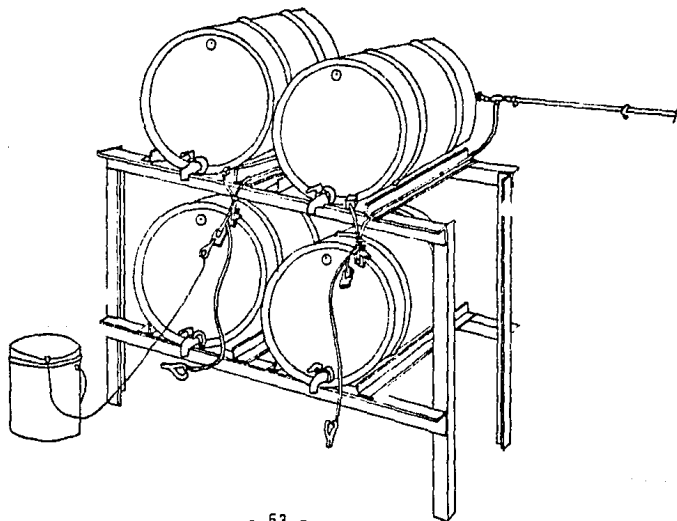
"TENAZA DE ENSAMBLE"

conexión dentada

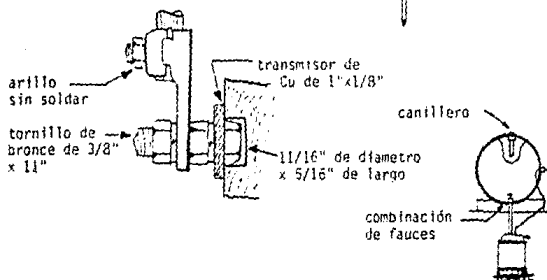
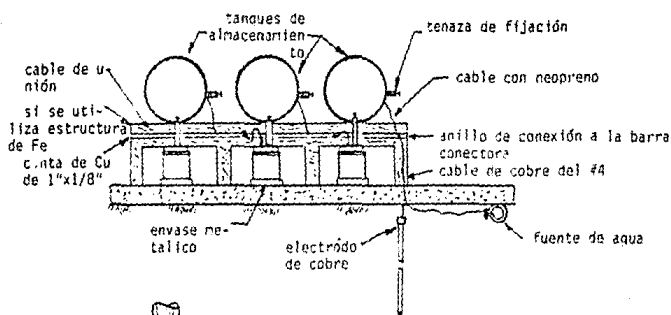
Borne dentado

inserte el cable dentro del borne y sujetelo con un cincel, no use soldadura.

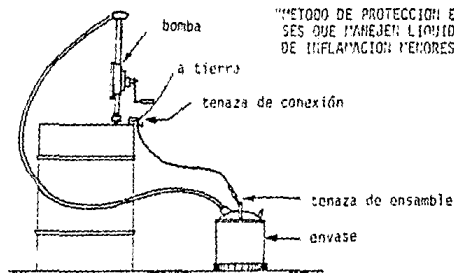
"ATERRIZAMIENTO PARA ATRILES DE ALMACENAMIENTO DE TAMBORES DE 200 LT."



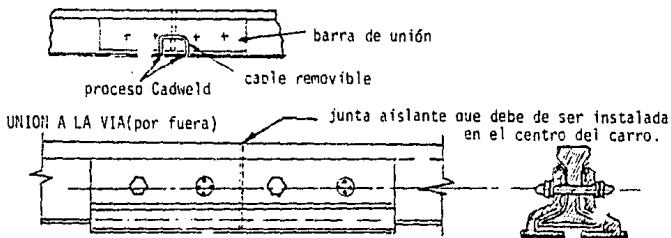
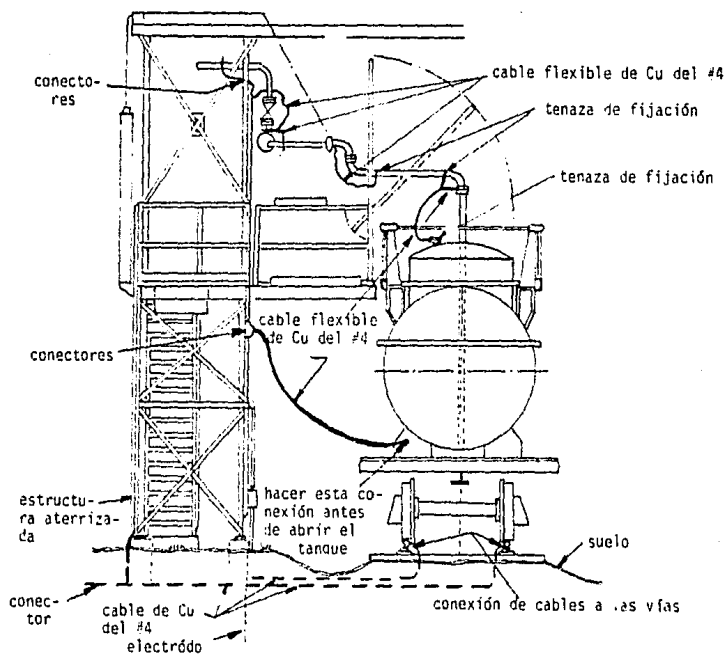
"ATERIZAMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO PARA LIQUIDOS FLAMABLES"



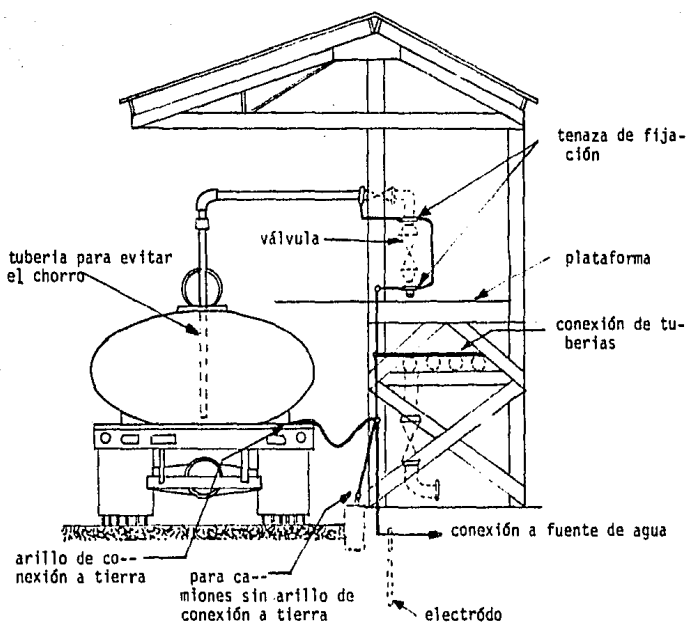
"METODO DE PROTECCION ESTADICO PARA ENVASES QUE MANEJAN LIQUIDOS CON PUNTOS DE INFLAMACION MENORES A 110°F"



"ATERRIZADO PARA CARROS TANQUES DE FERROCARRIL"



"ATERRIZADO PARA PIPAS"

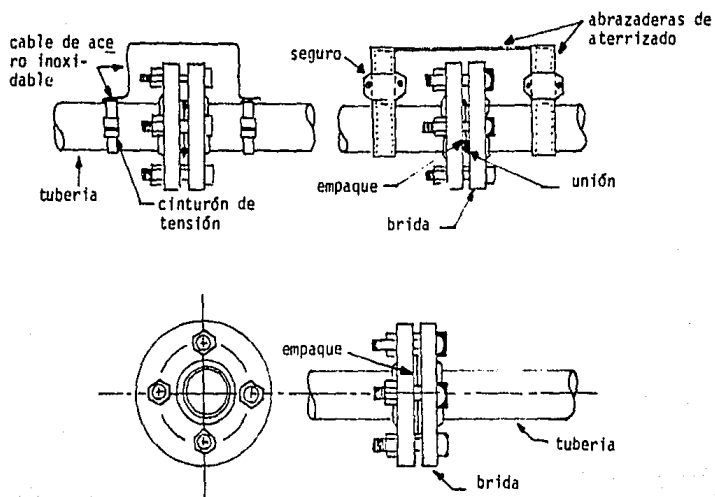


#### IV.1.5. CONEXION A TIERRA DE TUBERIAS,

Todas las tuberías deben de ser conectadas a tierra ya sea que transporten líquidos inflamables ó no, siempre y cuando pase por zonas de alto riesgo. Esto es necesario para prevenir descargas eléctricas ya sean directas ó inducida. Cada tubería se debe de conectar por separada a una fuente de agua-subterránea ó a otro tipo de electrodo con cable de cobre del número 8 ó equivalente. O bien conectarse todas las tuberías entre sí, y posteriormente conectarse en común a un electrodo. La buena protección estática de tuberías en campo depende mucho de su protección corrosiva que éstas tengan. También muchas veces no es suficiente con la buena conexión metal-metal que se tiene, y hay que reforzar la conexión con aterrizado y uniones.

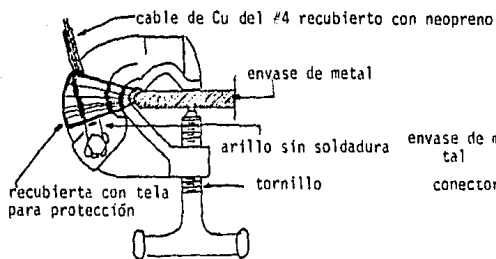
A continuación se muestran figuras que ejemplifican como se debe de hacer la conexión.

"CONEXION ESTATICA DE TUBERIAS"

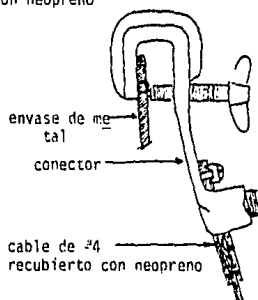




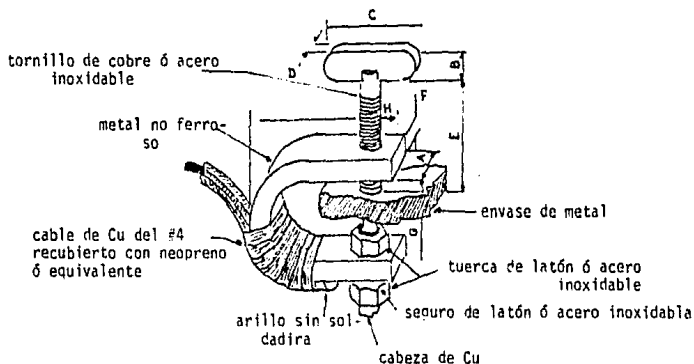
"TENAZAS DE FIJACION ESTATICA PARA ENVASES"



"TENAZA PARA TAMBORES"

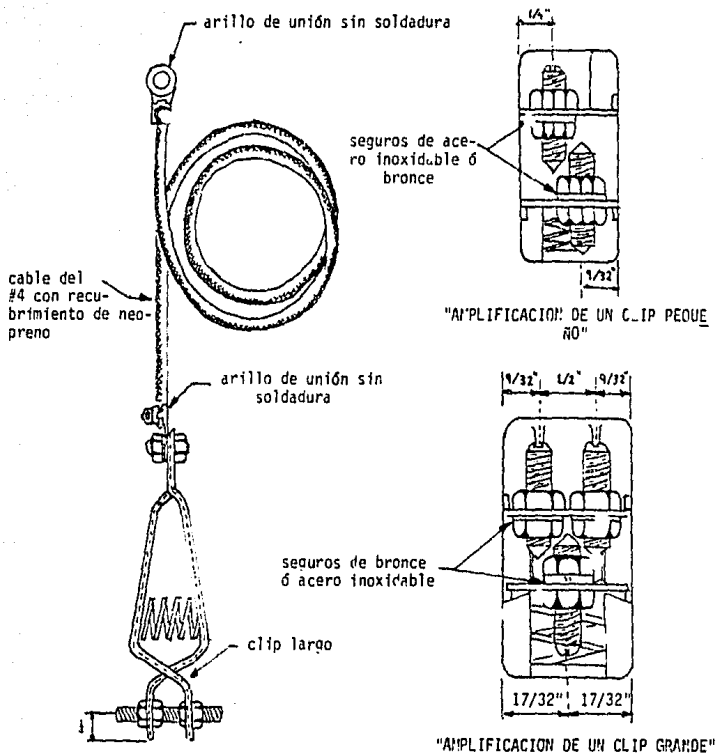


"TENAZA PARA LATAS"



uso de tenaza	perno		tornillo		nuevas										
	día	vuelta	día	vuelta	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
200 Lt.	3/8	24	3/8	24	1	7/16	1 1/2	5/32	2	3/8	1 1/2	3/8	2		
19 Lt.	1/2	28	1/2	28	3/4	3/8	1 1/2	1/8	1 1/2	1/2	1	3/8	1 1/2		

" CABLE DE UNION "



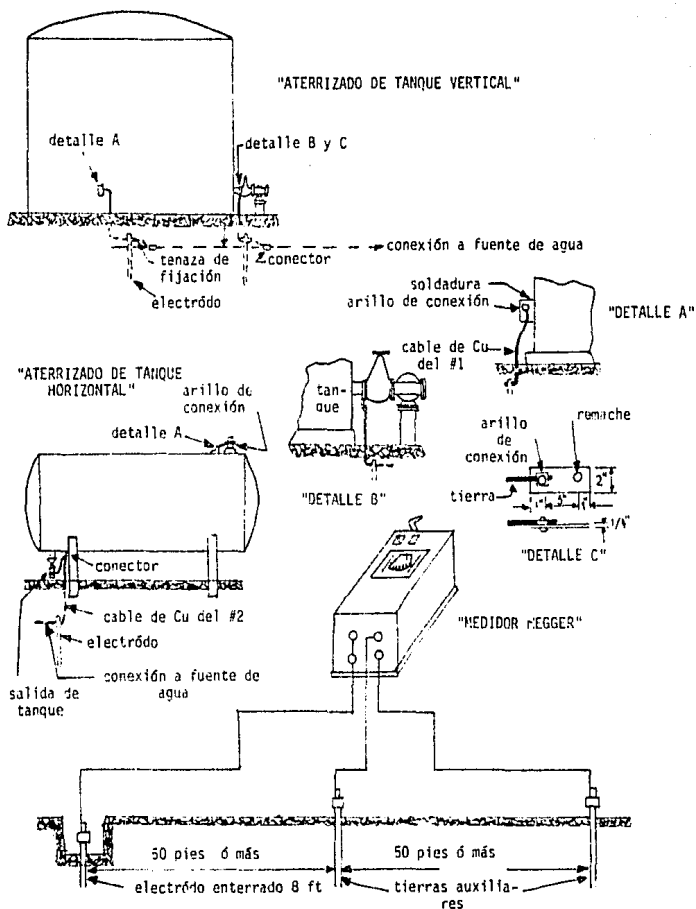
#### IV.1.6. MANTENIMIENTO DE LA PROTECCION ESTATICA.

