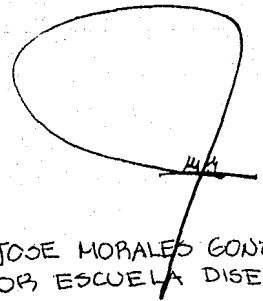
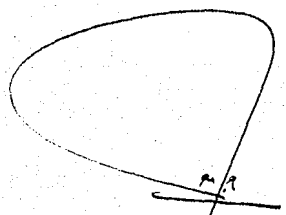


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA**

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE DISEÑO



ARQ. JOSE MORALES GONZALEZ  
DIRECTOR ESCUELA DISEÑO  
INDUSTRIAL



ARQ. JOSE MORALES GONZALEZ  
PRESIDENTE DE LA COMISION  
REVISORA DE TESIS.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



SISTEMA RECUPERADOR DE SOLVENTES

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
P R E S E N T A  
CELINA ZARAGOZA IBARRIA  
GUADALAJARA, JAL. JUNIO 1989



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.

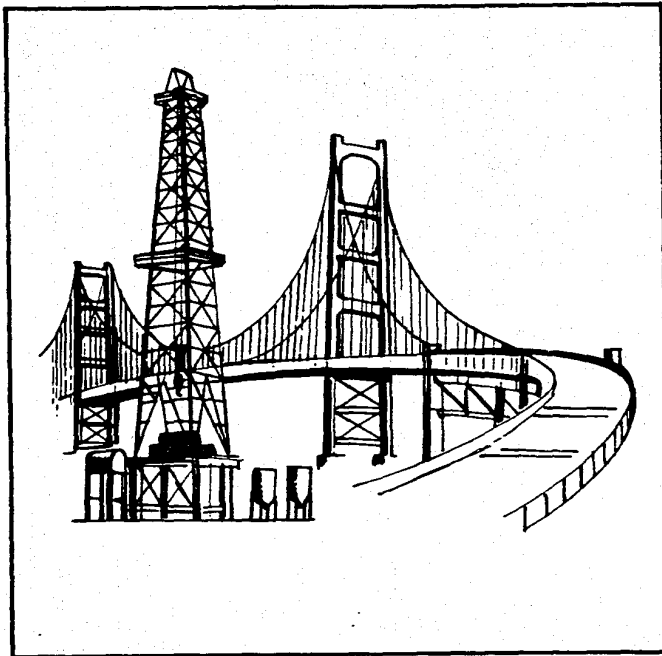
# I N D I C E

1. INTRODUCCION	1	- Aislantes Térmicos	89
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6	- Sistemas de Enfriamiento	91
3. INVESTIGACION	9	- Sistemas Clarificadores o Filtrantes	92
- La Destilación y los Solventes	9	- Productos Existentes	92
- Propiedades Físicas, Químicas y Datos Técnicos de Solventes y Mezclas	11	4. DEFINICION DEL OBJETO DE DISEÑO	
- Aplicaciones y Toxicología de los Disolventes	24	- Descripción de la Función del Objeto	95
- Legislación y Reglamentación de los Solventes	39	- Descomposición del Objeto en Elementos	95
- Hidrocarburos, Características y Propiedades	42	5. OBJETIVOS GENERALES	97
- Compuestos Sulfurados, Nitrados y Halogenados	49	- Requisitos de Concepto y de Diseño	97
- Alcoholes	56	6. ANALISIS Y CONCLUSIONES	99
- Eteres, Cetonas, Aldehidos y Acetales	61	- Funcional	99
- Acidos y Esteres	69	- Antropometría y Ergonomía	121
- Aminas, Amidas y Nitrilos	76	- Productos Existentes	124
- Proceso de Separación	80	7. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO	130
- Presión de Destilación	82	8. REQUERIMIENTOS	134
- Sistemas de Calentamiento	88	9. BOCETOS	137
		10. DISEÑO	140
		11. ANALISIS DE MATERIALES Y PROCESOS	142
		12. CALCULOS	145



13. PLANOS TECNICOS	147
14. DIAGRAMA DE FLUJO	168
15. DIAGRAMA ELECTRICO	178
16. COSTOS	180
17. MEMORIA GRAFICA	185
18. MEMORIA DESCRIPTIVA	191
19. BIBLIOGRAFIA	197

# Introducción



Actualmente el deshacerse de los desperdicios de solventes está tomando restricciones - sumamente severas de parte del gobierno federal y estatal. Los métodos para eliminarlos - cuales sean provocan siempre una contaminación ambiental y un gran peligro para la sociedad.

Solventes como lo son el Tolueno, Metanol, Xileno, Benceno, mezclas de ellos y otros, -- despiden o producen al evaporarse o quemarse, Hidrocarburos, Nitrógeno, Oxido de Carbono, -- Azufre, etc., que son grandes contaminantes de tipo tóxico, corrosivo, explosivo e inflamable. Los solventes que contienen azufre al realizar su combustión, y al entrar en contacto con el aire sufren una serie de cambios que con la -- lluvia o humedad produce un gran contaminante que se precipita en forma de lluvia ácida y es to a su vez contamina ríos, mares, flora, fauna e incluso al hombre causándole grandes daños físicos y mentales, por ejemplo: quemaduras, intoxicación al inhalarse o ingerirse ya sea directamente o por medio de agua y alimentos contaminados, afectando tejidos cutáneos, subcutáneos, neuronas, aparato digestivo, etc.

Los solventes al desecharse, causan otros problemas, pues al pasar por zonas de mayor -- temperatura reaccionan fácilmente, se evaporan y se expanden contando así con un mayor riesgo de inflamación y explosión, produciendo vapores tóxicos y corrosivos. Otro riesgo que se -- corre al desechar disolventes es la formación de mezclas peligrosas, ya que pueden provocar reacciones de alto riesgo o formación de sólidos o tapones en tuberías o drenajes.

Por otra parte, la alta demanda mundial -- día a día disminuye las reservas de petróleo y sus derivados que aunado a problemas inflacionarios ocasionan escasez y aumento de precios. Como un resultado debemos tomar gran interés -- en la reducción de costos de materias primas y evitar su desperdicio.

Muchas industrias pequeñas y medianas están sintiendo esta amenaza más severamente, -- porque éstas usan relativamente, algunas menos, algunas más, cantidades de tales materiales y a menudo no tienen el talento para diseñar sistemas adaptados a dichas necesidades.

Existen en México una gran cantidad de em

presas que requieren de la recuperación de -- solventes como lo son:

- Industrias Aceiteras
- Industrias de Resinas
- Industrias Cartoneras
- Industrias de Pinturas y Tintas
- Plantas de aplicación de recubrimientos por el sistema "Coil Coating"
- Productos Fotográficos
- Procesado de subproductos animales
- Industrias de Adhesivos
- Joyería
- Talleres de Impresión
- Talleres Mecánicos
- Talleres de reparación de cualquier tipo de máquina
- Tintorerías y demás industrias que utilizan solventes para la limpieza.

Estas empresas operan con una cierta cantidad de solvente que es tirado o quemado, por ejemplo: en una impresora, considerando una -- mezcla de n-acetato de propilo (10%) y alcohol etílico (90%) se compra a razón de 150 gal/día a \$4,720/gal. Cincuenta galones de esta mezcla es usada para limpieza de los rodillos de-

impresión, el resto es usada para diluir las tintas concentradas. El solvente de lavado -- contiene 95% de solvente puro y se tira o que ma\*.

La posibilidad de recuperación de un solvente es del 90% al 99% dependiendo del método que sea utilizado.

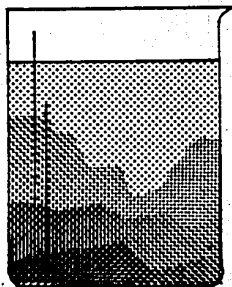
\* James M. Teale, Chemical Engineering, USA  
J.M. Teale Associates, 1987, Pág. 98



# Planteamiento del Problema

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existen grandes plantas recuperadoras de solventes en el extranjero, pero realmente no se ha pensado en el diseño de un sistema que resuelva los problemas existentes en la pequeña y mediana industria de México, además que no se cuenta con el suficiente capital para la instalación de una gran planta recuperadora.



Actualmente la forma más común de recuperación de solventes dentro de la pequeña y mediana industria de México es por sedimentación, que consiste en el asentamiento de las impurezas sólidas del solvente, lo cual representa meses de espera, y por lo consecuente pérdida de tiempo, dinero, causa un gran peligro y contaminación.

Las plantas recuperadoras de solvente existentes cuentan con los siguientes inconvenientes:

- Los precios son muy altos, entre \$ 12'000,000 y \$ 50'000,000 dependiendo del tipo y tamaño de la recuperadora.
- Adecuadas para grandes industrias o laboratorios.

- Dentro de la pequeña y mediana industria se utilizan métodos de destilación poco -- adecuados, rudimentarios, por lo que implican peligro, (construidos por la misma empresa).
- Muy grandes y estorbosos.
- No tienen sistetización formal y de sus -- elementos en general.
- Poco manuales para la pequeña industria.
- No se considera al operador como parte integral de la máquina.

Por lo cual se tratará de diseñar algo distinto pensado para la pequeña y mediana industria, que dé más seguridad, menos costoso, facilidad de limpieza, bajo costo de proceso y -- producción, facilidad de manejo, recuperación de la mayor parte del solvente sucio, tamaño -- compacto, sistema integrado. Solucionarlo de -- tal forma que cada empresa que lo requiera lo pueda obtener y aprovechar o en todo caso, que pueda servir para pequeños negocios dedicados-- exclusivamente a la limpieza de solventes su-- cios y esto resultaría un negocio muy costea-- ble.

Un "Sistema para la recuperación de solvente

tes sucios" es el diseño de una unidad que permita la recuperación de la mayor parte del solvente sucio que es desperdiciado por la pequeña y mediana industria. Se proporcionará el -- solvente sucio a la máquina o aparato, dicho -- solvente deberá pasar por una serie de etapas-- para que finalmente obtengamos de ésta un solvente limpio y aprovechable nuevamente.