La unica manera que se tiene de determinar si existe una buena instalaci3n antiestática es su medici3n. Esta medici3n no debe de ser s3lo al instalarse, sino que debe de ser peri3dica para verificar la protecci3n.

La medici3n del aterrizado, se lleva a cabo en una manera distinta a la de los conductores el3ctricos. Como la tierra sin humedad es un p3simo conductor los electr3dos aterrizados, deben estar bastante profundos, para que ah3 est3n bastante humedos. El medidor m3s com3n, es el del tipo Megger, que tiene escalas de 0 a 3/30/300 ohms.

En la siguiente figura se muestra el medidor Megger junto con otros sistemas de protecci3n estática.

"ALGUNAS CONEXIONES DE ATERORIZADO"



#### IV.1.7. ELECTRICIDAD ESTÁTICA PRODUCIDA POR EL PERSONAL.

El cuerpo humano es un conductor eléctrico y frecuentemente acumula grandes cantidades de carga estática, debido al contacto de los zapatos con el piso.

Bajo condiciones normales de trabajo, los zapatos y ropa de los operarios contiene suficiente humedad como para desprenderse de ella como tan rápido se genere. Pero en lugares -- muy secos ó en aquellos donde la humedad relativa es muy baja, estas cargas pueden llegar a ser de hasta varios miles de voltios.

Uno de los factores que ayudan a controlar este riesgo, es tipo de suela que se ocupe, así como el recubrimiento del piso. Los trabajadores no deben vestir plásticos, botas de plástico, zapatos con suela de plástico, en zonas riesgosas.

#### IV.2. ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE LOS DISOLVENTES.

La mayoría de los disolventes dentro de la industria, se manejan principalmente en tanques de almacenamiento no presurizados y en tambores.

##### IV.2.1. MANEJO DE DISOLVENTES EN TANQUES.

Los tanques de almacenamiento de disolventes, deben cons

truirse lejos de los lugares en donde haya fuego y deben de estar provistos, en general de los siguientes aditamentos:

- Venteo con arrestador de flama.
- Boca de hombre.
- Dique de contención alrededor, construido con material resistente al fuego.
- Medidor de nivel.
- Todas las instalaciones electricas del área de tanques debenser a prueba de explosión.
- La tubería de carga del tanque debe llegar hasta cerca del fondo de éste, para evitar que el chorro del producto caiga desde gran altura.
- Tuberías y tanques deben estar conectados a tierra.

#### IV.2.2. MANEJO DE DISOLVENTES EN TAMBORES.

- a) Almacenamiento de tambores de disolventes a la intemperie:

Cuando se almacenan tambores a la intemperie, cada lote no debe de exceder de 100 tambores. De preferencia debe de existir un espacio de 7 a 8 metros entre lotes de tambores.

Los lotes grandes de tambores de disolventes, deben de colocarse a 20 metros de distancia de cualquier edificio.

En general, no es recomendable el almacenamiento -

de tambores a la intemperie, debido al sobrecalentamiento de los vapores y por el riesgo de que se contaminen con agua de lluvia.

b) Almacenamiento de tambores de disolventes bajo techo:

El local debe construirse resistente al fuego, de piso liso e impermeable, con cierta inclinación para desaguar y con muy buena ventilación. Es recomendable que tenga una ventila en la parte baja del edificio y otra cerca del techo.

Cuando se saca material de un tambor a un recipiente menor debe conectarse a tierra.

Las salidas de la bodega y las estibas deben situarse de tal forma que no haya atrapamiento de personal en caso de un siniestro.

c) Llenado de tambores desde el tanque de almacenamiento:

Se prefiere el llenado con bomba al que se efectua por gravedad. El lugar del llenado es preferible que sea al aire libre para minimizar el problema de ventilación.

Es importante tener un extinguidor a menos de 8 metros del lugar, conectar todo el equipo a tierra incluyendo el tambor; la línea de llenado debe tener válvula de cierre rápido.

Cuando se llenan los tambores, no se llenan hasta-  
arriba, dejando espacio suficiente para la expansión -  
del líquido con el calor.

Si hay equipo eléctrico debe de ser a prueba de ex  
plosión.



## CAPITULO V.

### CLASIFICACION DE LOS DISOLVENTES.

Los disolventes son materiales muy complejos y difíciles de clasificar, ya que se pueden agrupar atendiendo a varios -- factores, como son: su composición química, propiedades físicas, comportamiento, obtención, etc.

#### V.1. CLASIFICACION DE LOS DISOLVENTES POR SU COMPOSICION.

- Terpenos
- Hidrocarburos
  - a. alifáticos
  - b. nafténicos
  - c. aromáticos
- Oxigenados
  - a. alcoholes
  - b. ésteres
  - c. glicóéteres
  - d. cetonas
- Furanos
- Nitroparafinas
- Clorados

Por convención los disolventes Terpénicos se muestran como un grupo separado, aunque son hidrocarburos de cierto tipo. La terminología de los recubrimientos únicamente aplica la pa-

labra hidrocarburo unicamente a los disolventes obtenidos del petróleo y del alquitrán de hulla y que están compuestos unicamente por átomos de carbono e hidrógeno. Los disolventes oxigenados a veces también llamados disolventes polares, contienen oxígeno, carbón e hidrógeno.

#### V.1.1. DISOLVENTES TERPÉNICOS.

Son obtenidos comercialmente de la destilación de la madera y goma de pino. Algunos de ellos consisten en un sólo compuesto químico de un grado relativamente alto de pureza, mientras que otros están constituidos por mezclas de diferentes terpenicos. En general se pueden representar como hidrocarburos de la serie  $C_{10}H_{16}$  terpenos y  $C_{10}H_{18}O$  alcoholes terpenicos. En la actualidad su importancia es poca, ya que son más caros que los "hidrocarburos", tienen un rango de solubilidad menor y su olor es muy penetrante y característico.

Los 4 disolventes terpenicos más conocidos son: Alfa Pineno, Beta Pineno, Dipenteno y alfa terpineol.

#### - AGUARRAS.

Hay tres tipos de aguarrás reconocidos industrialmente:

Aguarrás de Goma.-

Su composición es de 60 a 65% de Alfa Pineno, de 30 a 35% de Beta Pineno, y del 5 al 10% de componentes varios. Se ob-

tiene a partir de la destilación de la Trementina, producto de la exudación de diversas variedades de pinos como el Pinus-Palustris, Pinus Caribacea y Pinus Heterophylla.

#### Aguarrás de Madera.-

Su composición es del 75 al 80% de Alfa Pineno, de 15 a 20% de Beta Pineno y del 5 al 10% de componentes varios. Su obtención es por medio de la destilación por arrastre de vapor de la madera de pino.

#### Aguarrás de Sulfito.-

Se obtiene como un subproducto en la manufactura de papel a partir de madera mediante el proceso Kraft. Está constituido principalmente por Careno ó bien por una mezcla de Alfa Pineno, Beta Pineno y Dipenteno.

En la industria de las pinturas, se usan indistintamente los 3 tipos de aguarrás, ya que básicamente tienen las mismas propiedades.

Una de las principales características del aguarrás es -- que abate la viscosidad hasta un punto más bajo que los hidrocarburos alifáticos del mismo punto de ebullición.

#### - DIPENTENO.

Se obtiene por destilación de la brea en su fracción más alta, ó bien por fraccionación de los aceites extraídos de la madera

de pino. Es mejor disolvente que el aguarrás y su evaporación es más lenta. Se utiliza como disolvente fuerte, por ejemplo en barnices polimerizados cerca del punto de gelación ó bien en esmaltes de aplicación por inmersión, con objeto de evitar una polimerización demasiado rápida, debida a la aereación. Se usa también como agente antinata en esmaltes, fondos y barnices de tipo fenólico, y como aditivo en esmaltes de tipo alquidálico modificados con resinas nitrogenadas de aplicación por aspersión con el fin de mejorar flujo y nivelación.

#### - ACEITE DE PINO.

Es la fracción más alta de la destilación del aguarrás. Contiene un gran porcentaje Alfa Terpeneol en conjunto con otros alcoholes y cetonas terpénicas. Tienen un poder disolvente sumamente alto, ya que su valor de Kauri Butanol es prácticamente infinito. Se utiliza principalmente como aditivo en pequeñas proporciones en algunas pinturas ó esmaltes con el fin de aumentar flujo, brillo y algunas otras propiedades; por ejemplo en esmaltes de aplicación por aspersión. También se utiliza como emulsificante, como enmascarador de olores, ó como germicida y desinfectantes en algunas pinturas.

#### V.1.2. DISOLVENTES HIDROCARBUROS

Desde el punto de vista de su composición, los hidrocarburos se dividen en dos clases:

##### a. Hidrocarburos Cíclicos No Saturados:

- Benceno

- Tolueno
  - Xileno (orto, meta, para)
  - Etil Benceno
  - Isopropil Benceno, etc.
- b. Hidrocarburos Cíclicos Saturados (Nafténicos)
- Cicloentano
  - Ciclohexano
  - Metil ciclohexano, etc.
- c. Hidrocarburos De Cadena Abierta Saturados. (Alifáticos o Parafinas)
- Hexano
  - Heptano
  - Octano
  - Nonano
  - Decano
  - Undecano
  - Dodecano y sus isómeros, etc.

Estas tres clases de hidrocarburos se encuentran en diferentes proporciones en el aceite crudo ó bien se forman durante el proceso de refinamiento catalítico ó fraccionación. El primer grupo también se encuentra en el alquitrán de hulla.

En general, los hidrocarburos aromáticos tienen mejor poder disolvente, siguiendo los nafténicos y por último los alifáticos.

Tomando como base dicho poder disolvente, los hidrocarburos que se encuentran en el comercio se clasifican como:

- a. Aromáticos puros
- b. Naftas Aromáticas
- c. Naftas Alifáticas

En los cuales con el termino "Nafta" se designa una mezcla de hidrocarburos aromáticos, nafténicos y parafínicos. Las naftas con un valor Kauri-Butanol mayor de 55, se consideran como naftas aromáticas mientras que aquellas con un valor KB menor de 55 se consideran como naftas alifáticas ó naftas del petróleo.

Los hidrocarburos aromáticos, son esencialmente disolventes aromáticos, por lo que su disolvencia es máxima. Con la excepción de las naftas de alto punto de inflamación, son compuestos casi puros, esto se refleja en su pequeño rango de destilación. Son utilizados ampliamente como disolventes para alquidales de aceites cortos y para otro tipo de resinas que son insolubles en parafinas pero que no requieren de la presencia de disolventes oxigenados. También son utilizados en las formulaciones de adelgazadores para lacas y para otro tipo de recubrimientos que requieren necesariamente de los disolventes oxigenados como verdaderos disolventes (disolventes activos). Antiguamente la producción de hidrocarburos aromáticos se basaba en el alquitrán de hulla, en la actualidad se obtiene --- principalmente del refinamiento del petróleo.

Existe otro sistema de clasificación basado en el número de átomos de carbón en la molécula de los compuestos, así -- por ejemplo, el intervalo hexano-benceno se considera intervalo  $C_6$ ; los disolventes para lacas cubren el intervalo  $C_7-C_8$ ; - etc.

Teniendo en cuenta el intervalo de ebullición, los hidrocarburos se clasifican de la siguiente manera:

a. Bajo punto de ebullición ( 60-82°C) (C<sub>6</sub>).

a.1. Aromáticos.

Benceno.-

Es un líquido incoloro, altamente inflamable con olor característico y excelente poder disolvente para gran diversidad de materiales, incluyendo resinas sintéticas. Se usa ampliamente como producto intermedio en síntesis orgánicas, pero su uso en la industria de los recubrimientos se ve muy reducido debido a sus propiedades tóxicas y narcóticas; sin embargo, se emplea ocasionalmente en la formulación de lacas, esmaltes alquídlicos de secado rápido, tintas para muebles, removedores de pintura, etc.

a.2. Nafténicos.

Ciclohexano.-

Es un líquido incoloro que contiene pequeñas cantidades de hidrocarburos alifáticos y aromáticos y cuyo poder disolvente es semejante al del hexano normal. Se usa ampliamente como producto intermedio en síntesis orgánicas.

a.3. Alifáticos.

Hexano.-

Es un líquido incoloro que se utiliza en aquellos casos donde la alta disolvencia del benceno no es necesaria, pero donde una rápida evaporación y baja toxicidad son requeridas. Tiene un uso muy limitado en las-

lacas, pero su uso en la industria de los adelgazados es muy grande. También se usa como disolvente en hule y tintas.

b. Diluyentes de laca ( 93-120°C) (C<sub>7</sub>-C<sub>8</sub>).

b.1. Aromáticos.

Tolueno.-

Es un líquido incoloro con un olor característico, de poder disolvente ligeramente menor que el del benceno pero con la gran ventaja de que su punto de inflamación es más alto y su curva de evaporación más lenta, lo cual lo hace menos peligroso para su manejo. Es un excelente disolvente para resinas sintéticas y naturales, por ejemplo, fenólicas, alquídicas cortas, maleicas, etc. Es el mejor diluyente para lacas de nitrocelulosa y resinas vinílicas. Las mezclas de tolueno y alcohol se emplean como disolventes de éteres de celulosa. En general el tolueno es utilizado en aquellos casos donde se requiere un material de evaporación rápida y alto poder disolvente.

b.2. Naftas Aromáticas.

Un gran número de naftas aromáticas con valores K<sub>6</sub> de 60 a 85 son empleadas como diluyentes para lacas. Aunque su intervalo de ebullición sobre pasa algunas veces el límite fijado, el 50% de la destilación se encuentra en el intervalo inferior a 120°C. Estos productos tienen un uso similar al del tolueno, su poder disolvente es inferior, aunque mayor que el de las naftas-



alifáticas, su precio es más reducido que el del tolueno.

b.3. Naftas Alifáticas.

En este tipo de disolventes predomina el contenido nafténico y parafínico. Su costo es inferior al del tolueno y las naftas aromáticas, por lo cual tiene mucha aplicación en la industria de pinturas. Aunque su poder disolvente es muy restringido.

c. Punto de Ebullición Medio (115-150°C) (C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub>).

c.1. Aromáticos.