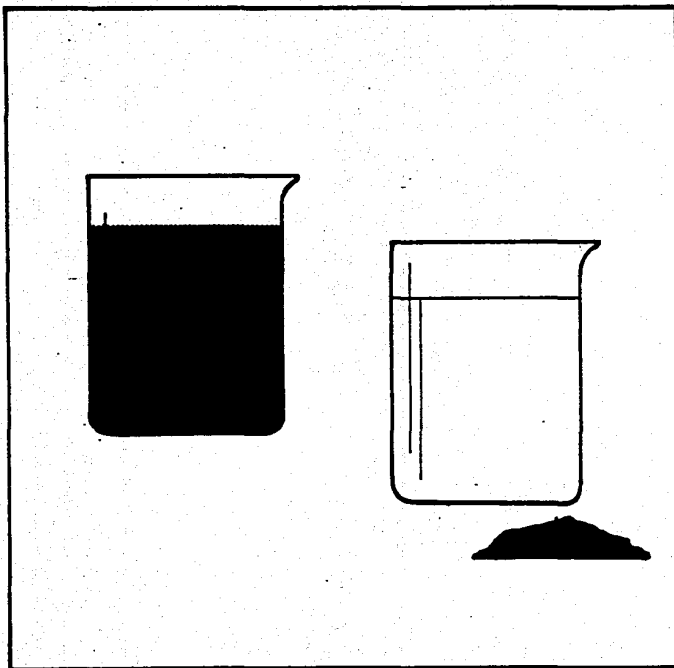
**Investigación**

## La Destilación y los Solventes

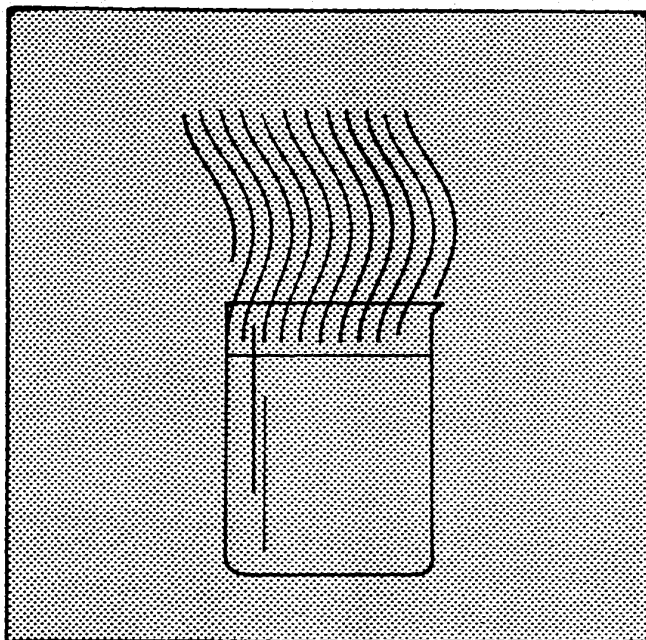
El objetivo general de la destilación es la separación de las sustancias que tienen diferentes presiones de vapor a una temperatura dada. La destilación de solventes no sólo es la separación de mezclas líquidas en dos o más fracciones, sino también puede ser la separación de materia sólida contaminante.

Las primeras destilerías fueron de alcohol para bebidas en las que se aplicaban los conceptos fundamentales de la destilación. Aunque en la antigüedad se conocía y practicaba la destilación y un destilador comercial había sido desarrollado por Coftey en 1832, la teoría de la destilación no fue estudiada sino hasta que se conoció el trabajo de Sorel en 1893. Otras personas que realizaron algunos trabajos al respecto fueron Lord Rayleigh y Lewis.

Los procesos de separación de materia sólida de un solvente son: Destilación, filtrado, centrifugado, tamizado o colado y decantación.



Por otra parte, es difícil definir exactamente qué es un solvente; desde un punto de vista técnico, POR SOLVENTE ORGANICO SE ENTIENDE TODO LIQUIDO CAPAZ DE ENRIQUECERSE DE OTRAS SUSTANCIAS DIFICILMENTE SOLUBLES EN EL AGUA, (fenómeno de la disolución, por eso se le llama también disolvente). Los fenómenos de variación de la solubilidad en las mezclas presentan una notable importancia, debe tenerse siempre en cuenta, como regla general, el hecho de que con la mezcla de dos disolventes o más, el poder disolvente suele disminuir. El poder disolvente puede también apreciarse por la viscosidad de las disoluciones. El disolvente más poderoso será aquel que produzca un líquido de viscosidad mínima.



O L O R

a) Olor.- Aunque esta característica de -- los disolventes orgánicos pueda parecer a primera vista como de un valor secundario, la experiencia industrial ha demostrado que los disolventes que poseen olores fuertes o muy desagradables tienen un consumo mucho menor en la industria que aquellos que están desprovistos de olor o en los que éste es débil, aunque por tratarse de una propiedad subjetiva es difícil clasificar exactamente los olores en agradables y desagradables.

Ahora bien: respecto al empleo de disolventes con olor en la industria, debe recordarse el fenómeno de la habituación olfativa. Ocurre frecuentemente que los obreros que manipulan disolventes con olor y que, por tanto, están sometidos al contacto continuo con sus vapores, pierden la sensibilidad olfatoria del mismo, tardando a veces mucho tiempo en recobrarla; en otros por el contrario, aunque son los menos, se desarrolla una hipersensibilidad al -- olor a que están habituados, siendo, por tanto, excelentes buscadores de fugas, ya que de su

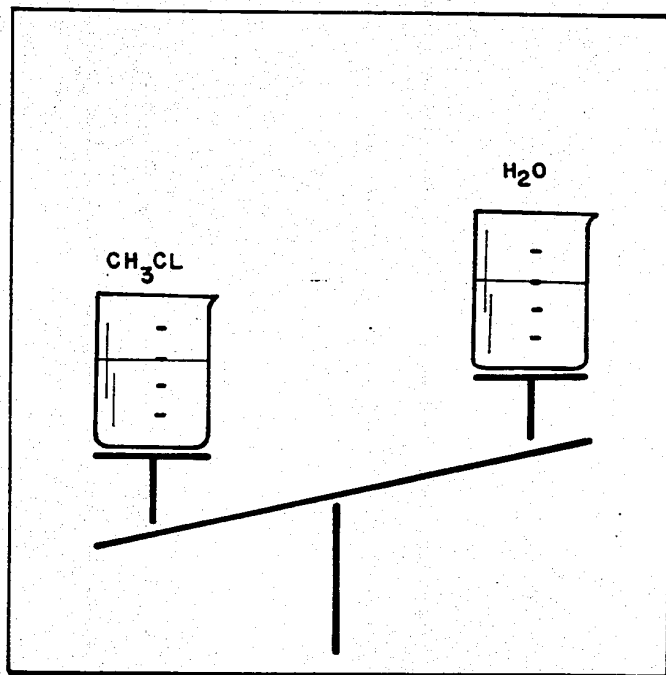
sensibilidad se acrecienta notablemente.

b) **Peso específico.**- En la práctica industrial frecuentemente se confunden los conceptos de peso específico y densidad de un disolvente; pero dicha confusión no tiene gran valor técnico y, frecuentemente, en las tablas y características de estos compuestos solamente se indica el peso específico, o sea, el peso de un cierto volumen del líquido en examen, comparado con el peso del mismo volumen de agua destilada en las mismas condiciones de temperatura y presión (4° y 760 mm).

La densidad de los líquidos disminuye a medida que aumenta la temperatura.

La densidad de un disolvente es una característica muy importante del mismo, y muchas veces este valor se utiliza como control de su pureza, este dato permite con rapidez determinar la presencia de impurezas, las cuales disminuyen notablemente la densidad de la mezcla.

La práctica de esta determinación se puede realizar de las siguientes formas: Densímetros, Picnómetro, Balanza de Mohr.



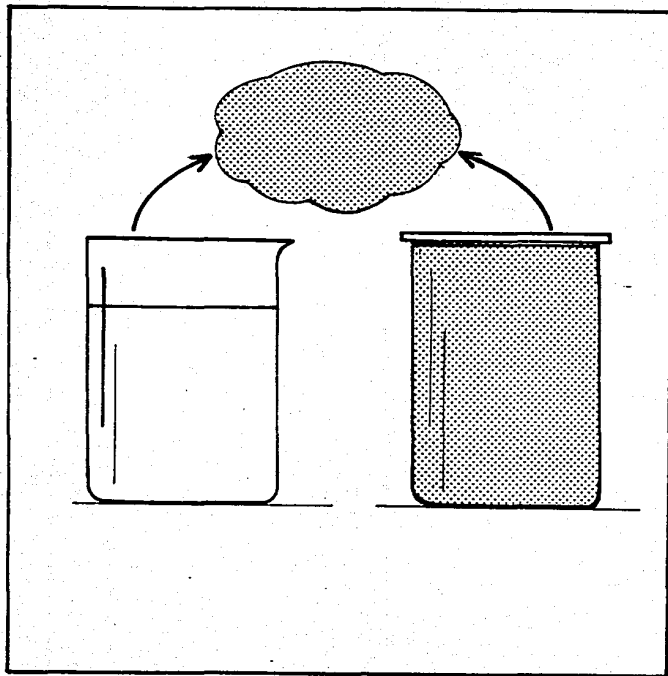
PESO ESPECIFICO



c) Densidad de vapor.- La densidad de vapor de un disolvente orgánico puede calcularse conociendo su peso molecular; la molécula gramo de todo cuerpo orgánico transformado en vapor, a la presión de 760 mm de mercurio y a la temperatura de 0 grados ocupa siempre el mismo volumen: 22.42 litros.