Xileno.-

Es una mezcla de sus tres isómeros; orto, meta y para, predominando el meta con pequeñas cantidades de etil benceno y trazas de tolueno. Su poder disolvente es muy similar al del tolueno aunque menor, su curva de evaporación es más lenta, por lo que su aceptación en los esmaltes alquidálico y en los barnices oleoresinosos es bueno, ya que se requiere la combinación de buen poder disolvente y velocidad de evaporación media, con objeto de reducir la viscosidad de las soluciones y mejorar notablemente el flujo. Se usa como diluyente en lacas de etil celulosa, en esmaltes de horneado y en combinación con el tolueno se utiliza en las lacas de nitrocelulosa. También en combinación con tolueno y alcoholes, promueve el hojeado en la fabricación de pinturas de aluminio.

c.2. Naftas Aromáticas,

Son producto de la industria del petróleo, con un poder disolvente intermedio entre las V.M.P. Naftas y el Xileno.

c.3. Naftas Alifática (V.M.P. Naftas).

Se usan ampliamente en pinturas de secado al aire basadas en resinas alquídicas de alto contenido de aceite (largas) ó en barnices oleoresinosos para aplicación por brocheo, aspersion ó inmersión. El punto de inflamación de las V.M.P. Naftas, ha reducido su uso en acabados arquitectónicos para interiores prefiriendose la gas nafta para tales casos.

d. Alto Punto de Ebullición (150-204°C) (C<sub>10</sub>-C<sub>12</sub>).

d.1. Naftas Alifáticas.

Gas Nafta.-

Es una mezcla de hidrocarburos nafténicos y parafínicos con pequeñas cantidades de aromáticos. Se trata de un disolvente con alto punto de inflamación, baja volatilidad y buena brocheabilidad, muy apropiado para acabados arquitectónicos incluyendo esmaltes caseros de tipo oleoresinoso ó sintético. Es un buen sustituto del aguarrás y se utiliza para "cortar" barnices después de cocinados ó bien como disolvente de resinas sintéticas del tipo alquídico. El gas nafta ordinario, en México tiene un valor de KB aproximado de 36 y un punto de anilina de 85°C. También existe en el mercado un gas nafta con alto punto de inflamación (176 - 240°C), el cual proporciona mejor brocheabilidad ya que su curva de evaporación es más lenta

d.2. Naftas Aromáticas.

Estos disolventes están constituidos por mezclas de hidrocarburos alifáticos nafténicos y aromáticos, -- predominando estos últimos. Se usa ampliamente en la formulación de acabados industriales, el más común de este grupo es el High flash nafta ó disolvente de alquitrán de alto punto de inflamación (no confundirlo con la gas nafta de alto punto de inflamación ya que esta contiene un alto porcentaje de alifáticos).

d.3. Aromáticos.

Aproximadamente un 99% de los disolventes aromáticos en el intervalo de ebullición de la gas nafta, se obtienen actualmente de la industria del petróleo. se trata de mezclas de hidrocarburos aromáticos del intervalo  $C_9-C_{10}$  y encuentran aplicación en los mismos casos que las naftas aromáticas pero siempre que se requiera un mejor poder disolvente, por ejemplo en esmaltes industriales de horneó.

e. Tipo Petróleo (204-260°C) ( $C_{12}-C_{15}$ ).

e.1. Naftas Alifáticas.

Petróleo blanco.-

Es una mezcla de hidrocarburos alifáticos con pequeñas cantidades de productos aromáticos de alto punto de ebullición y lenta evaporación. Tiene un olor muy típico y representa el petróleo original usado en la industria de las pinturas. En la práctica se incorporan pequeñas cantidades de éste disolvente en pinturas para

exteriores e interiores para mejorar su brocheabilidad y flujo, debido a su lenta evaporación,

e.2. Naftas Aromáticas.

Encuentran su uso principal en esmaltes de horneoen los cuales se requiere un gran poder disolvente. Se pueden usar también en pequeños porcentajes en barnices, con el fin de mejorar flujo y retardar el secado

e.3. Aromáticos.

Se trata de una mezcla de hidrocarburos aromáticos los cuales se pueden incluir en el tipo petróleo, pero cuyo punto de ebullición está por debajo que el del petróleo regular. Estos productos se usan en aquellos casos en donde se hace necesario un gran poder disolvente unido a una lenta evaporación.

V.1.3. DISOLVENTES OXIGENADOS.

Se les llama así ya que el oxígeno se encuentra presente además de carbón e hidrógeno. Esto contribuye a la polaridad adquiriendo la molécula diferencias de cargas eléctricas. Esta es la diferencia fundamental entre los disolventes oxigenados y los hidrocarburos; que esencialmente son no polares. Debido a su polaridad casi todos los disolventes oxigenados son solubles en agua. Por la misma razón son mejores disolventes para la mayoría de los filmógenos polares, tales como la goma-laca, esteres de celulosa, resinas de amino formaldehído, vinílicas, acrílicas, epóxicas, nitrocelulósicas, poliuretanos y silicones.

ESTA TEST EN SERIE  
SALA DE AJ. EN SERIE  
EN SERIE

En general los disolventes oxigenados tienen mayor poder disolvente que los hidrocarburos sobre la mayoría de las resinas sintéticas, pero los hidrocarburos son mejores disolventes para las resinas naturales.

Aunque el volumen de disolventes oxigenados consumido por la industria de los recubrimientos es menor que el de los disolventes hidrocarburos; sus propiedades generales y el uso que se les dá les confieren una mayor importancia debido al efecto directo que ejercen sobre el material al cual se incorporan; por ejemplo, la mayoría de los productos disueltos en hidrocarburos, secan por oxidación ó polimerización; los disolventes ejercen solamente un efecto parcial sobre las características finales de la película seca, mientras que en el caso de los disolventes oxigenados los productos usados secan por evaporación, y las propiedades finales de la película seca dependen en gran parte de los disolventes empleados.

Los disolventes oxigenados son más caros que los hidrocarburos.

a. Alcoholes.

Los alcoholes son compuestos orgánicos que se caracterizan por la presencia del grupo oxhidrilo (OH), el cual les confiere gran afinidad con el agua (H<sub>2</sub>O). La estructura de la molécula unida al grupo OH tiene un efecto decisivo sobre todas las propiedades, y así los alcoholes de bajo peso molecular como metil, etil e isopropil, son bastante solubles en agua, pero inmiscibles con hidrocarburos y a medida que aumenta la longitud de la cadena estas propiedades van cambiando; -

así por ejemplo, el butanol es insoluble en agua y miscible -- con hidrocarburos. Los alcoholes son llamados disolventes la tentes ó cosolventes, especialmente cuando se habla en uso de lacas de nitrocelulosa. Esta terminología deriva de que -- los alcoholes usados como disolventes únicos, con excepción -- del metanol, no disuelven la nitrocelulosa RS, pero cuando -- se mezclan con disolventes activos ya sea en mayor proporción -- ó en partes iguales, la mezcla tiene el mismo ó mayor poder di solvente que el disolvente puro. Además, los alcoholes se usan como disolventes para resinas naturales, goma laca y resinas - sintéticas. Las mezclas de alcoholes e hidrocarburos aromáti cos se usan como disolventes para la etil celulosa y resinas - alquidálicas, fenólica, urea formaldehído, melamina formaldehí do, etc., también se utilizan en la fabricación de removedores y tintas.

#### a.1. Alcohol Metílico ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ).

Es completamente miscible con agua e hidrocarburos alifáticos, debido a su alta polaridad es un gran disol vente para grasas y resinas. Es el alcohol con mayor poder disolvente y es el único alcohol que disuelve la nitrocelulosa RS. Se emplea en la preparación de solu ciones de nitrocelulosa de baja viscosidad, ceras, colorantes para plásticos, removedores de pintura etc. Es poco usado como disolvente debido a que se evapora - rápidamente y sus vapores son tóxicos. Aunque en la - actualidad debido a su bajo costo en comparación al res to de los disolventes se ha incrementado su uso sobre - todo en la fabricación de adelgazadores para lacas, - en los cuales se han llegado a encontrar en concentra ciones superiores al 40%.

a.2. Alcohol Etilico ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ),

Este material tiene 2 usos principalmente. Uno es para la fabricación de bebidas alcoholicas y el otro dentro de la industria de los recubrimientos. Para el primer caso, el alcohol es puro y su venta es muy restringida. No puede ser comprado sin un permiso especial del gobierno federal. Para el segundo caso se utiliza el alcohol desnaturalizado, que es alcohol etilico al que se le ha contaminado con ciertas substancias que lo hacen nocivo al organismo adaptandolo unicamente para uso industrial. Existen cerca de 50 tipos de alcoholes desnaturalizados. En México, los desnaturalizantes más comunes son el Benceno y el Acetato de Etilo.

El etanol es disolvente de la goma laca y de muy pocas resinas naturales. Disuelve algunas cuantas resinas sintéticas, como el acetato de polivinilo, el polivinil butiral, algunas fenólicas, maléicas, etc.

Al etanol se le clasifica como un disolvente latente de bajo punto de ebullición y evaporación rápida para lacas de nitrocelulosa. Se utiliza en proporciones de 1 a 1 con disolventes activos, aunque se deben tomar varias precauciones ya que a las altas concentraciones de etanol promueven el defecto de formación de niebla. Se utiliza como cosolvente en tintas de rotogravado y flexografía. También se ocupa para humedecer la nitrocelulosa con el fin de disminuir el riesgo de fuego y explosión de ésta durante su almacenamiento y manejo.

a.3. Alcohol Isopropílico ( $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ ).

Sus propiedades generales son semejantes a las del etanol, y debido a su menor precio lo ha reemplazado a este como disolvente; teniendo en cuenta que el isopropanol es superior al etanol en lo que respecta a la resistencia del nublado, aunque su poder disolvente es menor en las soluciones de nitrocelulosa.

Su uso principal es en la formulación de adelgazadores como copulante.

a.4. Alcohol Butílico ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ ).

Comparado con alcoholes de cadena más corta el butanol no es tan efectivo para reducir la viscosidad de las soluciones de nitrocelulosa, pero en cambio tiene la ventaja de aumentar la compatibilidad con otras resinas y al mismo tiempo mejora la resistencia a la niebla, ya que su velocidad de evaporación es lenta y su miscibilidad con el agua grande.

El butanol no es disolvente para resinas alquídicas, pero si se les agrega en una proporción menor al 5% de la cantidad total de disolventes, no causa incompatibilidad y si reduce la viscosidad mucho más rápidamente que únicamente con hidrocarburos.

También se utiliza como producto intermedio en la fabricación de algunos plastificantes, tales como el Dibutil Ftalato (DBP).



a.5. Alcohol Amflico ( $C_5H_{11}OH$ ),

Existen 8 isómeros posibles de este producto. Tienen un alto punto de ebullición y su evaporación es más lenta que todos los alcoholes mencionados anteriormente. Tiene un gran poder disolvente y compatibilidad con el agua, por lo que mejora la resistencia al nublado en soluciones de nitrocelulosa.

Debido a su alto precio a veces es substituido por el Alcohol Metil Amflico  $CH_3CHOHCH_2CH(CH_3)_2$  (Metil Iso butil Carbinol), que tiene propiedades muy semejantes a este y su precio es mucho más accesible.

a.6. Otros alcoholes que se utilizan dentro de la industria de los adelgazadores y lacas, pero que se utilizan en menor proporción son:

- Alcohol Propflico Normal
- Alcohol Isobutflico
- Ciclohexanol
- 4-Metoxi-4-Metilpentanol-2

b. Esteres.

Los esterres son producto de la reacción entre un alcohol y un ácido, su fórmula general es  $R-COO-R'$ , donde R y R' pueden ser grupos alquil iguales ó diferentes.

Existen varios tipos de esterres que funcionan como disol-

ventes tales como los acetatos, formatos, lactatos, oxalatos y carbonatos. Ya que los acetatos es el único grupo importante dentro de los ésteres como disolventes comerciales, será el grupo que se tratará.

La industria de las lacas en gran parte debe su rápido desarrollo a los acetatos, ya que se utilizan principalmente en -- filmógenos termoplásticos, principalmente en la nitrocelulosa, acetato de celulosa, acetato de butirato de celulosa y resinas acrílicas. Los acetatos se caracterizan por su olor afrutado y agradable. Los ésteres de bajo peso molecular son completamente solubles en agua, pero a medida que aumenta el número de átomos de carbono en la molécula, van perdiendo ésta propiedad hasta llegar a ser completamente insolubles. Unicamente los ésteres de bajo punto de ebullición se consideran como disolventes verdaderos. Fueron los primeros materiales que se usaron como disolventes activos para las lacas de nitrocelulosa y se introdujeron en la industria de las pinturas a fines de la primera guerra mundial.

b.1. Acetato de Metilo ( $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ ).

Es el éster más volátil de la serie, tiene un alto poder disolvente hacia la nitrocelulosa, con la cual da soluciones de baja viscosidad. Sin embargo su uso es restringido en la actualidad, ya que su rápida velocidad de evaporación produce una baja resistencia a la niebla y facilita la formación de la cáscara de naranja, lo --- cual se contrarresta combinándolo con otros disolventes de alto punto de ebullición. También tiene gran poder disolvente sobre las resinas de acetato de celulosa y la etil celulosa.

b.2. Acetato de Etilo ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ ).

Es un líquido de olor agradable, soluble en alcohol, éter, cloroformo, y parcialmente soluble en agua. Es ampliamente utilizado debido a su alto poder disolvente en la formulación de lacas de nitrocelulosa y adelgazadores. Presenta un extraordinario poder de dilución para los hidrocarburos del petróleo, comparado con otros ésteres y cetonas del mismo intervalo de evaporación. Se encuentra comercialmente en 3 grados: 99,95-98, y 87-89%, siendo el último el más común. Sin embargo también presenta baja resistencia a la niebla y tiene poco poder de nivelación.

b.3. Acetato de Isopropilo ( $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOCH}_3$ ).

Es un excelente disolvente para la nitrocelulosa y demás resinas empleadas en la formulación de lacas. Se combina principalmente con disolventes activos de bajo punto de ebullición. Se acostumbra darle los mismos usos que al Acetato de Etilo, intercambiándolos casi directamente en las formulaciones, tomando en cuenta que el Acetato de Isopropilo tiene una evaporación más lenta, (lo cual hace posible la formulación de lacas con menor proporción de disolventes más costosos de alto punto de ebullición), al mismo tiempo que reduce la tendencia hacia la formación de niebla por humedad.

b.4. Acetato de Butilo Normal ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOCH}_3$ ).

Es el más versátil y el disolvente más importante de punto de ebullición medio utilizado en la formulación de adelgazadores y lacas de nitrocelulosa. Su velocidad de

evaporación se ha tomado como punto de referencia para los demás disolventes, dándosele el valor de 1 ó 100. Comercialmente contiene 90% de éster y encuentra su aplicación principal como disolvente activo de lacas de nitrocelulosa y adelgazadores. Las formulaciones basadas en éste disolvente, tienen un buen flujo y una excelente resistencia a la humedad, debido a su alta solubilidad con el agua por lo que la niebla es escasa. La combinación con alcohol butílico normal tiene la particularidad de abatir la viscosidad de las soluciones de nitrocelulosa, al mismo tiempo que aumenta su compatibilidad con otras resinas. También tiene gran utilidad en la formulación de lacas en spray.

b.5. Acetato de Amilo ( $\text{CH}_3\text{COO}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ ) (e isómeros).

Se clasifica como disolvente de alto punto de ebullición y se usa como disolvente activo para lacas de nitrocelulosa a las cuales imparte buen flujo, brillo y resistencia al nublado. El Acetato de Amilo se usa en aquellos casos donde se requiere una lenta evaporación. También se usa en pequeñas cantidades (3 a 6%) en esmaltes horneables con objeto de mejorar fluidez y brillo.

b.6. Acetato de Cellosolve ( $\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}_2)_2\text{COOCH}_3$ ).

Es un disolvente muy versátil y altamente polar, -- constituyentes deseable en lacas de nitrocelulosa a las cuales imparte un extraordinario brillo y resistencia al nublado, y por lo que respecta a esta última propiedad, es mejor que el derivado metílico y apreciablemente mejor que el "Cellosolve". Su lentitud de evaporación y su especial habilidad para promover un buen flujo, lo -

hacen el disolvente ideal para lacas de aplicación con brocha. Se emplea con frecuencia en la formulación de esmaltes sintéticos y oleoresinosos con el fin de reducir viscosidad y mejorar flujo y nivelación.

b.7. Otros ésteres que se utilizan dentro de la industria de los adelgazadores y lacas, pero que se utilizan en menor proporción son:

- Acetato de Propilo Normal
- Acetato de Butilo Secundario
- Acetato de Metil Amilo
- Acetato de Metil Cellosolve
- Lactato de Etilo

c. Glicóéteres.

Estos productos derivados de los alcoholes metílico, etílico y butílico, encuentran un gran número de aplicaciones industriales debido a sus extraordinarias propiedades de solvencia y compatibilidad con otros compuestos orgánicos.

La presencia de los grupos alcohol y éter en una sola molécula, les imparten características muy importantes que hacen que estos productos, sean muy difíciles de substituir en aplicaciones tales como para colorantes usados en la industria textil y de cuero y en la fabricación de pintura.

Los glicóéteres también se pueden utilizar como disolventes para pesticidas, herbicidas, diluyentes para fluidos hidráulicos

licos, agentes de unión para aceites solubles y en gran variedad de limpiadores para superficie. También se utilizan ampliamente como disolventes utilizados para lacas, esmaltes y barnices para madera. Los glicóéteres mejoran la fluidez de las lacas impartiendoles mayor brillantez. También son utilizados en la fabricación de líquidos para frenos, ya que prácticamente son inertes a las gomas utilizadas en los sistemas de frenos y a su gran compatibilidad con otros ingredientes. Una de sus principales características de los glicóéteres es su miscibilidad infinita con el agua. Dentro de la industria de las pinturas y de los adelgazadores, su uso es restringido debido a su muy lenta velocidad de evaporación.

Ya que los nombres químicos de los glicóéteres son bastante largos, se venden bajo un nombre comercial dependiendo del tipo de marca del proveedor. La base del grupo etilenglicol es el monoetil éter de etilén glicol mejor conocido como:

- Cellosolve
- Ektasolve
- Dowanol
- Plurasolv
- Carbitol
- Etc.

Comercialmente se nombra primero el grupo alquíl seguido del nombre comercial.

En la industria de los recubrimientos sus principales aplicaciones se encuentran en las lacas, esmaltes de tipo epoxi y-

en las pinturas emulsionadas (latex).

- LACAS.

La solubilidad de los ésteres de celulosa en éste grupo de disolventes es en la mayoría de los casos sobresaliente, debido a que desempeña las siguientes funciones:

- a. Control del tiempo de evaporación
- b. Eliminación de defectos superficiales, principalmente el -  
nublado
- c. Control de viscosidad
- d. Incremento de adherencia
- e. Aumento de fuldez y nivelación
- f. Aumento de brillo

Se usan indistintamente en formulaciones de lacas para madera, lacas automotivas, etc.

- ESMALTES TIPO EPOXI.

Los glicóles y sus acetatos son disolventes activos para la mayoría de las resinas epoxi, así como de las sustancias que normalmente son usadas como agentes catalizadores para las mismas tales como poliamidas, poliaminas, etc. Además se utilizan en la formulación de esmaltes de horneado basados en mezclas de resinas epoxi con resinas urea-formaldehído buliladas, melamina-formaldehído, fenol-aldehído, etc., con el fin de asegurar la uniformidad de la película.

## - PINTURAS EMULSIONADAS.

Los glicóéteres se recomiendan especialmente para la formulación de polímeros de acetato de vinilo y/o acrílicos, en los cuales actúan como agentes coalescentes.

También se usan ampliamente en formulaciones de organosolubles de tipo vinílico, isocianatos, etc.

### c.1. Metil Cellosolve ( $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ).

Tienen el punto de ebullición más bajo de la serie, y su velocidad de evaporación se encuentra aproximadamente en el mismo orden que la del acetato de metil amilo y la del butanol. Es un buen disolvente para la nitrocelulosa, acetato de celulosa y etil celulosa, a pesar de lo cual no tiene mucha aceptación debido a que es inmiscible con naftas alifáticas y además a que tiene poca resistencia a la formación de niebla. En conjunto con cetonas ó alcoholes se recomienda para la formulación de lacas de acetato de celulosa y para reductores de los mismos, así como para esmaltes y barnices de secamiento rápido. Tiene gran aplicación en tintes para madera, debido a que su alto poder disolvente favorece la penetración de los colorantes dentro de la fibra.

### c.2. Cellosolve ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ).

La curva de evaporación de este disolvente es más lenta que la del compuesto de metilo mencionado anteriormente. A diferencia del mismo, presenta una cierta to-



terancia hacia los hidrocarburos alifáticos y gran compatibilidad con hidrocarburos aromáticos. Es un magnífico disolvente para la nitrocelulosa y resinas alquídicas en general, por lo cual es muy usado en lacas de nitrocelulosa como reductor de viscosidad a pesar de que no tiene mucha resistencia a la formación de niebla comparado con otros disolventes de su misma velocidad de evaporación. Se recomienda especialmente en la formulación de lacas para aplicación en caliente y en lacas para estarcido lo mismo que para removedores de pinturas y barnices.

c.3. Butil Cellosolve ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ).

Es un excelente disolvente para la nitrocelulosa y para gran variedad de resinas tanto sintéticas como naturales. Aunque su acción disolvente es algo retardada, ésta puede llegar a constituirse en una ventaja cuando se trata de repintar superficies por el método de brocheo, ya que así se evita que la primera mano sea removida. En lacas de nitrocelulosa de secamiento al aire, se usa en concentraciones hasta de 5% con objeto de evitar la formación de niebla y mejorar fluidez y brillo, pero puede ser utilizado en mayores concentraciones en caso de que las lacas vayan a ser secadas por rayos infrarrojos ó por algún otro método de secado forzado. Se usa también en lacas para aplicación en caliente ó por el método de rodillos en los cuales se requieren disolventes de evaporación lenta con el objeto de evitar el defecto de "Acordonado" debido a la falta de fluidez. Aún cuando su curva de evaporación es lenta, tiene la --

propiedad de desprenderse fácilmente de la película de -  
laca. En combinación con el xileno es el constituyente  
principal en los llamados "Retardadores de Evaporación",  
los cuales se adicionan a los adelgazadores, con el fin  
de evitar problemas con la formación de niebla por hume-  
dad en lacas de nitrocelulosa. Se usa también en una -  
proporción del 2 al 5% en esmaltes de horneado de tipo in-  
dustrial, basados principalmente en el sistema alquid-al-  
melamina, con el objeto de mejorar la humectación del --  
pigmento y al mismo tiempo mejorar nivelación y brillo -  
de la película. Tanto el Butil como el Etil Cellosolve  
son buenos disolventes acopladores, y por lo tanto se in-  
cluyen a menudo en formulaciones de barnices ó esmaltes -  
con el objeto de aumentar la compatibilidad de los dife-  
rentes componentes, por ejemplo, en una mezcla de barni-  
ces oleoresinosos y barnices cortados en frío, cuyos pa-  
rámetros de solubilidad no concuerdan entre sí, la adi-  
ción de Butil Cellosolve aumenta el grado de solubilidad  
y por lo tanto la compatibilidad de los mismos.

d. Cetonas.

Constituyen el grupo más versátil de todos los disolventes  
activos. Químicamente hablando se caracterizan por el grupo --  
carboxilo R-CO-R', siendo R y R' radicales iguales ó diferentes.  
Las cetonas de bajo peso molecular de tipo alifático son las --  
más usadas en la industria de pinturas, aún cuando también se em-  
plean dos cetonas cíclicas de alto punto de ebullición. El po-  
der disolvente de las cetonas varía proporcionalmente a su peso  
molecular, o sea que a menor peso molecular mayor disolvencia.

Desgraciadamente la velocidad de evaporación también se encuentra en razón directa del peso molecular y así los mejores disolventes o sea los miembros más bajos de la serie tienen una evaporación demasiado rápida, la cual favorece la niebla en lacas de nitrocelulosa.

Son magníficos disolventes para la nitrocelulosa y otros ésteres de la celulosa, para los copolímeros de cloroacetato de polivinilo, resinas acrílicas, epóxicas y uretanos. También se consideran disolventes activos de resinas vínicas y de resinas epóxicas duras. Dan soluciones de nitrocelulosa de menor viscosidad que con los ésteres de similar rango de evaporación. También tienen mayor dilución de radio en tolueno. Las cetonas tienen olores característicos y más penetrantes que el de los ésteres. Sin embargo son utilizados principalmente para acabados industriales en donde los malos olores tienen poca importancia.

d.1. Acetona ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) (Dimetil Cetona).

Está considerada como el mejor disolvente de las cetonas, debido a su bajo precio y a su alto poder disolvente. Se usa ampliamente en sistemas de lacas con resinas sintéticas ó naturales, en aquellos casos en que se requiere una alta disolvencia unida a una evaporación rápida, por ejemplo en lacas de altos sólidos y baja viscosidad para aplicación por raspado, en lacas para empaques de juntas, etc. Su uso se encuentra limitado en las lacas de nitrocelulosa debido a su poca resistencia a la niebla, aunque esto se compensa al combinarlo con disolventes de evaporación lenta, con el fin de bajar --

cear la curva de evaporación, evitando así la formación de niebla.

Se usa también en la fabricación de removedores de pinturas, combinadas con alcohol metílico, cloruro de metileno, una mezcla de hidrocarburos y parafina homogeneizada dentro del sistema.

d.2. HEX ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$ ), Metil Etil cetona.

Tanto el poder disolvente como la miscibilidad en agua de ésta cetona son más reducidos que los del compuesto anterior, pero en cambio su punto de ebullición es -- más alto y su curva de evaporación más lenta.

Presenta una gran tolerancia hacia los diluyentes aromáticos y una buena resistencia al nublado. Por lo que se usa ampliamente en varios tipos de formulaciones, particularmente en lacas de nitrocelulosa de alto contenido de sólidos. En combinación con disolventes activos de punto de ebullición media como el Acetato de Butilo, se emplea en formulaciones de laca para aplicación en caliente.

También es disolvente único en lacas vinílicas para aplicación sobre telas, así como disolvente en lacas de acetato de celulosa y de Acetato de Butirato de Celulosa para las lacas que se utilizan en aviones.

d.3. MIBK ( $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ) Metil Isobutil Cetona.

Se encuentra en el mercado con un grado de pureza -

de 99%. Su curva de evaporación es más rápida que la del Acetato de Butilo a pesar de lo cual tiene la propiedad de impartir buen flujo, ésta propiedad unida a su alta disolvenencia, resistencia al nublado y tolerancia a los diluyentes aromáticos hace que sea el disolvente ideal para lacas de nitrocelulosa por aplicación por aspersión, aún cuando generalmente se utiliza un conjunto de disolventes activos de bajo punto de ebullición. En la formulación de lacas de vinilo, ésta cetona se emplea generalmente acoplada con otras cetonas de menor o mayor punto de ebullición y de diferente poder disolvente, con el fin de equilibrar tanto la curva de evaporación como la viscosidad y el contenido de sólidos de las soluciones, dependiendo del uso específico que se les vaya a dar.

d.4. Ciclohexanona ( $(\text{CH}_2)_5\text{CO}$ ).

Es una cetona cíclica de alto punto de ebullición - muy utilizada en las lacas de nitrocelulosa para mejorar flujo, brillo y resistencia a la niebla. En lacas de cloroacetato de polivinilo para aplicación con rodillos, su evaporación lenta ayuda a la no formación de cráteres y además promueve el flujo y la nivelación durante la operación de horneado. También se utiliza en la preparación de organosoles vínicos. Su uso es muy amplio debido a su gran poder disolvente sobre un gran número de resinas.

d.5. Isoforona ( $\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CHCO}$ ).

Es una cetona cíclica insaturada con una velocidad de

evaporación bastante lenta. Tiene un color amarillo - pálido y un olor caracterfstico. Es parcialmente soluble en agua, pero miscible con todos los disolventes orgánicos. Es usado ampliamente en la formulación de las lacas vinílicas horneables para aplicación por el sistema de rodillos. Debido a su lenta evaporación se ha eliminado casi por completo de las formulaciones de lacas de secado al aire, aunque también es utilizado en la fabricación de tintas vinílicas, en la fabricación de pesticidas y en gran cantidad de procesos de purificación orgánica.

d.6. Otras cetonas que se utilizan dentro de la industria de los adelgazadores y lacas, pero que se utilizan en menor proporción son:

- Oxido de Mesitilo
- Alcohol Diacetona
- Metilo Isoamil Cetona
- Dietil Cetona
- Cetona Diisobutílica

#### V.1.4. FURANOS.

Son 4 los disolventes furanos principales; están basados en el furfural, que es extraído de la cáscara de avena. Son cetonas cíclicas. El uso de éste tipo de disolventes es muy limitado y principalmente se utilizan en el trabajo analítico. Su utilidad como disolventes la tienen debido a su excepcional alta disolvenca para algunas resinas, especialmente las -

vinílicas. Con la excepción del furfural, todos tienen un olor suave y agradable; y se tornan amarillentos cuando el tiempo de almacenamiento es muy grande. Debido a esto, no pueden ser considerados como disolventes de lacas ya que la decoloración del disolvente vararía el tono final de la laca.