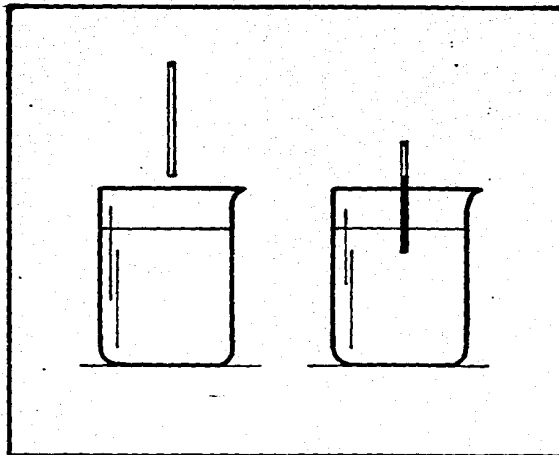
La densidad de vapor con respecto al aire de todos los disolventes, sin excepción, ha de ser superior a 1, pues su peso molecular es -- siempre mayor de 29,08, y, por lo tanto, debetenerse en cuenta que siempre los vapores de los disolventes orgánicos tienen tendencia a - descender hacia el suelo y nunca a ascender.

d) Índice de refracción.- La medida del índice de refracción de un disolvente orgánico - constituye un método muy sensible de control - de su pureza, ya que bastan pequeñas cantidades de productos extraños para modificar generalmente dicha constante. El índice de refracción sirve para determinar si una sustancia o mezcla contiene impurezas. Las impurezas, provocan un notable cambio en el índice de refracción; por tanto, aunque la densidad sea correcta, si el valor del índice de refracción no co

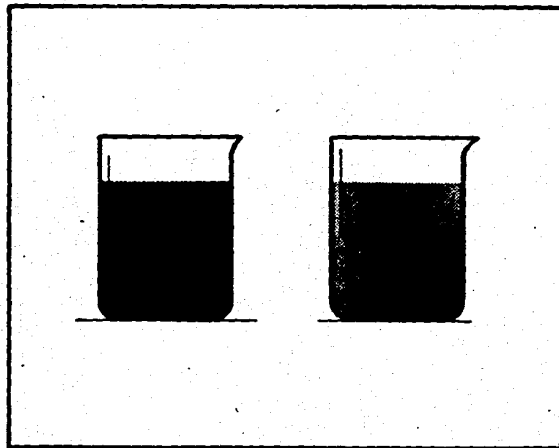


DENSIDAD DE VAPOR

rrponde al indicado, podrá asegurarse que -  
el producto técnico está impurificado.



INDICE DE REFRACCION



VISCOSIDAD

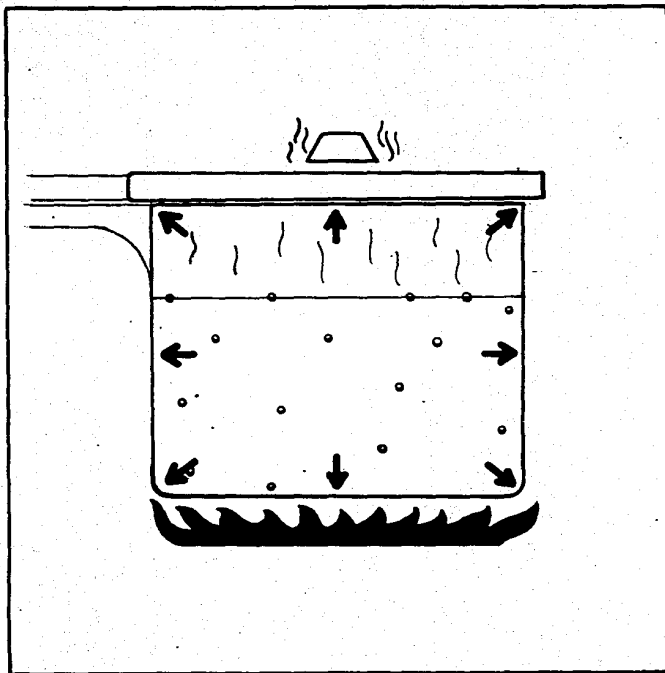
e) Viscosidad.- La viscosidad es una propiedad característica de los líquidos que indica la energía del frotamiento y resistencia interna de sus moléculas para oponerse a las deformaciones. Todo líquido viscoso se opone a las fuerzas que tienden a desplazarlo.

En los disolventes más usuales, el papel de la viscosidad no desempeña, en general, -- gran importancia, pues casi siempre se trata de líquidos poco viscosos y no obstante, algunos productos, como los glicoles, glicerina, etc., y sobre todo los plastificantes, presentan viscosidad elevada.

f) Tensión de vapor.- Todos los disolventes poseen una determinada tensión de vapor a cada temperatura, y dicho valor, que generalmente se expresa en milímetros de mercurio, es una característica de gran importancia para juzgar sus propiedades prácticas como disolventes. En la técnica industrial suelen designarse con el nombre de productos ligeros o productos pesados, según sea menor o mayor su

tensión de vapor a la temperatura ordinaria.

Como es sabido, cuando se coloca en un recipiente cerrado un producto líquido, rápidamente se establece un equilibrio entre la fase líquida y la fase vapor; el líquido tiende a emitir sus vapores en cantidad suficiente - para crear a cada temperatura un equilibrio - entre dichas fases, y la presión que sus vapores ejercen sobre las paredes del recipiente - corresponde precisamente a la llamada tensión de vapor. Este fenómeno de emisión de vapores, que supone un trabajo, va necesariamente acompañado de absorción de energía, calorías que se absorben del medio exterior; pero si no se administra calor, la emisión de vapores provoca que el líquido se enfríe.



TENSION DE VAPOR

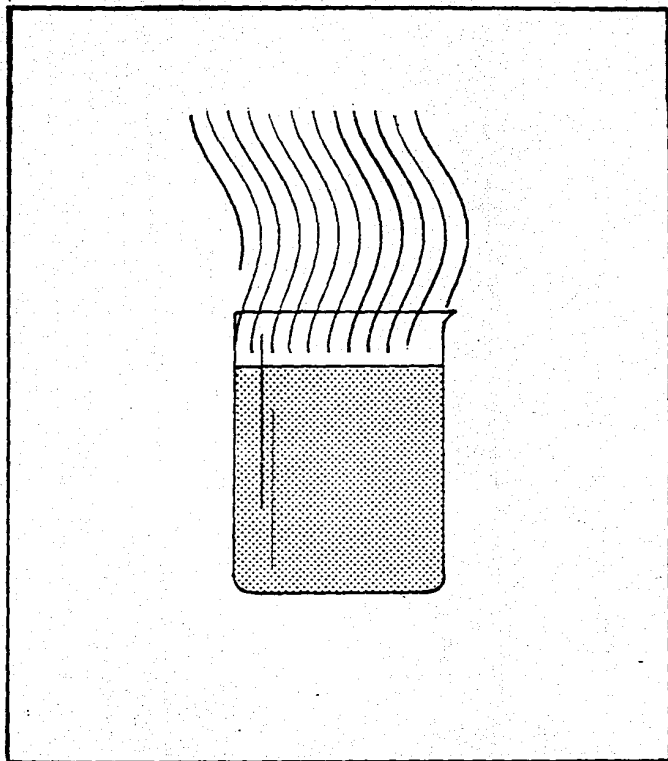
A medida que se aumenta la temperatura de un disolvente, su tensión de vapor también aumenta, hasta llegar un momento en que dicha tensión es igual a la presión atmosférica; en este preciso instante el líquido entra en ebullición. La determinación de la temperatura de ebullición de un disolvente, además de ser una característica importante de cada uno de ellos, permite también juzgar sus propiedades

para las aplicaciones técnicas a que se desti-  
ne.

En la industria se distinguen, generalmen-  
te, tres categorías de disolventes:

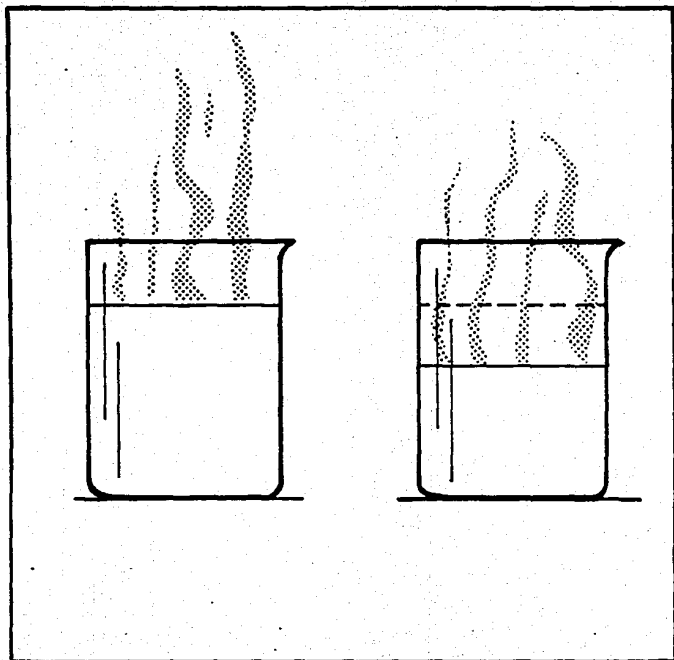
1. Los llamados disolventes ligeros, cuyo -  
punto de ebullición es inferior a los --  
100°C;
2. Los disolventes medios, cuyo punto de --  
ebullición está comprendido entre 100 y  
150°C;
3. Los disolventes pesados, cuyo punto de -  
ebullición es superior a 150°C. Esta cla-  
sificación, es bastante arbitraria; por-  
ejemplo, el tolueno, según esta clasifi-  
cación, sería un disolvente medio, pues  
su punto de ebullición es 111°C; sin em-  
bargo, su volatilidad a la temperatura -  
ordinaria es muy superior a la del al-  
cohol propílico normal, cuyo punto de --  
ebullición es 97° y corresponde, por tan-  
to, al grupo de disolventes ligeros.

Además, como en la industria no suelen em-  
plearse productos químicamente puros, el com-  
portamiento durante su destilación de un di--



solvente que contenga impurezas puede ser falso disminuyendo su punto de ebullición.

La tensión de vapor es, pues, una característica de cada disolvente puro, y, por tanto, la determinación de su punto de ebullición debería ser una constante invariable de todo disolvente; pero en la práctica industrial nunca o casi nunca se manipula con especies químicamente puras, sino con productos técnicamente puros, los cuales contienen siempre impurezas que modifican el valor de esta constante.



VOLATILIDAD

g) Volatilidad y velocidad de evaporación. Esa es una de las características de mayor interés para el técnico y en particular para las industrias derivadas del empleo de los disolventes (P. ej., pinturas, barnices, etc.), ya que en ellas el disolvente debe desaparecer totalmente por volatilización y los resultados finales dependen principalmente de la velocidad y forma con que el disolvente se separa de la mezcla.

Parece lógico pensar que la tensión de vapor del líquido ha de ser el factor esencial-

en los fenómenos de evaporación; pero esto no es así, ya que se observa en algunos disolventes que, no obstante tener igual tensión de vapor, su velocidad de vaporización es mucho mayor en unos que en otros.

El calor latente es la cantidad de calor necesario para lograr un cambio de fase y el calor sensible es la cantidad de calor necesario para elevar 1°C, la temperatura del solvente. Estos dos factores influyen extraordinariamente en el fenómeno de velocidad de evaporación; por eso, si se compara la velocidad de evaporación de un alcohol y un hidrocarburo con igual tensión de vapor, se observa que los hidrocarburos se evaporan mucho antes que los alcoholes; ello es debido a que en éstos últimos las fuerzas de cohesión que existen entre sus moléculas dan un lugar a asociaciones moleculares que obligan a una absorción de energía calorífica superior, destinada precisamente a deshacer dichas fuerzas de cohesión, y este calor latente de vaporización, como ya hemos indicado.

Todo líquido, al evaporarse, absorbe calor, y si no puede tomarlo del medio que lo rodea, -

lo toma de sí mismo, enfriándose.

El calor latente de evaporación de un líquido influye, pues, sobre su facilidad de evaporarse, pero no es absolutamente proporcional a ese valor, ya que además de la cantidad de la energía calorífica absorbida, es preciso tener en cuenta la conductividad calorífica del cuerpo que se evapora. También influyen en este fenómeno las velocidades con que las moléculas superficiales se alejan de la superficie del líquido, ya que si ésta es grande, la velocidad de evaporación será mayor en el caso contrario.

Son, pues, muchos los factores que intervienen teóricamente en la velocidad de evaporación de un disolvente.

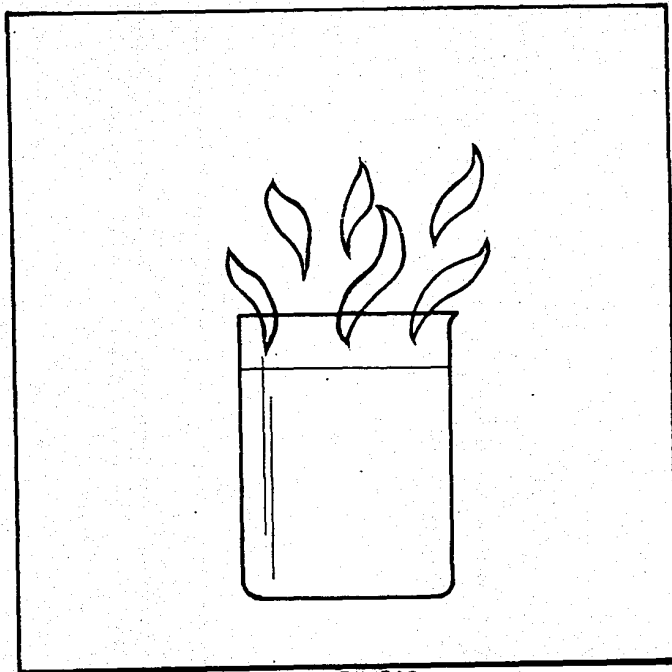
h) Inflamabilidad de los disolventes.- En íntima relación con la volatilidad y la tensión de vapor de los disolventes existe otra característica de gran importancia, que es inflamabilidad. Los peligros de incendio o de explosión en el empleo y manejo de estas sustancias hacen que el estudio de esta constan-

te signifique muchas veces la seguridad personal de los obreros.

En general, es evidente que los disolventes inflamables son tanto más peligrosos, desde el punto de vista de su inflamabilidad, -- cuanto mayor sea su tensión de vapor. Los líquidos inflamables no solubles en agua presentan, además, el grave inconveniente de que el agua lanzada sobre ellos en caso de incendio no impida su propagación.

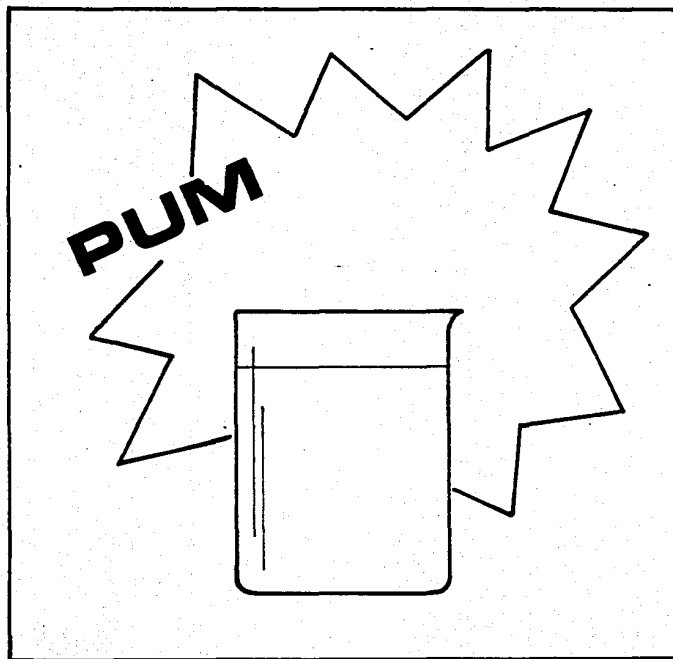
Cuando se coloca un disolvente orgánico - en un recipiente y se acerca una pequeña llama a su superficie, se comprueba que no siempre los vapores superpuestos al líquido se inflaman; pero si se va aumentando la temperatura del recipiente y se repite el acercamiento de la llama, llega un momento, a temperatura variable para cada cuerpo, en que se produce una pequeña explosión. La temperatura del disolvente a la cual dicha microexplosión tiene lugar es lo que llama punto de inflamación.

Cuando en lugar de tratarse de un disolvente puro se trata de una mezcla, que es el caso más frecuente, no debe olvidarse que el-



INFLAMABILIDAD

punto de inflamación de toda mezcla es, en general, inferior al de cada uno de sus constituyentes aisladamente.



EXPLOSIVIDAD

Para tener una idea técnica de cuando se está o no en presencia de líquidos peligrosos, indicaremos, p. ej., que la legislación vigente en los ferrocarriles británicos clasifica como líquido peligroso todo aquel cuyo punto de inflamación sea igual o inferior a  $65,6^{\circ}$ , y los agrupa en dos categorías: primera, los de punto inferior a  $22,2^{\circ}$ , y segunda, los comprendidos entre  $22,3$  y  $65,6^{\circ}$ .

i) Explosividad.- Los disolventes orgánicos en general, además de los peligros de incendio que ya hemos estudiado anteriormente, pueden ser causa de peligrosas explosiones. Cuando los vapores de un líquido volátil inflamable se diluyen en un cierto volumen de aire, existe un intervalo de concentración de estos vapores, en el cual una llama, una chispa eléctrica o cualquier elevación térmica es capaz de provocar una explosión. A partir del límite inferior de explosividad, y cuando la concentración en vapores inflamables de la mezcla va aumentando, se observa paralelamente



un aumento en la violencia de la explosión, -- hasta llegar a un máximo, que corresponde a la combustión perfecta del compuesto orgánico en el aire con producción exclusiva de anhídrido carbónico y vapor de agua. Es lo mismo que lo que ocurre en los motores de explosión cuando se regula el carburador a fin de introducir -- exactamente la cantidad de carburante óptimo -- con relación al volumen de aire existente en los cilindros. La historia de los accidentes -- en las fábricas de disolventes orgánicos infla-- mables está copiosamente llena de explosiones-- producidas por una serie de factores desfavora-- bles reunidos simultáneamente.

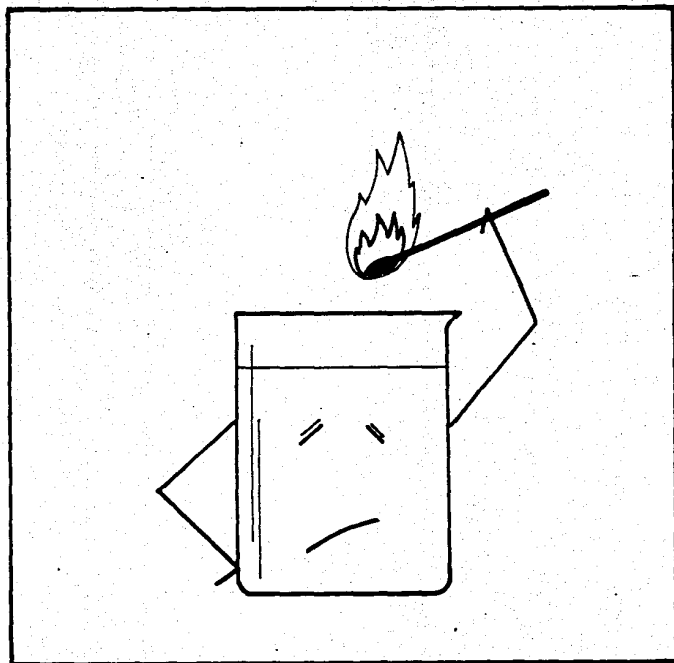
Pero cuando en lugar de tratarse de com--- puestos puros se trata de mezclas, los límites de explosión de éstas son siempre muy diferen-- tes a los de sus constituyentes aislados.