Los 4 disolventes principales dentro de los furanos son:

- Furfural
- Alcohol Furfúrico
- Tetrahidrofurano
- Alcohol Tetra Hidrofurfúrico

El alcohol Furfúrico tiene gran poder disolvente para muchas resinas, su consumo principal es en la fabricación de resinas termofijas. El más importante de los 4 disolventes furánicos es el Tetra Hidrofurano. Su uso es restringido debido a su rápida velocidad de evaporación y principalmente a su temperatura de inflamación, que crea un alto riesgo de fuego. A menos que sea debidamente estabilizado y manteniéndosele frío en tanques cerrados, tienen tendencia a formar mezclas de peróxidos explosivos. Tiene muy buen poder disolvente para copolímeros de PVC. A diferencia de las cetonas convencionales disuelve resinas homopolímeros de cloruro de vinilo de alto peso molecular. El alcohol Tetra Hidrofurfúrico tiene una velocidad lenta de evaporación y no tiene las mismas restricciones de manejo del Tetra Hidrofurano, sin embargo es un solvente -- fuerte con muy buen poder disolvente para casi todas las resinas oxigenadas incluyendo los copolímeros de cloruro de vinilo.

#### V.1.5. NITROPARAFINAS.

La importancia de estos compuestos estriba en su alto poder disolvente para la mayoría de los materiales utilizados en la industria de los recubrimientos. Se recomiendan especialmente para la formulación de lacas de Acetato y Acetato de Butirato de Celulosa, a las cuales les imparten magníficas propiedades de fluidez, nivelación y resistencia a la formación de niebla, propiedades que son difíciles de obtener con otros disolventes ya que la solubilidad de ambos materiales está limitada a un pequeño número de disolventes de evaporación rápida, tales como Acetona y Acetato de Metilo y algunos líquidos polares de alto punto de ebullición como el Alcohol Diacetona- y el Lactato de Etilo.

Son también buenos disolventes de nitrocelulosa y mejoran el brillo y la resistencia a la niebla, así como la adherencia de la película al sustrato. Además aumenta la tolerancia de hidrocarburos aromáticos y aumenta la compatibilidad con las resinas alquídicas.

Sus principales aplicaciones son como disolvente, en procesos analíticos como explosivo, como combustible y como intermediario de reacciones químicas.

#### - 2 NITROPROPANO.

En mezclas con hidrocarburos aromáticos es un excelente disolvente para la mayoría de las resinas acrílicas tanto termoplásticas como termofijas y de los copolímeros de cloroaceta



to de polivinilo.

La estabilidad de estas soluciones es excelente aún a altas concentraciones de resinas. En el caso especial de las resinas vinílicas del tipo VAGH se recomienda el uso de un 5% de alcohol de bajo peso molecular sobre el contenido de 2 Nitropropano con el objeto de mejorar la solubilidad.

En formulaciones a base de resina epoxi, mejora la adhesión y la resistencia a los agentes químicos, evitando además la retención de disolventes con lo cual permite la aplicación de pintura a espesores mayores de 0.05 mm en una sola mano.

Al aplicar esmaltes por el método electrostático, el control de la conductividad eléctrica del esmalte es de la mayor importancia. El buen poder disolvente de las nitroparafinas para gran variedad de resinas, así como su buena conductividad lo hacen ideal para ajustar la conductividad de los sistemas de pintura.

Debido a su baja aceptación de agua y alto equivalente de isocianato se recomienda especialmente para la formulación de poliuretanos.

Otros disolventes nitroparafínicos de menor importancia son:

- Nitrometano
- Nitroetano
- 1 Nitropropano

#### V.1.6. DISOLVENTES CLORADOS.

Se trata de hidrocarburos tanto alifáticos como aromáticos, en los cuales parte de los átomos de hidrógeno han sido substituidos por átomos de cloro.

La característica sobresaliente del grupo, es su baja inflamabilidad comparada con otros grupos de disolventes. En general, se puede decir que son buenos disolventes para grasas, aceites, ceras, hules, cloruro y acetato de polivinilo y copolímeros de los mismos, etc. Se emplean principalmente en la formulación de lacas de triacetato de celulosa por su magnífico poder disolvente para éste material. También son usados ampliamente en las formulaciones de removedores de pinturas, en combinación con ceras, alcoholes y agentes espesantes ó bien como desengrasantes de superficies metálicas, especialmente en aquellos casos donde existe un alto riesgo de fuego.

Los principales miembros del grupo usados en la industria de pinturas son:

- Cloruro de Metileno
- Cloruro de Etileno
- Cloruro de Propileno
- Tricloruro de Etileno

Se encuentran en el comercio gran variedad de compuestos halogenados, los cuales se usan como productos intermedios en síntesis orgánicas, en medios de extracción para grasas, aceites, perfumes, etc. Sus principales restricciones son su alto precio y su alta toxicidad.

## CAPITULO VI.

### BASES PARA LA FORMULACION DE ADELGAZADORES.

La función del adelgazador, es primordialmente la reducción de la viscosidad de la solución obtenida cuando una resina se disuelve. Un adelgazador puede ser un único disolvente ó una mezcla de varios disolventes para dar un efecto deseado. El adelgazador no se usa únicamente para bajar la viscosidad de la solución, sino que también para reducir el costo, controlar el secado, aumentar las propiedades de flujo de la solución y mejorar las características finales del producto.

De acuerdo a la acción sobre los filmógenos, los disolventes pueden ser activos, latentes ó diluyentes

Son disolventes activos de la nitrocelulosa, que es uno de los filmógenos más empleados en la industria de las pinturas y tintas: los ésteres, cetonas y glicóéteres.

#### - ESTERES.

Estos disolventes activos son especialmente importantes por la doble acción que ejercen al usarse como disolventes para la nitrocelulosa y varias resinas empleadas en la formulación de lacas. Los más ampliamente usados son los acetatos de baja y media velocidad de evaporación. El acetato de butilo es el de mayor consumo.

- **CETONAS.**

Las cetonas son más versátiles que los acetatos y están aumentando en importancia en los recubrimientos vinílicos, epóxicos y de uretanos. Las cetonas más ampliamente conocidas son: La Acetona, MIBK, MEK y La Ciclohexanona.

- **GLICOETERES.**

Son caracterizados por su lenta velocidad de evaporación y su alto poder disolvente. Se usan en pinturas de latex, epóxicas, de uretano y contribuyen al flujo y a la resistencia a la niebla en las lacas de nitrocelulosa.

Son disolventes latentes ó cosolventes de la nitrocelulosa los Alcoholes.

- **ALCOHOLES.**

Los Alcoholes no disuelven la nitrocelulosa del tipo RS por sí solos, (excepto el metanol), pero en presencia de disolventes activos contribuyen grandemente a aumentar el poder disolvente de estos y su tolerancia a los diluyentes. A menudo aumentan el poder disolvente de una mezcla mucho más allá de lo que se le atribuye al disolvente activo. Los Alcoholes más empleados son: El Metanol, el Etanol, Isopropanol y Butanol.

Son disolventes diluyentes de la nitrocelulosa los Hidrocarburos.

- **HIDROCARBUROS.**

Se clasifican como hidrocarburos aromáticos y alifá-

ticos. Ambos están formados únicamente por carbón e hidrógeno. Son productos con poco poder disolvente, con un rango muy grande de puntos de ebullición y de precios relativamente bajos. Están clasificados como diluyentes. El Senceno y el Tolueno son aromáticos bien conocidos. La gas nafta es un ejemplo muy general de hidrocarburo alifático.

#### VI.1. FORMULACION DE LOS ADELGAZADORES.

1. La concentración de diluyentes es la que determina si la calidad del adelgazador es alta, media ó baja y también el costo del adelgazador. Generalmente se puede decir lo siguiente sobre la calidad de los adelgazadores del tipo industrial:

- a. Calidad alta.- Contiene aproximadamente 45-50% en volumen de diluyente.
- b. Calidad media.- Contiene aproximadamente 50-55% en volumen de diluyente.
- c. Calidad baja.- Contiene aproximadamente 55-60% en volumen de diluyente.

El volumen de diluyente puede aumentarse, pero por lo general no excede del 70%.

2. La relación de diluyente aromático y alifático, puede --

variar, pero se considera un buen punto de partida el de 50% - de cada uno de ellos. Aumentando la cantidad del diluyente alifático se puede bajar el costo, ya que estos son generalmente más baratos. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que la propiedad del adelgazador cambia, pues al aumentar el disolvente alifático, baja la relación de dilución de tolueno y de nafta. Además tendrá menor resistencia al nublado y dará mayor viscosidad a la laca disuelta que la que daría al usar el diluyente antes de aumentar el componente alifático.

3. El disolvente latente (alcoholes), se usa generalmente en una relación 30/70 con respecto al disolvente activo. Diferentes tipos de alcohol dan diferentes efectos. Los de cadena larga darán mayor relación de dilución en nafta y menor velocidad de evaporación del adelgazador.

4. La cantidad del disolvente activo varía entre un 25 y un 40%. Usualmente se usa una mezcla de varios disolventes activos en la misma formulación para obtener las mejores propiedades de aplicación en cada caso.

5. Casi todos los adelgazadores para lacas pueden mejorarse en cuanto a sus propiedades. La manera más fácil de hacer mejoras es la de disminuir la cantidad de diluyente y aumentar la del componente activo. Esto hará que el producto resulte más caro, pero da mayor libertad en la formulación.

6. Probablemente la manera más sencilla de visualizar un adelgazador, es la de dividirlo en componente activo, latente, y diluyente; a su vez, cada tipo de componente dividirlo en alto, medio y bajo de acuerdo a su punto de ebullición. Con la combinación de los productos de las 3 características de los 3 tipos de componentes, es más probable que se pueda balancear la fórmula de un adelgazador de óptimas propiedades.

7. Tomar en cuenta si la mezcla de los disolventes empleados en la formulación del adelgazador, forman mezclas azeotrópicas ó no.

a. Si no existe formación de azeótropo, los diferentes disolventes seguirán evaporando a sus velocidades respectivas de evaporación sin ejercer interacciones entre sí.

b. Si existe formación de azeótropo, será un adelgazador de secado rápido, ya que al existir azeótropo disminuyen las velocidades de evaporación de los componentes, ayuda a la eliminación del agua y ayuda a eliminar el diluyente por lo que permite al formulador mantener una mezcla más constante durante la evaporación.

8. La velocidad de evaporación de los adelgazadores es de vital importancia, ya que si es muy rápida se tendrán problemas de niebla (blush), cáscara de naranja y ojo de pescado, - así como falta de nivelación y poco brillo. Cuando la velocidad de evaporación es lenta se tienen problemas de tack y de arrugas.

9. Nunca olvidar que el último producto que se evapore del recubrimiento aplicado, sea un disolvente activo del filmógeno ya que si es un cosolvente ó diluyente, la película se cortará perderá nivelación y carecerá de brillo.

Ejemplo:

DILUYENTE	Velocidad de evaporación rápida -	NAFTA
	Velocidad de evaporación media -	TOLUENO
	Velocidad de evaporación lenta -	XILENO
LATENTE	Velocidad de evaporación rápida -	METANOL
	Velocidad de evaporación media -	ETANOL
	Velocidad de evaporación lenta -	BUTANOL
ACTIVO	Velocidad de evaporación rápida -	ACETONA
	Velocidad de evaporación media -	ACETATO DE BUTILO
	Velocidad de evaporación lenta -	BUTIL CEL LOSOLVE

El nivel de precios va en proporción con la velocidad de evaporación del disolvente, mientras más lenta sea ésta evaporación, el precio será más alto; siendo el de menor precio el diluyente, luego el latente y el de más alto precio el activo.



## VI.2. DISOLVENTES PARA SISTEMAS DE RECUBRIMIENTO.

### 1. Alquidales:

- |                    |  |
|--------------------|--|
| Largo              | - Hidrocarburos (Alifáticos)                                     |
| Medio              | - Hidrocarburos (Alifáticos/Aromáticos)                          |
| Corto              | - Hidrocarburos (Aromáticos ó Aromático-<br>co/Butanol)          |
| 2. Vinílicos       | - Cetonas/Esteres/Aromáticos                                     |
| 3. Acrílicos       | - Cetonas/Esteres/Aromáticos                                     |
| 4. Resina Epoxi    | - Cetonas/Esteres/Hidrocarburos (Aromá-<br>ticos y/o Alifáticos) |
| 5. Resinas de Urea | - Aromáticos/Alcohol   |
| 6. Melamina        | - Aromáticos/Alcohol   |
| 7. Fenólicos       | - Aromáticos/Alcohol   |
| 8. Uretanos        | - Aromáticos/Alcohol   |

## VI.3. REFORMULACION DE ADELGAZADORES.

1. El mejorar las propiedades casi siempre significa aumentar el costo, aunque no es regla.

2. Los adelgazadores pueden reformularse para abatir el costo. La posibilidad de bajar el costo, depende de la fórmula original que se quiera cambiar. Los medios son generalmente los siguientes:

## ACCION

## REACCION

Aumentar el diluyente	- Detrimento de propiedades
Aumentar el contenido de Alifáticos	- Detrimento de propiedades
Aumentar el disolvente latente ó cambiarlo -- por otro	- En algunas ocaciones se logra hacer esto sin detrimento de las propiedades
Cambiar la naturaleza del disolvente activo-- por otro ó por una <u>mez</u> cla de varios disolven <u>tes</u> activos	- En muchas ocaciones se logra hacer esto sin detrimento de las propiedades

En el apéndice, se encuentra una tabla con todas las características y propiedades de la mayoría de los disolventes, que es de gran utilidad para los formuladores de adelgazadores.

## CAPITULO VII.

### TOXICIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS.

#### VII.1. TOXICIDAD.

Todos los disolventes orgánicos causan algún efecto en el sistema nervioso central y en la piel. Las principales causas de toxicología por el uso de los disolventes industriales son: El contacto cutáneo y la inhalación de vapores. La ingestión se considera más accidental que un riesgo de exposición normal. Una excesiva inhalación de vapores de disolventes puede causar daños que no tengan efectos hacia la salud, tales como la pérdida de coordinación y mareos que pueden resultar en un aumento del riesgo hacia los accidentes. En otros casos, dependiendo del tiempo de exposición y del tipo de disolventes involucrados, los efectos pueden resultar como un serio daño hacia la salud, principalmente en la sangre, pulmones, hígado, riñones y hacia el sistema gastrointestinal.

El contacto con la piel puede causar dermatitis, puede ser desde una simple irritación hasta un severo daño a la piel. Incluso el solvente más inerte puede disolver las barreras protectoras de grasa y aceite que existen en la piel, dejando a ésta desprotegida. Cuando éste lubricante natural es removido de la piel, se abre la posibilidad hacia la dermatitis y serias infecciones.

El principal problema de salud relacionado con los hidrocarburos alifáticos es la dermatitis. Los alifáticos cíclicos insaturados son más irritantes que los saturados. Sin embargo se consideran que actúan como depresivos del sistema nervioso central. Entre todos los disolventes orgánicos se considera a los alifáticos entre los menos tóxicos.

El principal problema de salud relacionado con los hidrocarburos aromáticos excepto el benceno es la dermatitis y el ataque al sistema nervioso central. El benceno es bien conocido por su efecto de formación de tejido sanguíneo de la médula espinal, por lo que no se deberá usar para procesos de limpieza ó para ningún otro proceso donde la concentración en el aire cause un exceso en su nivel permisible.

El efecto de los hidrocarburos halogenados, varfa considerablemente con el número y tipo de átomos de halógeno presentes en la molécula. El tetracloruro de carbono es altamente tóxico y puede causar daños a los riñones, hígado, sistema nervioso central y al tracto gastrointestinal. La exposición -- continua de estos disolventes, primeramente afecta al hígado y a los riñones. El problema más común de los disolventes halogenados de moderada toxicidad, involucra al sistema nervioso central, dermatitis y daño en el hígado. Algunos disolventes en éste grupo tienen una baja toxicidad relativamente, y son unos buenos substitutos para disolventes más riesgosos. Los hidrocarburos Fluorinados son menos tóxicos que los clorhinados. Los hidrocarburos clorhinados son particularmente peligrosos cuando se utilizan en procesos industriales que involucran flama abierta, superficies metálicas calientes, altas temperaturas y fuentes de rayos ultravioletas, debido a su toxicidad

dad y a su poder corrosivo de descomposición.

Los alcoholes son conocidos por su efecto en el sistema nervioso central y en el hígado; sin embargo, varían ampliamente en su grado de toxicidad. por ejemplo, el metanol es sabido que afecta a la visión y es más tóxico que el etanol. Similarmente, otros disolventes orgánicos difieren en su acción y potencial para causar efectos sobre la salud. En general, la reacción que presenta el trabajador hacia el disolvente con el que está trabajando, está influenciada por su grado de exposición, la concentración de los vapores del disolvente en el aire, el tipo de disolvente empleado, el grado de contacto con el cuerpo. así como el tiempo de exposición y los hábitos individuales de trabajo.

#### VII.1.1. CONTROL DE EXPOSICION.

Estas medidas de control, incluyen la substitución por disolventes menos tóxicos, lograr una ventilación exhausta, así como el uso de mascarillas y ropa protectora.

La substitución por disolventes menos tóxicos ó menos volátiles, ha sido efectiva en el control de la exposición hacia los disolventes para disminuir sus daños potenciales. Por ejemplo, la substitución del Metil Cloroformo por Tetracloruro de carbono ha trabajado efeciente y efectivamente en muchas operaciones de limpieza y desengrasado. A menudo, los llamados disolventes si tóxicos pueden ser substituidos por disolventes no tóxicos si no es posible substituirlo por agua. Esto

incluye a disolventes tales como Metil Cloroformo, Cloruro de Metileno e Hidrocarburos Alifáticos con alto punto de inflamación, así como a los Disolventes Fluorinados. Sin embargo, - la substitución por disolventes menos tóxicos, no significa -- que los riesgos hacia la salud han sido eliminados; únicamente significa que el trabajador, está menos expuesto a sufrir algún efecto.

El uso de sistemas cerrados y de ventilación exhausta, - es un modo efectivo de prevenir que los vapores de los disolventes penetren a la zona respiratoria del trabajador. Los envases de los disolventes deben de ser cubiertos cuando no es ten siendo usados. Posibles fugas ó derrames deben ser consideradas en el diseño del sistema así como en los procesos de - trabajo. Los sistemas de ventilación también deben de ser -- considerados en las bodegas de almacenamiento de estos. La - ventilación puede remover vapores, evitando la concentración - tóxica en zonas de trabajo. Las mascarillas deben de ser utilizadas por poco tiempo y únicamente en casos de emergencia, - sin embargo, deben de ser utilizadas como un medio regular de - protección contra la emisión de disolventes. Si el trabaja-- dor ocupa durante un tiempo prolongado su mascarilla, le dá un sentido falso de seguridad.

Una buena higiene personal es esencial cuando se utilicen disolventes. La piel siempre debe de estar protegida del contacto con los disolventes. Guantes, goggles y otra ropa pro-- tectora debe de ser utilizada al mismo tiempo que una crema -- protectora. La piel nunca debe de ser lavada con ningún di-- solvente orgánico. En las operaciones de lavado se deben de - utilizar aparatos mecánicos para limpiar la ropa con disolven-

tes. Algunos disolventes son menos tóxicos que otros, buenas prácticas de seguridad indican que se debe tener cuidado con el uso y manejo de todos los disolventes industriales orgánicos.

#### VII.1.2. RESPONSABILIDADES DEL PATRON.

Los industriales deben de crear una consciencia realista de los daños a la salud que pueden crear el uso y manejo de los disolventes. Ellos deben proporcionar a sus trabajadores todo el equipo necesario de seguridad para disminuir estos riesgos. Deben de crear una buena línea de operación para así poder encontrar el disolvente adecuado a sus necesidades, además de proveer un mecanismo de entrenamiento y capacitación a sus trabajadores. Cada supervisor debe proveer y hacer cumplir el uso de las medidas de seguridad así como los equipos y ropas de seguridad. Cualquier error en el comportamiento por parte del trabajador, que pueda resultar en una exposición a los disolventes, rápidamente debe de ser investigada. Buenos hábitos de manejo y de uso deben de ser mantenidos durante todo el proceso.

#### VII.1.3. RESPONSABILIDADES DEL TRABAJADOR.

Cada trabajador debe de estar pendiente de la salud y de los problemas relacionados con su seguridad, por el uso de los disolventes orgánicos industriales y debe de seguir las si

guientes reglas generales, así como otras reglas de seguridad para protegerlo a él en su trabajo:

1. Evitar el contacto con la piel.
2. Utilizar el equipo protector cada vez que se tenga que -- trabajar con los disolventes.
3. Evitar el uso de disolventes cerca de superficies metálicas calientes y de flama abierta.
4. No fumar ó encender cerillos en áreas donde los disolventes son almacenados.
5. Reportar y limpiar cualquier derrame inmediatamente.
6. Evitar el trabajar con disolventes en lugares cerrados y sin ventilación.
7. Evitar tomar bebida alcoholicas ó medicamentos antes ó durante el trabajo.
8. Reportar cualquier efecto de enfermedad ó desorden en la piel.
9. Desarrollar buenos hábitos personales de higiene.

#### VII.2. REGLAMANTACION TOXICOLOGICA. SEGUN SIMAR.

Por medio de la Asociación Nacional de Fabricantes de Pinturas y Tintas (ANAFAPYT) la cual se encuentra en contacto con la National Paint and Coatings Association (NPCA) y con la National Association of Printing Ink Manufacturers (NAPIM), han desarrollado y organizado un nuevo programa de seguridad industrial SIMAR, "Sistema para la Identificación de Materiales - - Riesgosos". Este sistema es una guía para todas las perso-



nas involucradas en el manejo, uso y almacenamiento de materiales que se utilizan en las plantas fabricantes de pinturas, recubrimientos, barnices, adelgazadores, resinas y tintas.

Primero hay que establecer una diferencia entre riesgo y peligro. Por ejemplo, cuando se maneja un carro, se corren ciertos riesgos que se pueden evitar si se maneja con cuidado, al contrario si se toma licor mientras se maneja, los riesgos normales del manejo aumentan de tal forma que se transforman en peligro y provocan un accidente. Ahora el sistema SIMAR permite reconocer cuales son los riesgos que no hay que dejar que se transformen en peligro para causar un accidente. Ya que las fabricas de pinturas y tintas pueden llegar a utilizar alrededor de 1500 materias primas son consideradas como representativas.

SIMAR es un sistema que utiliza colores, números y letras del alfabeto, y símbolos para comunicar información sobre riesgo a todos los trabajadores y personal involucrado en el uso, manejo, almacenamiento, etc. de una manera uniforme, fácil y entendible. Esto se hace por medio de una ETIQUETA, la cual va fijada al envase ó empaque del material a utilizar.

Existen dos partes centrales en éste sistema:

1. Identificación del riesgo
2. Capacitación para la seguridad en el trabajo, basada en la identificación de los riesgos.

El objetivo del sistema es el de informar a los empleados de los riesgos que pueden encontrar en el cumplimiento de sus

trabajos, mediante un programa uniforme de comunicación de --- riesgos, SINAR es un sistema visual que comunica información a los empleados sobre 3 propiedades, inherentes de un material:

- Salud (basado en toxicidad aguda)
- Inflamabilidad
- Reactividad

El sistema también identifica el equipo de protección personal que deberá utilizarse durante la exposición a los materiales, bajo condiciones específicas, durante una operación de fabricación dentro de una planta fabricante de pinturas ó tintas. Esta información es comunicada mediante un valor numérico para lo que concierne a la salud, inflamabilidad y reactividad, y mediante una letra del alfabeto y/ó un símbolo para la designación del equipo de protección personal.

Estos valores numéricos van del 0 al 4, un valor de 0 representa un grado muy bajo de potencial de riesgo, RIESGO MINIMO, sin verdadero riesgo para la salud; mientras que un valor de 4 indica un grado muy alto de potencial de riesgo, RIESGO - MUY IMPORTANTE, peligro mortal ó daño permanente, que puede resultar de una ó varias exposiciones al producto. El equipo de protección personal está designado con una letra del alfabeto ó símbolo que corresponde a una combinación específica de - equipos.

Los valores de riesgo y equipo de protección personal designados, se comunican a los empleados mediante el uso de etiquetas, carteles y otros medios.

Para implementar el sistema SIMAR, las fábricas de pinturas y de tintas necesitan de la cooperación y asistencia de -- los productores y de los proveedores de las materias primas; - para facilitar tal cooperación, ANAFAPYT, A.C. considera la - parte que le corresponde dentro del sistema SIMAR al productor de la materia prima; el contenido y formato de la comunicación de riesgo entre proveedores y usuarios; y la guía de como - -- transmitir la información.

El criterio para la asignación de Valores del sistema -- SIMAR de ANAFAPYT, A.C., es consistente con el sistema HMIS (Hazardous Materials Information System) de la NPCA y de NAPIM, y generalmente compatible con esquemas similares desarrollados - por el AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI), EL NATION-- AL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). EL - NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA), y otros sistemas- de Valorización utilizados por la industria.

#### VII.2.1. IDENTIFICACION DE LA CLAVE DE RIESGO.

Los procedimientos para comunicar valores numéricos en el sistema SIMAR caen dentro de dos categorías:

1. Procurando información tal como las hojas de información sobre seguridad de materiales, información toxicológica, - literatura referente, etc. que permita al usuario su propia valorización, y/o
2. Procurando comunicación escrita de acuerdo mutuo por el - proveedor y su cliente para transferirla al sistema numérico del sistema SIMAR.

Distribuidores o agentes también proveen materias primas a la industria; estos, por lo tanto deben generar información en un formato, que sea fácilmente entendible por el usuario, - para usarla en el sistema SIMAR. El método comúnmente usado para proporcionar especificaciones sobre el material e información sobre lo relacionado a la Seguridad y sanidad del mismo, debe de adoptarse para proporcionar la información para el sistema SIMAR.

El sistema SIMAR identifica los riesgos de un material en términos de 3 categorías principales;

- SALUD
- INFLAMABILIDAD
- REACTIVIDAD (INESTABILIDAD).

Basado en el grado de riesgo del material se asigna el equipo adecuado de protección personal, como se indica más adelante.

Para poner en práctica el sistema que debe usarse para -- control de información, las categorías de riesgo se señalan como sigue:

S	(Color Azul)	para	SALUD
I	(Color Rojo)	para	INFLAMABILIDAD
R	(Color Amarillo)	para	REACTIVIDAD

El orden de severidad del grado de riesgo dentro de cada categoría, se indica por cinco divisiones que van de:

- 4 indicando un riesgo severo ó  
 0 indicando un riesgo mínimo.

VII.2.2. CRITERIO PARA RIESGOS PARA LA SALUD.

Propiedades de Toxicidad Aguda.

1. ORAL LD<sub>50</sub>RATA.

- 0 5,000 mg/kg  
 1 500-5000 mg/kg  
 2 50-500 mg/kg  
 3 1-50 mg/kg  
 4 0-1 mg/kg

2. Dermal LD<sub>50</sub>Conejo.

- 0 5000 mg/kg  
 1 1000-5000 mg/kg  
 2 200-1000 mg/kg  
 3 20-200 mg/kg  
 4 0-20 mg/kg

NOTA: LD<sub>50</sub> - mínima dosis promedio a la cual sobreviene la muerte.

3. INHALACION.

A. Gase, vapores (ppm)  
 LD<sub>50</sub> Rata  
 1 hora de exposición

- 0 10000 ppm  
 1 2000-10000 ppm  
 2 200-2000 ppm  
 3 20-200 ppm  
 4 0-20 ppm

b. Polvos, humos, nieblas-  
 mg/l. LD<sub>50</sub> Rata  
 1 hora de exposición

- 0 200 mg/l  
 1 20-200 mg/l  
 2 2-20 mg/l  
 3 0.2-2 mg/l  
 4 0-0.2 mg/l

4. IRRITACION DE LA PIEL.

4 horas de exposición

- 0 Esencialmente no irritante
- 1 Ligeramente irritante
- 2 Primariamente irritante, - sensibilizador
- 3 Severamente irritante y/o corrosivo
- 4 No aplica

5. IRRITACION DE LOS OJOS,

- 0 Esencialmente no irritante
- 1 Ligeramente irritante, -- pero reversible en 7 días
- 2 Irritante ó moderadamente persistente más de 7 días con obscuridad de la cornea reversible
- 3 Corrosivo, obscuridad de la cornea irreversible
- 4 No aplicable

VII.2.2.1. Efectos crónicos para la salud.

Los efectos crónicos para la salud no se valoran debido a los complejos sucesos involucrados y a la falta de clasificaciones standarizadas. Sin embargo, basado en la información que proporcione el proveedor, la presencia de efectos crónicos puede indicarse por:

- a. Uso de un asterisco u otra designación después del valor del riesgo correspondiente a la información disponible en la hoja de información sobre Salud del Material HISM.
- b. Por la utilización de indicaciones escritas sobre la precaución que deba tenerse.

### VII.2.3. CRITERIO SOBRE INFLAMABILIDAD.

0 RIESGO MINIMO. Materiales que no se queman. Este grado debe incluir: Cualquier material que no se quema en el aire, cuando está expuesto a temperatura de 815.6°C durante un período de 5 minutos.