Los siguientes datos son particularmente -- instructivos: el alcohol etílico, el tolueno y el acetado de etilo son tres líquidos que pue-- den provocar explosiones violentas cuando sus-- vapores se mezclan con el aire. Finalmente, co-- mo norma general, advertimos que todo disolven-- te orgánico cuyo punto de ebullición sea supe--

rior a 115° a la presión ordinaria, no suele-- dar mezclas explosivas a la temperatura de -- 25°; su tensión de vapor no es lo suficiente-- mente elevada a esa temperatura para crear la concentración de vapores correspondientes al-- límite inferior de explosividad.

j) Autoinflamación.- No siempre es preci-- so para inflamar o explotar una mezcla ga-- seosa la presencia de una llama o de una chis-- pa eléctrica; basta con que la mezcla se ele-- ve a una temperatura suficiente para que es-- pontáneamente se inicie la combustión. En es-- te fenómeno, que se llama autoinflamación, -- tiene gran importancia la naturaleza del cuer-- po puesto en contacto con la mezcla explosiva; el vidrio, generalmente, posee un poder de in-- flamación superior al de los metales. Las tem-- peraturas de autoinflamación suelen oscilar -- entre los 300 y 500°; pero existen cuerpos, -- como el éter ordinario o aún más el sulfuro -- de carbono, cuya temperatura de autoinflama-- ción es muy baja (150°), lo cual explica la -- facilidad de los incendios en las fábricas -- que emplean dicho solvente.

A continuación indicamos una tabla con -- las cifras de autoinflamación de algunos di-- solventes.



AUTOINFLAMACION

Temperaturas de autoinflamación de algunos disolventes

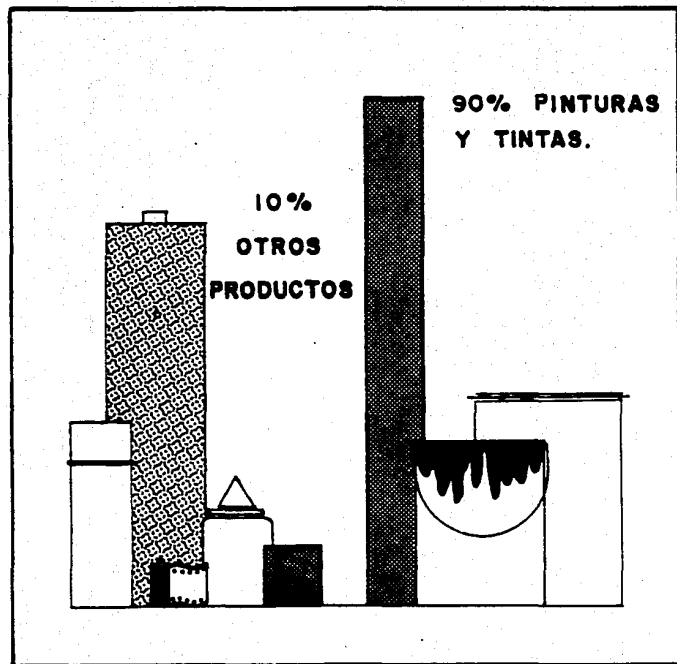
	En recipiente de	
	Vidrio Pyrex	Acero
Acetona	633°	649°
Acetato de etilo	484°	547°
Alcohol etílico 95%	421°	392°
---- metílico	475°	474°
Acetato de isoamilo	379°	461°
Benceno	580°	649°
Butanol, N.	366°	345°
Esencia de trementina	252°	262°
Xileno	553°	649°
Acetato de metilo	506°	569°

Además, hay que tener en cuenta que ciertos disolventes, como el éter ordinario o la esencia de trementina, fácilmente en contacto con el aire, dan lugar a la formación de peróxidos, los cuales poseen temperaturas de autoinflamación excepcionalmente bajas.

Una causa de incendio aún mal conocida, y

a la cual se imputan generalmente algunos siniestros, es la provocada por la electricidad estática. Todos los automovilistas conocen el peligro de incendio provocado por el frotamiento de la gasolina en las tuberías. Igualmente, el éter mismo, al caer sobre un recipiente de vidrio, puede, por la electricidad estática, autoinflamarse.

Estos riesgos, al parecer, tienen por causa la producción de electricidad estática por frotamiento de líquidos no conductores. Por ello a veces se aconseja, cuando hay que manipular grandes cantidades de estos líquidos, mezclarlos con una pequeña cantidad (0.05%) de cloruro de magnesio, que, haciendo más conductor el líquido, impide dicho fenómeno; también es aconsejable unir a tierra todas las partes metálicas de los aparatos donde se manipulan o han de almacenarse estos líquidos.



a) Importancia de los disolventes orgánicos.- Como dato estadístico, basta indicar -- que la producción anual, en Norteamérica, de disolventes orgánicos puede cifrarse del orden de unas 600,000 toneladas por año. Esta cifra es, por sí sola, lo suficientemente elocuente para señalar la importancia, lo mismo económica que técnica, que en el momento actual tiene la industria de los disolventes orgánicos.

Su consumo, cada vez mayor, lo mismo para la fabricación de pinturas y barnices que como agentes de extracción, ha sido la causa principal del enorme desarrollo de esta industria, representando su consumo mundial, para estas aplicaciones, cerca del 90% del tonelaje de disolventes fabricados. La producción de fibras textiles artificiales precisa cada vez más el empleo de importantes cantidades de disolventes. La limpieza en seco, después de la aparición de los derivados clorados ininflamables, ha hecho que este grupo de disolventes de síntesis tenga cada día mayor consumo, y si a esto unimos el empleo de los mismos para

el aprovechamiento de los orujos con materias grasas, se comprende el auge extraordinario -- que en estos últimos años ha tenido la fabricación de disolventes orgánicos. La extracción - de las esencias de las flores es muy importante en el consumo actual de disolventes.

Pero, además de todas estas aplicaciones - clásicas, la técnica del empleo de los disol-- ventos en las modernas industrias de los insec tícidas, de la penicilina y otros antibióticos demuestra de un modo evidente que el grupo de los disolventes orgánicos es de enorme impor-- tancia químico-técnica.

Otra moderna aplicación técnica de los di-- solventes orgánicos es la que se basa en la ex tracción de líquidos; p. ej., la recuperación- del ácido acético en la industria de la seda - artificial al acetato ha sido una de las más - brillantes conquistas de la química moderna de los disolventes orgánicos.

La recuperación de este ácido por destila-- ción, es difícil por el elevado consumo de ca-- lor.

La moderna fabricación de pinturas y bar-- nices tiene su base exclusivamente en el em-- pleo de disolventes apropiados que gocen de - las características específicas para estos fi nes, y la aún más moderna industria de los -- plásticos precisa gigantescas cantidades de - disolventes durante las diversas fases de su- fabricación y aplicaciones posteriores.

Los detersivos modernos, generalmente, se obtienen a base de jabones y disolventes espe-- cíficos de los aceites y las grasas. La indus tria textil, modernamente, emplea notables -- cantidades de este tipo de detergentes; ade-- más, el jabón actúa en este caso particular, - como agente conductor eléctrico, impidiendo - los peligros, de electrización por frotamien-- to.

La industria de la extracción de los acei-- tes desde hace bastante tiempo emplea los di-- solventes con el fin de agotar las materias - primas vegetales o animales que lo contienen. El clásico método de la extracción por prensa do no produce generalmente rendimientos eleva-- dos; por ello, en la actualidad, se suele --- acompañar dicha técnica con el proceso de ex-

tracción por disolventes.

Todas estas industrias, son sólo algunas de tantas que necesitan del uso de disolventes en mayor o menor grado y aunque en México no se cuenta con un organismo que pueda proporcionar información sobre el consumo de disolventes -- dentro de la pequeña y mediana industria, la ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE PINTURAS Y TINTAS, A.C., junto con la CANACINTRA, realizaron un convenio para colaborar en la reducción de la contaminación ambiental que producen los disolventes orgánicos y calculan que -- dentro de la pequeña y mediana industria se en sucia o se tira alrededor de 1000 a 3500 lts., mensuales que producen pérdidas desde \$500,000 hasta \$18'000,000 de pesos mensuales.

En la siguiente hoja se presentan algunos - datos sobre el desperdicio de solventes sucios de algunas empresas de Guadalajara, que confir man las cifras anteriormente dadas.

Dentro de la pequeña y mediana industria ha brá algunas que consuman menos y algunas más - disolventes, aunque los datos aquí presentados constituyen un muestreo general.