1 RIESGO LIGERO. Materiales que deben de precalentarse antes que suceda la ignición; materiales en éste grado no necesitan considerable calentamiento, bajo todas las condiciones de temperatura ambiente, antes de que la ignición y combustión puedan ocurrir. Este grado debe incluir:

Materiales que pueden quemarse en el aire cuando se exponen a temperaturas de 815.6°C durante un período de 5 minutos ó menos; Líquidos, sólidos y semisólidos, que contienen un punto de inflamación arriba de 93.3°C; éste grado incluye muchos materiales combustibles ordinarios.

2 RIESGO MODERADO. Materiales que deben de calentarse moderadamente ó expuestos a relativamente altas temperaturas ambientes, antes de que la ignición pueda ocurrir.

Materiales en éste grado no pueden bajo condiciones normales formar atmósferas riesgosas con el aire, pero bajo temperaturas ambientes altas ó bajo calentamiento moderado pueden liberar vapor en cantidades suficientes para producir atmósferas riesgosas en el aire. Este grado debe incluir:

Líquidos que tengan un punto de inflamación arriba de 37.8°C, pero que no excedan de 93.3°C; sólidos-

y semisólidos que rápidamente pueden producir vapores in flamables.

- 3 RIESGO SERIO. Líquidos y sólidos que pueden incendiarse bajo todas las condiciones de temperatura ambiente. Materiales en éste grado, producen atmósferas riesgosas - con el aire bajo casi todas las temperaturas ambiente, ó - aunque no afectadas por temperatura ambiente, son rápidamente incendiadas bajo casi todas las condiciones. Este grado debe incluir:

Líquidos que tienen un punto de inflamación abajo de 22.8°C y que tienen un punto de ebullición igual ó arriba de 37.8°C y aquellos líquidos que tienen un punto de inflamación igual ó arriba de 22.8°C y abajo de 37.8°C.

- 4 RIESGO SEVERO. Materiales que rápidamente ó totalmente a presión atmosférica y temperatura ambiente normal ó - que rápidamente se dispersan en el aire y que pueden incendiarse rápidamente. Este grado debe incluir:

Gases, materiales criogénicos y cualquier líquido ó material gaseoso el cual es un líquido mientras está sometido a presión y que tiene un punto de inflamación menor de 22.8°C - y que tiene un punto de ebullición menor de 37.8°C.

Los materiales se toman en cuenta por su forma física ó - condiciones ambientes que pueden formar mezclas explosivas con el aire, como polvos de sólidos combustibles y nieblas de pro ductos inflamables ó gotitas de líquido combustible.



#### VII.2.4. CRITERIO SOBRE REACTIVIDAD.

- 0 RIESGO MINIMO. Materiales que por sí mismos son normalmente estables, aún bajo condiciones de exposición al fuego, y los cuales no reaccionan con el agua.
- 1 RIESGO LIGERO. Materiales que por sí mismos son normalmente estables, pero los cuales pueden volverse inestables a temperaturas y presiones altas, ó que pueden reaccionar con el agua liberando algún grado de energía pero sin violencia.
- 2 RIESGO MODERADO. Materiales que por sí mismos son inestables y que rápidamente sometidos a violento cambio químico no estallan. Este grupo debe incluir materiales que pueden ser sometidos a cambio químico con liberación rápida de energía a temperatura y presión normal, -- ó lo cuales pueden ser sometidos a cambio químico violento a temperaturas y presiones elevadas. Esto, debe incluir, aquellos materiales que pueden reaccionar violentamente con el agua, y los que pueden formar potencialmente mezclas explosivas con el agua.
- 3 RIESGO SERIO. Materiales que por sí mismos son capaces de estallar ó de descomponerse en forma explosiva ó por reacción explosiva, para lo cual necesita una fuerte fuente de iniciación ó que deben de calentarse previamente antes de la iniciación. Este grado debe incluir materiales que son sensitivos a cambios bruscos térmicos ó mecánicos a temperaturas y presiones elevadas, ó que pueden

reaccionar explosivamente con el agua sin necesidad de -- temperatura ó de confinamiento.

- 4 RIESGO SEVERO. Materiales que por sí mismos son rápidamente capaces de estallar ó de descomponerse explosivamente ó de reaccionar explosivamente a temperaturas y presiones normales. Este grado debe incluir materiales que -- son sensitivos a cambios bruscos mecánicos y térmicos localizados a temperatura y presión normal.

#### VII.2.5. HOJAS DE INFORMACION DE MATERIAS PRIMAS SOBRE SEGURIDAD.

Una hoja de información técnica sobre seguridad debe de hacerse para cada materia prima ya sea que presente ó no riesgo. Se sugiere que la información cubra:

1. Propiedad de riesgo (peligros)
2. Tratamiento y antídotos
3. Almacenamiento y manejo

Una persona ó departamento debe designarse para revisar y aprobar todas las hojas de información sobre Seguridad del Material para la recepción de la materia prima antes de que se lleve al sitio de trabajo.

Una vez que las materias primas se tengan codificadas, se pueden enlistar con una referencia que contenga el nombre ó -- clave del material y su adecuada clasificación de riesgo. Es

to puede, luego, usarse por el Departamento de Recepción de Ma-  
teriales de cada planta, el cual debe tener la responsabilidad  
de asegurar que todos los materiales que lleguen se etiqueten-  
adecuadamente; éste etiquetado también debe hacerse con los ma-  
teriales que se almacenan a granel, en tanques fijos, como a-  
ceite, productos químicos, disolventes, etc. y no solamente e-  
tiquetar los materiales que se reciben en sacos, tambores, ca-  
jas, etc.

#### VII.2.6. ETIQUETADO DE LAS MATERIAS PRIMAS.

Los cuatro dígitos números-letra clave asignados de gra-  
dos de riesgo, asignados a cada materia prima, deben de indi-  
carse en cada orden de compra ó pedido. Cuando el material  
se recibe, las etiquetas deben de fijarse a los recipientes --  
por el Departamento de Recepción de Materiales. Esta etique-  
ta debe identificar todos los riesgos asociados con cada mate-  
ria prima que está entrando y debe de incluir la designación -  
del equipo de protección personal especial para cada material--  
con riesgo.

La etiqueta sugerida por ANAFAPYT, A.C. es esencialmente  
similar a la etiqueta usada por la HPCA y por la NAPII y puede  
tener un espacio para la designación de un símbolo que indique  
gráficamente el equipo de protección personal. Las etiquetas  
pueden utilizarse en forma que contenga los colores necesarios  
para representar SALUD, INFLAMABILIDAD Y REACTIVIDAD ó en for-  
ma blanco y negro.

Un diseño de muestra de etiqueta se presenta a continua--

ción. El número 2 en el espacio de codificación para la salud indica "riesgo moderado para la salud"; el 0 en el espacio correspondiente a inflamabilidad, indica que el material no se incendia a menos que se caliente; y el 0 en el espacio correspondiente a reactividad, indica que el material es estable. El símbolo A indica que los empleados expuestos a ésta materia -- prima deben usar un respirador ó mascarilla contra polvos y -- guantes.

Un cartel sumalizando el sistema de codificación de etiquetas para el sistema SIMAR de valorización de riesgos debe de fijarse en los sitios de trabajo.

**DISEÑO Y MUESTRA DE LA ETIQUETA.-**

BANDA BLANCA, PARA DESCRIPCION Y/O CODIFICACION DEL PRODUCTO.	
BANDA AZUL SALUD	2
BANDA ROJA INFLAMABILIDAD	0
BANDA AMARILLA REACTIVIDAD	0
BANDA BLANCA EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	A

#### VII.2.7. CLAVES PARA LOS EQUIPOS.

Al establecer un sistema de equipo para Protección Personal, es deseable formularlo con el menor número posible, más aún, el equipo común de seguridad que es obligatorio en las áreas restringidas. No debe de ser incluido en la identificación del sistema. Tal equipo de protección debe incluir:

- Zapatos de Seguridad
- Anteojos de Seguridad
- Guantes de Trabajo y
- Casco.

Para propósitos de identificación de equipo de seguridad, se propone un sistema de codificación, éste consiste de una letra S para la codificación del sistema por lo que respecta a seguridad, más una letra adicional, indicando así las diferentes combinaciones de equipo de seguridad.

Un sistema para la identificación de equipo se sugiere del modo siguiente:

EQUIPO	CLAVE											
	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SI	SJ	SK	SX
MASCARILLA O RESPIRADOR PARA POLVOS		X	X	X								
MASCARILLA O RESPIRADOR PARA POLVOS Y VAPORES					X	X	X	X		X		
CARETA FACIAL							X		X			
MASCARA CON AIRE												X
GUANTES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ANTEOJOS PROTECTORES	X		X	X		X	X	X	X	X		
MANDIL		X					X	X	X	X		
BOTAS												X
TRAJE COMPLETO												X

Nota: Para materiales marcados con SX se debe consultar con el supervisor.

La letra S significa SEGURIDAD.

VII.2.8. CODIFICACION DE ALGUNOS DISOLVENTES SEGUN EL --  
SISTEMA SIMAR.

DISOLVENTES	CODIFICACION
	SIR E
Alcohol metilico	230 F
Alcohol desnaturalizado	130 F
Alcohol isopropilico 99%	130 F
Alcohol butilico secundario	230 F
Alcohol butilico normal	130 F
Alcohol butilico terciario	130 F
Alcohol isobutilico	130 F
Alcohol amilico	220 A
Alcohol metilamilico	220 A
2 Etil hexanol	220 E
Alcohol tridecifico	210 F
Alcohol decifico	210 F
Hexano	130 F
Heptano	130 F
VM&P Nafta	130 F
Gas nafta	120 F
Querosina refinada	120 E
Tolueno	230 F
Xileno	230 F
Etil benceno	230 F
Acetato de metilo al 80%	231 F
Acetato de etilo 99%	130 F
Acetato de etilo 85-88%	130 F
Acetato de isopropilo 95%	130 S
Acetato de Butilo normal	120 F

Acetato de isobutilo	130 F
Acetato de amilo	130 F
Acetato de amilo primario	120 F
Lactato de butilo	220 F
Acetato de metil celosolve	320 H
Acetato de butil celosolve	220 F
Acetato de celosolve 99%	220 F
Tetrahidrofurano	232 F
Eter monometilico del etilenglicol	320 H
Eter monopropilico del etilenglicol	220 F
Eter monoetilico del etilenglicol	320 H
Eter monobutilico del etilenglicol	320 H
Eter metilico del dietilenglicol	121 F
Eter monoetilico del dietilenglicol	110 A
Eter monobutilico del dietilenglicol	210 F
Texanol	110 A
Acetona	130 F
Metil etil cetona	130 F
Metil propil cetona	230 F
Metil isobutil cetona	230 F
Metil amil cetona	220 F
Metil isoamil cetona	220 F
Alcohol diacetona	220 F
Isoforona	320 F
Aguarrás	120 A
Aceite de pino	220 F
Aguarrás de madera	220 F
Cloruro de Metileno	200 F
2 Nitropropano	320 H
Thinner (alta calidad)	230 F
Agua	000 -



VII.3. NIVELES MAXIMOS DE CONCENTRACION PERMISIBLES DE CONCENTRACION DE LOS DISOLVENTES EN EL AMBIENTE DE LOS CENTROS DE TRABAJO, PARA JORNADAS DE 8 HORAS.

DISOLVENTES	NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONCENTRACION	
	PPM	MG/M <sup>3</sup>
Acetato de metil cellosolve	112	540
Acetato de etilo	400	1400
Acetato de isoamilo	100	525
Acetato de isobutilo	150	700
Acetato de isopropilo	250	950
Acetato de metilo	200	610
Acetato de N-amino	100	530
Acetato de N-propilo	200	840
Acetato de N-butilo	150	710
Acetato de sec-amilo	125	670
Acetato de sec-butilo	200	950
Acetato de terbutilo	200	950
Acetona	1000	2400
Aguarrás (trementina)	100	560
Alcohol diacetona	52	250
Alcohol etílico	1000	1900
Alcohol furfúrico	10	40
Alcohol isoamílico	100	360
Alcohol isobutílico	50	150
Alcohol isopropílico	400	980
Alcohol metílico	200	260
Alcohol N-butílico	50	150

Alcohol sec-butílico	150	450
Alcohol terbutílico	100	300
* Benceno	10	30
N-butil lactato	5	25
Butil cellosolve	50	240
Ciclohexano	300	1050
Ciclohexanol	50	200
Ciclohexanona	50	200
Clorobenceno	75	350
* Cloroformo	10	50
Cloruro de metileno	100	360
Cloruro de metilo	100	210
Furfural	5	20
N-heptano	400	1600
N-hexano	100	360
Isoforona	5	25
Metil etil cetona	200	590
Metil isobutil cetona	100	410
Metil isobutil carbinol	25	100
Metil isoamil cetona	100	475
1-Nitropropano	25	90
* 2-Nitropropano	25	90
Octano	300	1450
Solvente de Kule (nafta)	400	1600
Solvente stoddard (minerals spirits)	500	2950
Tetrahidrofurano	200	590
Tolueno	200	750
Xileno (o-m-p isomeros)	100	435

\* Estos disolventes se consideran cancerígenos potenciales -  
ra el hombre basados en evidencias epidemiológicas limitadas.

VII.4. MANIFESTACIONES TOXICOLÓGICAS DE ALGUNOS DISOLVENTES EN GRAN CONCENTRACION EN EL AIRE.

DISOLVENTE	MANIFESTACION
Acetato de amilo	Toxicidad reducida con pequeña irritación de los ojos y nariz.
Acetato de n-butilo	Irritación de los ojos y nariz y -narcosis .
Acetato de Cellosolve	Depresor del sistema nervioso central, irritante de los ojos, a veces daño en los riñones.
Acetato de etilo	Irritación de las mucosas, especialmente de los ojos, los conductos respiratorios y las encías, --narcótico débil, alguna intoxicación de daños en el hígado, riñones y sangre.
Acetona	Depresión del sistema nervioso central, dolor de cabeza, irritación-bronquial.
Alcohol etílico	No es veneno industrial grave, irritación moderada de los ojos y nariz.
Alcohol isopropílico	No es riesgo industrial, irritación leve de ojos y conductos respiratorios, náuseas, depresión moderada.
Benceno	Dolor de cabeza, vahídos, contacciones musculares, estimulación del

	sistema nervioso central, seguida por narcosis, casos crónicos de anemia y leucopenia.
Butil celloolve	Efectos irritantes mortales, hematuria, disnea, daños en los riñones
Butanol	Queratitis y depresión del sistema nervioso central.
Cellosolve	Ligera irritación de las mucosas y a veces daños en los riñones, prácticamente atóxico en exposición crónica.
Ciclohexanona	Irritación de la garganta y de las mucosas de los conductos respiratorios, narcosis.
Esencia de trementina (aguarrás)	Nauseas, vómitos, cólicos, diarrea hematuria, respiración rápida, taquicardia, bronquitis, nefritis, coma.
Gasolina.	Anestésico con depresión moderada del sistema nervioso central.
Hexano y Heptano	Narcosis y anestesia.
Isoforona	Irritación moderada de los ojos, nariz y garganta, narcosis, a veces irritación a los pulmones, y daño a los pulmones en exposición prolongada.
Metanol	Calambres musculares, depresión general del sistema nervioso central y vahidos, estupor y coma, daños en el nervio óptico, ceguera.