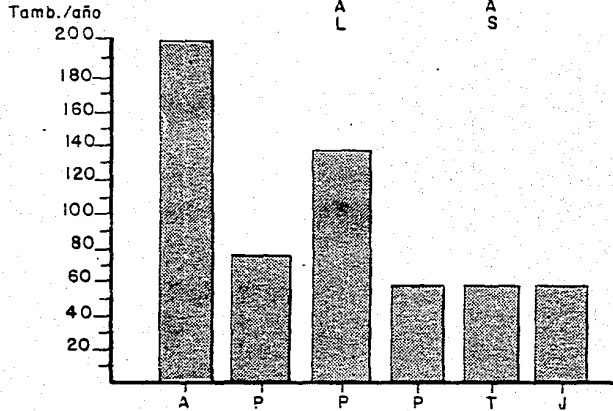
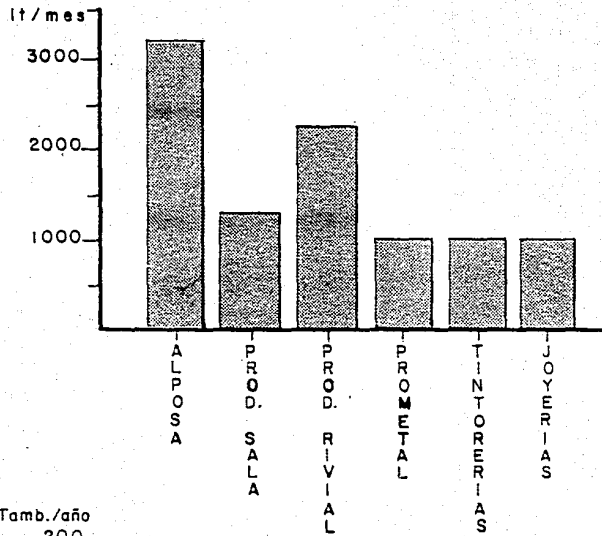
El tipo de residuo o de contaminante en - el solvente pueden ser desde agua, alcohol, - pigmentos, residuos de resinas, polvos, arena, tierra, grasas, aceites, etc.

b) Recuperación de los disolventes evapo- rados.- Dada la exigencia de una intensa ven- tilación en las fábricas o talleres donde se manipula con disolventes orgánicos volátiles, fácilmente se comprende que esta renovación - continúa del aire ha de arrastrar forzosamen- te una elevada cantidad de disolventes orgáni- cos evaporados; por ello, cuando se emplean - productos costosos, en buena técnica, debe -- pensarse siempre en su recuperación.

En el caso de aparatos estancos, el méto- do más empleado para disminuir la concentra- ción de disolventes en el aire que está en su contacto es enfriarlo enérgicamente; p. ej., - cuando se enfría a 0° aire saturado de vapo- res de benceno a 20°, se puede obtener la con- densación de unos 180 g de benceno por metro- cúbico de aire así tratado.

Este método de enfriamiento del aire sola

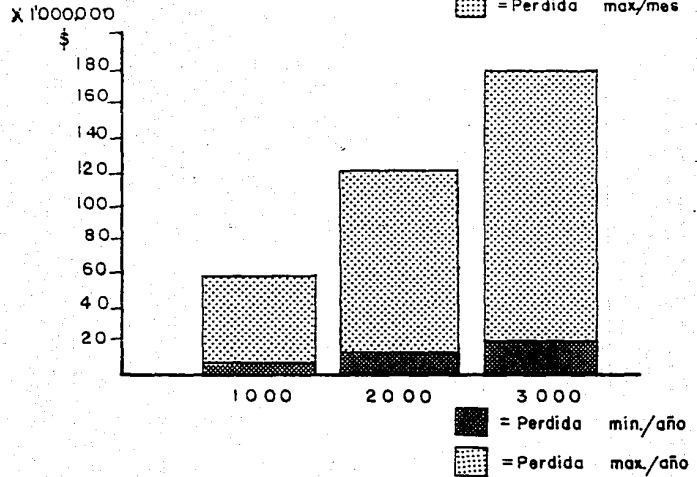
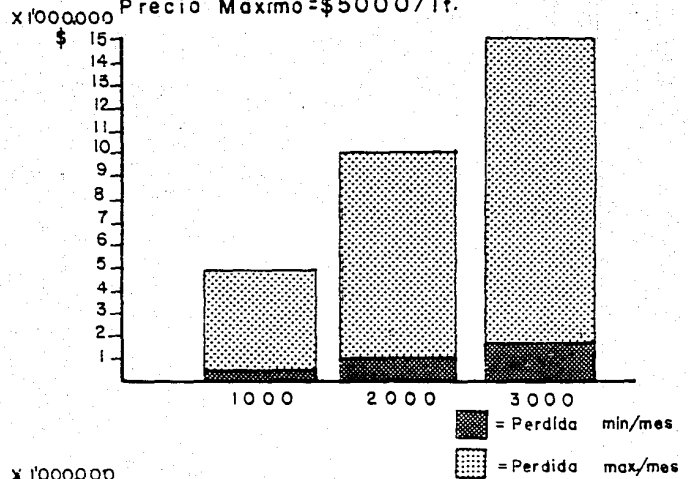
# PERDIDA DE SOLVENTES EN ALGUNAS EMPRESAS DE GUADALAJARA.



# PERDIDA ECONOMICA

Precio Mínimo = \$500/lt.

Precio Máximo = \$5000/lt.

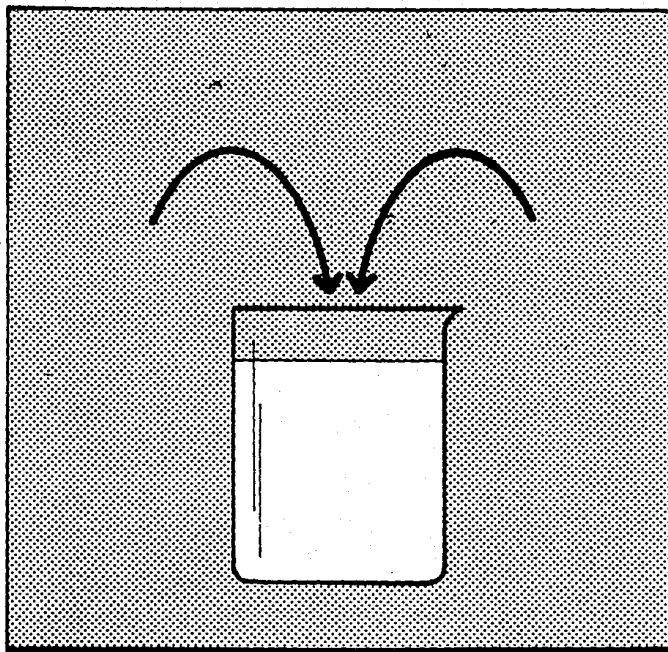


mente puede aplicarse en los casos de aire -- muy rico en productos volátiles. Una variante de este mismo método consiste en comprimir el gas rico en vapores de disolvente y enfriarlo, pero también este método, mucho más costoso, solamente se aplica en ciertos y determinados casos.

Más técnico es someter a un lavado apropiado el aire cargado de vapores. Este lavado, de preferencia sistemático, se efectúa a través de columnas en contracorriente y empleando un líquido absorbente apropiado.

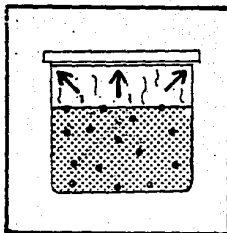
Todas estas dificultades e inconvenientes de la absorción de los disolventes orgánicos evaporados por medio de disolventes han sido la causa de que modernamente se haya generalizado mucho más el empleo de los llamados absorbentes sólidos, cuya acción se fundamenta en la propiedad que tienen ciertos cuerpos extremadamente porosos, como el carbón activado en las caretas contra gases asfixiantes empleadas en la guerra mundial de 1914-1918.

c) Precauciones en las fábricas en que se manipulan disolventes orgánicos.- El empleo -

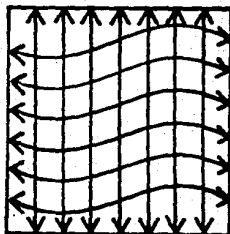


RECUPERACION DE SOLVENTES EVAPORADOS

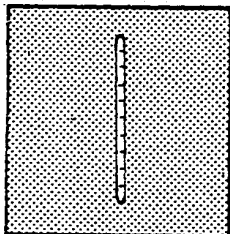




USO DE RECIPIENTES  
HERMETICOS



VENTILACION



ANALISIS DE AIRE



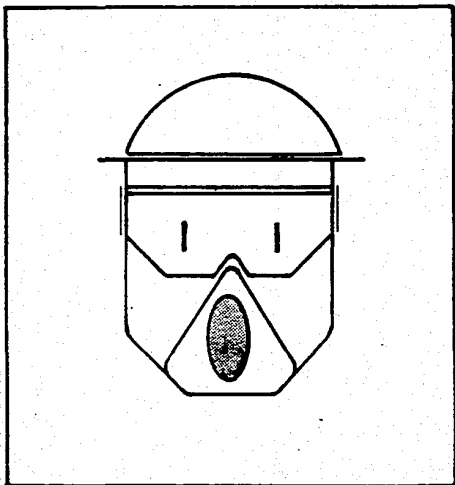
NO TIRAR BASURA

de disolvente orgánicos en la industria en general trae consigo varios riesgos, que pueden dividirse en dos grupos principales: la salud del personal y los peligros de incendio o explosión, cuando se trata de disolventes orgánicos inflamables, que es lo frecuente en la mayoría de los casos.

No sólo debe procurarse evitarse la intoxicación aguda, sino también los peligros de la intoxicación crónica producida por el constante contacto del obrero con el disolvente líquido o vaporizado. A fin de evitar o disminuir todo lo posible la riqueza en vapores de disolvente de la atmósfera, la moderna higiene industrial exige, bien trabajar con recipientes herméticamente cerrados, con lo cual se evita el paso de sus vapores a la atmósfera, o emplear una poderosa ventilación, que, al renovar frecuentemente el aire, impida se formen concentraciones gaseosas que ofrezcan peligro para la salud del obrero.

Debe limitarse, a toda costa, la existencia de zonas inventiladas en las cuales, por acumulación de vapores nocivos, se pueda obtener una elevada concentración de productos tó

xicos. Para que una ventilación sea efectiva, debe renovarse completamente el aire del local 15 veces hacerse por hora, sin olvidar -- que la eliminación del aire viciado debe hacerse a un nivel lo más bajo posible y no por el techo de la fábrica, dado que todos los vapores de los disolventes orgánicos, como ya se ha indicado, son más pesados que el aire.