Metil cellosolve acetato	Ligeramente irritante de los conductos respiratorios, produce encefalopatía con confusión y degeneración del sistema nervioso central.
Metil isobutil cetona	Irritación de las mucosas conjuntiva y nasal, y narcosis con disminución de la temperatura del cuerpo y rápida disminución de la frecuencia respiratoria y cardiaca.
Metil etil cetona	Depresión del sistema nervioso central irritación bronquial y dolor de cabeza.
Nafta del petróleo	Principalmente depresión del sistema nervioso central.
Nitropropano	Anorexia, náuseas, vómitos, diarrea, irritación de los ojos, conductos respiratorios y del sistema nervioso central.
Tolueno	Irritación de las mucosas, dolor de cabeza, anorexia, debilidad, estupor, daños en el hígado, depresión de la actividad de la médula osea, anemia.
Xileno	Irritación de los ojos y conductos respiratorios, depresión del sistema nervioso central, daños en el hígado, mengua en la formación de glóbulos rojos.

Se desea aclarar, que las manifestaciones tóxicas son de gran concentración de disolvente en el aire, y en lugares cer-

rados, por lo que los resultados son muy drásticos. En intoxicaciones menores como en la preparación de adelgazadores, amoliado de pintura y tinta, donde el trabajador ha estado respirando cantidades anormales de disolvente, notándosele perturbación mental (mareo), el remedio es suministrarle leche en cantidades de medio hasta un litro, para compensar la toxicidad respirada. Además llevarlo a un lugar abierto para que respire aire fresco.

#### VII.5. PRIMEROS AUXILIOS.

En todos los casos de intoxicación aguda se debe buscar la intervención del médico independientemente de los primeros auxilios. Es importante conservar una muestra del material causante de la intoxicación.

En caso de ingestión:

1. Provocar el vómito, excepto en casos en que la víctima -- tenga convulsiones ó esté inconciente.
2. Diluya el veneno administrándole líquido a la víctima como los siguientes:
  - a. 2 ó 3 vasos de agua jabonosa.
  - b. Una cucharada de sal de mesa en un vaso de agua tibia.

En caso de inhalación:

1. Quitar a la víctima del área contaminada.
2. Acostar al paciente, mantenerlo abrigado, pero no excesiva

mente caliente.

3. Mantener las vías respiratorias libres, si tiene, chicle ó mucosidad extraerlas.
4. Si no respira désele respiración artificial.

En caso de contacto con la piel se recomienda lo siguiente:

1. Diluir la substancia con mucha agua, ya sea con regadera, manguera ó cubetadas de agua.
2. Quitar la ropa contaminada en caso de salpicadura en los ojos lavese perfectamente durante 15 minutos con agua corriente.

## CAPITULO VIII.

### CONCLUSIONES.

#### CONCLUSIONES TECNICAS.

1. Se considera un adelgazador a un único disolvente ó bien a la mezcla de varios, que debido a la semejanza de los parámetros de solubilidad con los del filmógeno, tiene la habilidad de disolver a este. Entre más parecidos sean los parámetros de solubilidad, la viscosidad de la solución obtenida será menor.
2. Al formular un adelgazador con varios disolventes, es importante conocer si la mezcla es azeotrópica ó no. En la mayoría de los casos se prefiere que la mezcla si sea azeotrópica, ya que su velocidad de evaporación será menor y el adelgazador al evaporarse tendrá una composición más constante. Si no se forma la mezcla azeotrópica, cada uno de los disolventes que forman el adelgazador se irán evaporando según su propia velocidad de evaporación, de mayor a menor.
3. En virtud de que los adelgazadores determinan en gran proporción las características finales de los recubrimientos a los cuales disuelve, es de primordial importancia la selección de los disolventes adecuados, para obtener los resultados deseados.

Con un buen adelgazador se pueden mejorar las características finales de un recubrimiento de regular ca



lidad, en cambio un recubrimiento de buena calidad disuelto con un adelgazador de mala calidad tendrá un acabado mediocre.

4. Cuando se fabrica un adelgazador es de vital importancia conocer el medio de aplicación con el cual se va a utilizar, ya que este determinará que velocidad de evaporación promedio deberán tener los disolventes que forman el adelgazador; por ejemplo:
  - En una laca de nitrocelulosa aplicada por aspersión se requiere un adelgazador de rápida velocidad de evaporación, ya que esto facilitará su rápido lijado del objeto pintado
  - En una laca de nitrocelulosa para ser aplicada por inmersión, se requiere un adelgazador de evaporación lenta para evitar así la formación de la gota en la parte inferior del objeto a pintar, así como la formación de "lloriqueo" alrededor del objeto.

#### CONCLUSIONES DE SEGURIDAD.

1. Como primera regla de seguridad, el manejo de los disolventes deberá efectuarse alejado de cualquier fuente de calor tales como calderas, hornos y resistencias eléctricas para evitar así cualquier riesgo de incendio; el cual es muy común por el descuido de los operarios.
2. Todos los tanques de almacenamiento de disolventes, así como las tuberías por las que se transportan estos, deberán estar conectados a tierra, ya sea por un simple -

contacto ó dispositivo eléctrico. Cuando los volúmenes de almacenamiento sean muy grandes, es conveniente contar con un sistema de "pararayos" para evitar cualquier descarga.

3. Los equipos de protección personal, de los trabajadores así como los uniformes y zapatos que utilicen en las áreas donde existe evaporación de disolventes, deberá de ser de materiales no plásticos para evitar la formación de una chispa estática. Las herramientas metálicas -- que se deben utilizar en esa zona de trabajo deberán -- ser de aluminio, bronce ó algún otro material que no -- produzca chispas para disminuir el riesgo de fuego y/ó explosión.
4. Las áreas de trabajo donde se manejen disolventes deberán contar con una buena ventilación para evitar así -- grandes concentraciones de disolventes en estos lugares que podrían acarrear serios problemas de salud.
5. La utilización del SIMAR (sistema de identificación de materiales riesgosos) en nuestro país es de gran importancia, ya que ayudará a concientizar tanto al patrón -- como al trabajador de que tipo de cuidado deberá tener -- con cada material que se trabaje.

#### CONCLUSIONES ECONOMICAS.

1. Por lo general los disolventes más baratos son los que menor poder disolvente tienen y entre más caros sean me-

tores disolventes serán. Debido a esto no siempre el disolvente ideal para disolver una resina es el que podemos utilizar, ya que debido a los altos costos, económicamente esto no es posible, por lo que un mejor conocimiento de las características de los disolventes nos ayudará a formular un adelgazador que disuelva a la resina y sea barato.

2. La función primordial del adelgazador al disolver una resina es llevarla a una viscosidad a la cual pueda ser aplicada. Por lo que ese punto óptimo deberá estar dado por soluciones de alto contenido de sólidos en la -- más baja viscosidad posible. Desgraciadamente en México la gente prefiere soluciones de alta viscosidad con alto contenido de sólidos, necesitando así un gran volumen de adelgazador para llevar a las soluciones a una viscosidad aplicable. Aumentando así innecesariamente las cantidades de adelgazadores que se consumen en el país. Esta mentalidad es ilógica y que se pierde dinero en mano de obra extra, tiempo de secado y gasto inútil de adelgazador que a fin de cuentas se evapora quedando únicamente los sólidos de la resina en el sustrato.

#### CONCLUSIONES ECOLOGICAS.

1. Todos los disolventes que se utilizan en la formulación de adelgazadores son tóxicos en menor ó mayor grado. Por lo que el abuso de estos materiales trae consecuencias graves como intoxicaciones, trastornos mentales, cáncer e incluso la muerte. Debido a esto en los países industrializados las leyes contra la contaminación-

son sumamente estrictas, en cuanto a concentraciones de disolventes en la atmósfera ya que el uso de resinas - solubles en adelgazadores del tipo orgánico tiende a de saparecer buscandose nuevos recubrimientos de mejor calidad pero solubles en agua. Por desgracia en México- esto todavfa tardará varios años.

A P E N D I C E

"TABLA DE PROPIEDADES DE LOS DISOLVENTES".



BIBLIOGRAFIA.

The Nitropropane solvents,  
NP division technical bulletin NP series TB #38  
International Minerals & Chemical Company  
USA, .972

Semblanza de la industria de pinturas y tintas de impresión en  
México  
ANAFAPYT A.C.  
México, Junio de 1983

Azeotropes of nitropropanes  
NP division technical bulletin NP series TB #16  
International Minerals & Chemical Company  
USA, 1969

Premezclas de nitropropano que suplen el MIBK  
Conferencia por Ing. Enrique Angón, Química Vadín  
I.M.T.P. Y T. Enero 14, 1982  
México, D.F.

Hojas de especificaciones de los disolventes producidos por Ce  
lanese Mexicana  
México, D.F. Noviembre de 1973

Hojas de especificaciones de los disolventes producidos por Ce  
lanese Mexicana  
México, D.F. Septiembre de 1975

Hojas de especificaciones de los disolventes producidos por Celanese Mexicana  
México D.F. Enero de 1977

Información técnica sobre los glicocéteres  
Polioles S.A.  
México D.F., 1980

Encyclopedia of Chemical Technology  
Kirk-Othmer et al.  
Editorial Board  
USA, 1957

Chemical Engineer's Hand Book  
John H. Perry  
Editorial Mc. Graw Hill, ed. 3a.  
USA, 1973

Organic Coating Technology vol I,  
Payne J.  
Editorial John Wiley & Sons inc.  
USA, 1965

Organic Coating Technology vol II,  
Payne J.  
Editorial John Wiley & Sons inc.  
USA, 1965

Introduction to Paint Chemistry  
Gpa Turner  
Editorial Chapman & Hall LTD.  
England, 1970



Determinación de gravedad específica en líquidos  
Procedimientos analíticos de productos químicos  
Método CYE-03-67  
Celanese Mexicana S.A.  
México D.F., 1967

Determinación de color natural en líquidos claros  
Procedimientos analíticos de productos químicos  
Método CYE-04-68  
Celanese Mexicana S.A.  
México D.F., 1968

Determinación de Agua por Karl Fisher  
Procedimientos analíticos de productos químicos  
Método CYV-23-67  
Celanese Mexicana S.A.  
México D.F., 1967

Determinación de Rango de Destilación en Disolventes y Diluyentes  
Procedimientos analíticos de productos químicos  
Método CYE-02-68  
Celanese Mexicana S.A.  
México D.F., 1968

Flammable Waste Solvent Reclamation  
Conferencia por John Emerling, Lenmar Inc.  
NPCA Paint Plant design and operation seminar  
Saint Louis Missouri, USA, April 8, 1981

Disolventes Para La Industria de Barnices, Pinturas y Sectores-  
afines  
HÜls  
Alemania, 1970

Standard Method of Test for Determining The Acidity  
Method SMA-32-65  
Celanese Chemical Company  
USA., 1965

Reglamento de Higiene del Trabajo  
Editorial Andrade S.A., ed. 2a.  
México D.F., 1972

Teorias Utiles de los Disolventes  
Conferencia por Ing. Keiko Toda, Celanese Mexicana  
I.M.T.P. y T.  
México D.F., Febreo 28, 1980

Tecnología de Pinturas y Recubrimientos Orgánicos  
Alberto Blanco Matas, Luis Yves Villegas Ch.  
Editorial Quimica, ed. 1a.  
México D.F., 1966

Tecnología de Pinturas y Recubrimientos Orgánicos II  
Alberto Blanco Matas, Luis Yves Villegas Ch., Luis Sanches Reyes  
Editorial Quimica, ed. 1a.  
México D.F., 1974

Sistema para la Identificación de Materiales Riesgosos  
ANA^APYT A.C.  
México, D.F., Dic. 1985

Generación y Control de Electricidad Estática  
Pinturrerfas  
General Paint Co. de México S.A. de C.V.  
México D.F., Mayo de 1984

Water Borne Coatings  
Charles R. Martens  
Van Nostrand Reinhold  
U.S.A. 1981

Organic Chemistry  
Morrison & Boyd  
Allyn And Bacon 3a. ed.  
U.S.A. 1978

The Chemical Formulary Vol. VII  
H. Bennet  
Chemical Publishing Co. Inc.  
U.S.A. 1945

The Chemical Formulary Vol. V  
H. Bennet  
Chemical Publishing Co. Inc.  
U.S.A. 1941

Adhesive And Sealant Compound Formulations  
Ernest W. Flick  
Noyes Publications 2a. ed.  
U.S.A. 1984.

The Condensed Chemical Dictionary  
Gessner G. Hawley  
Van Nostrand Reinhold 9th ed.  
U.S.A. '97"

Recuperación y Control de Emisiones de Disolventes  
Conferencia por: Ing. Alejandro Merin, Wimer S.A.  
I.M.T.P. Y T.  
México D.F., Septiembre 9, 1982

Cadena Productiva de Petroquímica  
SECOFI  
México, D.F. , 1985

Tarjetas de Urgencia  
Química Hoechst de México y QUISA  
México D.F., 1985

Manual de Seguridad de Planta  
ANAFAPYT A.C.  
México D.F., 1981

The Nitroparaffines  
NP Division Technical Data Sheet Np-series TDS #1  
International Mineral & Chemical Company  
USA, 1972

Isophorones  
Exxon Chemiclas  
USA, 1980

Industrial Solvents  
OH Series # 004  
US Department of Health, Education and Welfare  
USA, 1972

Nitrocellulose NC- 0471  
Dupont Company  
USA, 1974

Nitropropane Solvents and Coatings Performance  
American Paint Journal  
Bernard Edwards  
USA, Sept. 1980

Encyclopedia of Polymer Science and Technology  
Herman F. Mark, Norman G. Gaylord, Herbert M. Bikales  
Interscience publishers a division of John Wiley & Sons Inc.  
USA., 1968

Federation Series on Coating Technology  
Published by The Federation of Societies for Paint Technology  
Unit six Solvents  
USA, 1967

Federation Series on Coating Technology  
Published by The Federation of Societies for Paint Technology  
Unit 21 Nitrocellulose and Organo Soluble Ethers in Coatings  
USA, 1972

Federation Series on Coating Technology  
Published by The Federation of Societies for Paint Technology  
Unit One Introduction to Coating Technology  
USA, 1973