USO EQUIPO ADECUADO

Debe también vigilarse extremadamente la limpieza en dichos locales, pues con gran frecuencia los obreros abandonan en el suelo algodones o trapos intensamente impregnados en disolventes, los cuales son fuente constante de emanaciones tóxicas. Recordemos a este caso las clásicas intoxicaciones mercuriales -- que se producen en las fábricas que manipulan el mercurio, no obstante la baja tensión de vapor del mismo, producidas por las pequeñas gotitas existentes en el suelo.

La intolerancia del organismo humano es muy distinta frente a los diversos disolventes orgánicos, y por ello suelen darse casos en que aún trabajando con productos poco tóxicos se producen graves intoxicaciones, aunque la regla general es la de extremar las precau

ciones a medida que la toxicidad del disolvente es mayor; p. ej., en una fábrica de acetato de etilo no se deberá ser tan exigente como en otra en que se fabrique, purifica o manipule con benceno. Bastan 10 g de benzol comercial por metro cúbico de aire para hacer peligrosa una atmósfera en la que se respira durante una hora; pero si esta riqueza se eleva a 64 g por metro cúbico, es mortal a los cinco o diez minutos de respirarla. Existen obreros hipersensibles, que aún a la dosis de 0,32 g por metro cúbico ya experimentan síntomas de intoxicación, no obstante ser dicha dosis la tercera parte del límite de percepción del olor en sus mezclas con el aire.

Se recomienda efectuar periódicamente análisis del aire en los locales donde se manipulan disolventes orgánicos; pero esta determinación no es siempre fácil, y por ello deben exigirse las medidas higiénicas destinadas a la purificación y ventilación del local, mejor que determinar por análisis la concentración del disolvente en la atmósfera.

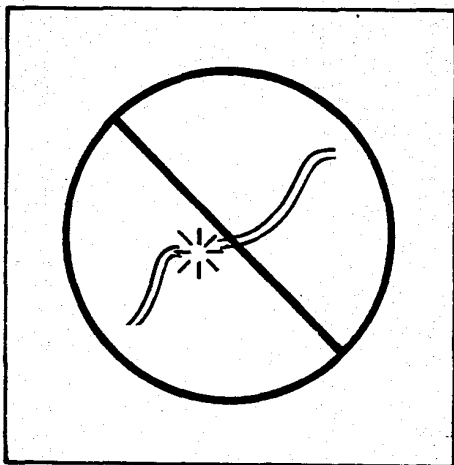
Quedan, finalmente, por prever los casos de accidentes fortuitos, como rotura de una tu-

berfa o un aparato, casos en los que, además de los peligros de incendio o de explosión -- que más adelante indicaremos, surgen los graves peligros de intoxicaciones agudas producidas por la absorción masiva de vapores del disolvente.

El empleo de las caretas o de los aparatos autoprotectores está indicadísimo en estos casos. Dichos aparatos deberán ser obligatoriamente colocados en los lugares altamente peligrosos, para prevenir los citados accidentes, e igualmente deberá exigirse el trabajo continuo con careta o autoprotector en todos aquellos lugares de la fábrica donde, por los motivos que fuere, no pueda realizarse una perfecta ventilación del local.

De la misma gravedad que los riesgos de intoxicación son los de incendio cuando se emplean disolventes orgánicos combustibles. Además de la orden terminante de abstenerse de fumar, que deberá ser cumplida con la más rigurosa obediencia, es necesario tomar ciertas disposiciones de seguridad que eviten todo peligro de iniciación del incendio; p. ej., las instalaciones eléctricas serán estancas; las-

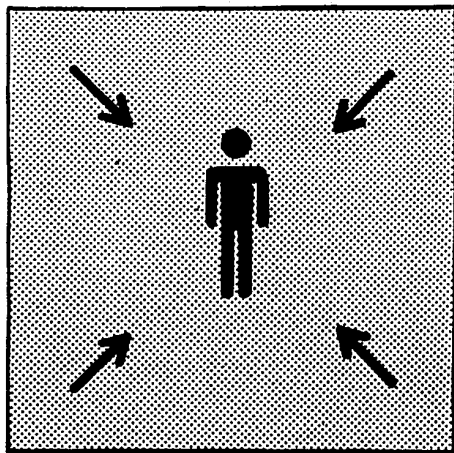
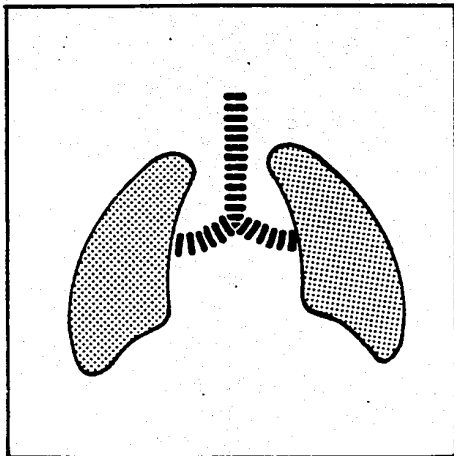
lámparas eléctricas deberán estar protegidas por dobles globos de vidrio, a fin de evitar la sobrecalentación local, y en muchos casos será preferible el empleo de un alumbrado exterior. Los motores, que puedan dar lugar a la formación de chispas, estarán colocados fuera del local cerrado, e igualmente se conectarán con tierra todos los aparatos metálicos, a fin de evitar la acumulación de electricidad estática.



NO PROVOCAR CHISPAS

La obra de la fábrica y los muros deberán construirse con material incombustible, y en el interior de aquella, y con profusión, se colocarán aparatos automáticos apagafuegos de naturaleza apropiada al disolvente que se emplea. El empleo de anhídrido carbónico o del tetracloruro de carbono como igníficos sólo es aconsejable en pocos y determinados casos.

No deben olvidarse tampoco los numerosos accidentes producidos durante la limpieza o reparación de las cisternas o depósitos de disolventes orgánicos. Como, a veces, dichos recipientes se encuentran bajo tierra, la atmósfera que los rodea está fuertemente concentrada de esos vapores, y la aireación o ventila-



ción de los mismos es muy difícil de conseguir, por lo cual se producen, desgraciadamente multitud de accidentes, lo mismo de intoxicación que de incendio o de explosión, cuando los obreros visitan dichos depósitos. Sólo -- existe un método absolutamente seguro de evitar estos accidentes, que consiste en llenar completamente de agua el depósito y después vaciarlo.

d) Toxicidad de los disolventes.- Este tema presenta notable interés en la práctica, - pues, además del amplio uso que hoy día tienen los disolventes orgánicos, y, por tanto, - el muy numeroso grupo de obreros que con -- ellos manipulan, la aparición continúa de nuevos disolventes orgánicos pertenecientes a -- distintas familias químicas crea continuamente nuevos problemas de toxicidad o intolerancia que precisan un detenido estudio de lo -- que pudiéramos llamar higiene de los disolventes orgánicos.

La intoxicación, generalmente, se produce por dos vías de introducción en el cuerpo humano; por los pulmones o por la piel. Los disolventes orgánicos, en general, muy voláti--

les, crean rápidamente, en las proximidades de los lugares donde con ellos se manipula, atmósferas ricas en dichos compuestos, en las que - forzosamente ha de respirar continuamente el obrero. Igualmente, cuando las manos del trabajador manipulan con estos líquidos, hay posibilidad de intoxicación por vía cutánea, hecho perfectamente demostrado multitud de veces, como, por ejemplo, cuando se manipula plomo-tetraetilo en solución en gasolina, dicho compuesto organometálico se absorbe muy fácilmente por la piel y da lugar al clásico fenómeno de intoxicación saturnina.

Desde el punto de vista cuantitativo, hay que distinguir dos clases de intoxicación: la aguda y la crónica. Los síntomas de ambas intoxicaciones son, en general, muy diferentes, y aunque parezca paradójico, suelen ser muchos - más graves de combatir estas últimas que las primeras; de ahí la gran importancia que tiene la higiene de los disolventes orgánicos en las fábricas donde se manipulan estos cuerpos.

La toxicidad de los disolventes depende estrechamente de su constitución química. En general, los alcoholes y las acetonas suelen ser

muchos menos tóxicos que los derivados halogenados o los hidrocarburos aromáticos.

Según Smith, los disolventes orgánicos -- pueden clasificarse, por su toxicidad creciente, de la siguiente forma:

Acetato de etilo → acetato de amilo →  
→ acetato de butilo → gasolina → esencia  
de trementina → xileno → tolueno y metanol.

Pero según otros autores, los ésteres acéticos son bastante tóxicos, y los ftalatos - irritan frecuentemente la conjuntiva y producen inflamación de las vías respiratorias. - Los derivados halogenados suelen ser siempre muy tóxicos.

Los disolventes orgánicos se pueden clasificar, desde el punto de vista de su peligrosidad, en los siguientes grupos o categorías:

1.- Grupo del petróleo y sus derivados, - con menos del 10% de hidrocarburos bencénicos, en general inocuos (solamente una intoxicación masiva puede ser peligrosa).

2.- El tri y el percloroetileno, de acción narcótica intensa y productores de dermatitis.

3.- El tetracloruro de carbono y el pentacloroetano, de efectos tóxicos mucho menos - - acentuados.

4.- El grupo del tolueno, xilenos y, en general, las mezclas con más de 50% de hidrocarburos aromáticos, de manejo peligroso, precisando un equipo técnico apropiado.

5.- Los tetracloroetanos y bencenos, de su ma toxicidad, que precisen un perfecto aislamiento de sus vapores.

Examinemos ahora separadamente los distintos disolventes orgánicos, según la familia orgánica a que pertenezcan.

#### HIDROCARBUROS Y SUS DERIVADOS

1.- Hidrocarburos alifáticos.- Los hidrocarburos grasos saturados prácticamente pueden considerarse como no tóxicos, pero los polimetilénicos poseen cierta toxicidad (esencia de trementina). El contacto prolongado con los va

pores de petróleo conduce a una anemia del individuo, y cuando dichos vapores son absorbidos en concentraciones elevadas, pueden dar lugar a la pérdida del conocimiento, convulsiones y, excepcionalmente, la muerte. Pero, en general, basta desplazar al aire libre al intoxicado para que rápidamente se recobre. - Desde el punto de vista higiénico, los hidrocarburos alifáticos, tipo gasolina ordinaria, son muy débilmente tóxicos, pero no debemos olvidar que cuando se mezcla con plomo-tetraetilo constituye un veneno peligroso.

2.- Hidrocarburos aromáticos.- Todos los disolventes orgánicos pertenecientes a este grupo son venenos específicos del sistema nervioso, y también venenos hemáticos que por intoxicación crónica pueden conducir a trastornos irreparables.

A medida que aumenta su peso molecular de crece la toxicidad; por eso el benceno es mucho más tóxico que el tolueno, y éste, más -- que el xileno. En estado impuro son todavía -- más tóxicos, y así el benzol bruto es particularmente nocivo a causa del ciclo pentadieno que contiene.

Los primeros síntomas de la intoxicación - bencénica crónica son dolor de cabeza, laxitud, vértigos, etc. La borrachera benzólica obedece casi siempre a las impurezas del benceno y no al benceno mismo. Una atmósfera que contenga -  $24 \text{ g/m}^3$  de benceno es peligrosa después de media hora, y si su riqueza llega a  $64 \text{ g/m}^3$  es - mortal después de cinco minutos de respirarla; pero en ciertos individuos sensibles, pueden - bastar dosis inferiores a  $1 \text{ g/m}^3$  para provocar transtornos.

3.- Hidrocarburos halogenados.- Este grupo de disolventes, cada vez más empleado en la -- técnica moderna, a causa de su ininflamabili-- dad, es, sin embargo, altamente peligroso, - - pues en él se encuentra un gran número de di-- solventes tóxicos y narcóticos. A continuación damos las características de los principales:

a) Cloruro de Metileno.- Narcótico poderoso, que aunque menos activo que el cloroformo, puede actuar sobre el hígado y los riñones, - provocando importantes alteraciones. Su gran - volatilidad es causa de que fácilmente, cuando se maneja este disolvente, se obtengan atmósfe-- ras con concentraciones narcóticas o tóxicas.

b) Tetracloruro de carbono.- Aunque, se-- gún muchos autores, es poco tóxico, está pro-- bado que es irritante de las mucosas. La into-- xicación crónica se caracteriza por delgadez, alteraciones de la visión y del hígado y de - los riñones.

c) Dicloroetano.- Es casi tan narcótico - como el cloroformo y provoca vómitos y dia-- rreas. Además, sus vapores son ligeramente -- irritantes.

d) Tetracloroetano.- Es, seguramente, el-- más peligroso de todos los disolventes clora-- dos. Su acción narcótica es análoga a la del-- cloroformo, aunque su dosis tóxica es cuatro-- veces menor. Se fija selectivamente en el hí-- gado, y la inhalación prolongada de sus vapo-- res es causa de la pérdida del apetito, náu-- seas y vómitos. Por ello, el empleo del tetra-- cloroetano como disolvente está prohibido en-- la legislación sanitaria vigente de muchos -- países.

e) Tricloroetileno.- Igualmente nocivo y-- narcótico como el anterior, aunque, desde el-- punto de vista cuantitativo, su acción tóxica



sea menos intensa. El producto técnico posee una acción paralítica específica sobre el triángulo, y la inhalación de sus vapores en pequeñas concentraciones provoca una especie de borrachera característica.

f) Percloroetileno.- Narcótico, pero menos intenso que los anteriores. Algunos lo consideran como el derivado clorado menos tóxico de esta serie; pero dicha apreciación es discutible.

g) Clorhidrina del glicol.- Tóxico específico del sistema nervioso, sumamente peligroso por lo débil de su olor, que a la larga provoca alteraciones de diversos órganos internos, especialmente en el corazón.

h) Clorobenceno.- Para algunos, más tóxico aún que el propio benceno, y para otros, menos intenso. Ejerce irritación sobre la piel y puede provocar eczemas.

#### ALCOHOLES

Metanol.- Es el más tóxico de todos los alcoholes, lo mismo por inhalación que por absorción cutánea. Se elimina del organismo con - -

gran dificultad, y probablemente por un mecanismo oxidante, transformándose primero en formol y luego en ácido fórmico. Ataca a los centros nerviosos y provoca graves alteraciones en los ojos, pudiendo llegar éstas hasta la ceguera total.

Toda esta sintomatología está particularmente acentuada cuando el metanol se ingiere por vía bucal. La dosis límite tolerable en el aire de las fábricas es del orden de 0,5-1 g/m<sup>3</sup>.

Etanol.- Mucho menos tóxico que el alcohol metílico.

Otros alcoholes.- Los vapores de alcoholes de peso molecular elevado, como el butílico, amílico, etc., poseen acción irritante sobre las mucosas, pero su toxicidad es mínima.

#### ETERES, CETONAS, ESTERES, ETC.

Eteres.- Aparte del éter ordinario, cuyos efectos narcóticos son bien conocidos, los demás éteres empleados como disolventes son ligeramente tóxicos, y la exposición prolongada

a sus vapores causa trastornos en el hígado y en los riñones. El dioxano, p. ej., ha causado notables accidentes.

Cetonas.- En general, las cetonas son poco tóxicas; la acetona ordinaria es ligeramente narcótica y sólo a fuertes concentraciones sus vapores pueden causar irritaciones en los ojos y en la garganta. El límite de toxicidad crónica de los vapores de la acetona es de  $10 \text{ g/m}^3$ .

Esteres.- Los ésteres fórmicos y los metílicos son los más tóxicos; los formiatos poseen una acción paralizante sobre el sistema nervioso y también son irritantes de las mucosas. Los acetatos son mucho menos tóxicos, en la práctica pueden considerarse inocuos. Una excepción a esta regla es el acetato de butilo, cuyo efecto narcótico y acción irritante es bien notoria.

Respecto al sulfuro de carbono, debemos recordar que, además de producir efectos narcóticos, provoca la parálisis del sistema nervioso central, con posible paralización del sistema respiratorio; la inhalación prolongada de sus vapores produce los síntomas clásicos de fati-

ga, dolor de cabeza y vómitos, seguidos más tarde de parálisis.

El valor límite de su toxicidad es de  $0.01 \text{ g/m}^3$ , o, lo que es lo mismo, es 1000 veces más tóxico que la acetona. Debe considerarse este disolvente como un producto muy peligroso, desde el punto de vista de la salud pública.

## Legislación y Reglamentación de los Solventes

En años recientes, en E.U.A., la industria de pinturas ha estado sujeta a nuevas leyes y reglamentos. Muchos de estos reglamentos conciernen con el medio ambiente, incluyendo el uso de materiales tóxicos tales como el uso de Plomo y de Mercurio, y la contaminación del agua y de la atmósfera.

El plomo, como muchos metales pesados, es tóxico cuando se inhala o se digiere en grandes cantidades. La evidencia de niños envenenados por comerse astillas de pintura de pisos, mostró que era causada por pinturas que contienen plomo en cantidad de 50% que habfan sido aplicadas 30 años antes, cuando esa era la tecnología existente que usaba Albayalde como pigmento primordial. A la fecha, los reglamentos sobre uso de mercurio no han podido terminarse, la industria de pinturas utiliza, como práctica general, niveles de mercurio de hasta 0.2% en pinturas para uso exterior y de hasta 0.02% en pinturas para interior, utilizados como compuestos orgánicos de mercurio en forma de sales como preservativos para prevenir la acción bacteriana dentro del envase de pinturas emul-

sionadas y para prevenir la formación de hongos en la película seca de pintura.

La agencia para la protección del medio ambiente (EPA) en E.U.A. ha establecido estándares nacionales sobre la calidad del aire. Los lineamientos federales que más conciernen a la industria de pinturas y a sus clientes (usuarios), involucra en la reducción de las emisiones de disolventes y otros compuestos orgánicos a la atmósfera.

En México se realizó el convenio de concentración de acciones, celebrado por conducto de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y de Desarrollo Urbano y Ecología, por otra parte, la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación y la Asociación Nacional de Fabricantes de Pinturas y Tintas, A.C., para colaborar en la reducción de la contaminación ambiental que producen los disolventes orgánicos contenidos en las pinturas y en las tintas, así como en la eliminación gradual de materiales que contienen Plomo o Alcohol Metílico.



Declaraciones.-

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial declara que: De conformidad con el artículo 34 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, entre sus atribuciones tiene la de formular y conducir las políticas generales de la industria y comercio interior, abasto y precios del país. La prohibición de algunos solventes ha dado por consecuencia el uso de solventes más sofisticados, caros y difíciles de conseguir, lo que obliga al cuidado de estos, para mantener sus costos.

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología declara que: De conformidad con el artículo 37 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, tiene entre sus atribuciones la de formular y conducir la política general de ecología; establecer los criterios ecológicos para preservar la calidad del medio ambiente; determinar las normas que aseguren la conservación de los ecosistemas fundamentales para el desarrollo de la comunidad. La recuperación de solventes contribuye en gran medida a reducir la contaminación del medio ambiente.

La Asociación Nacional de Fabricantes de -

Pinturas y Tintas, A.C., junto con "LA SECOFI" "LA SEDUE" y "LA CANACINTRA", convienen en sujetarse a lo siguiente: reducir la emisión de contaminantes provenientes de los disolventes orgánicos para reducir materiales que contienen Plomo y alcohol metílico.

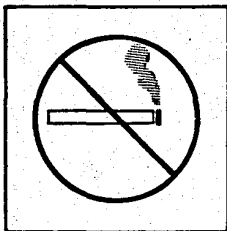
Otro punto muy importante es el desarrollar procesos más rápidos de producción y envasado (reducción de la estancia de los lotes en los tanques de producción al descubrimiento).

Reducir el almacenamiento de disolventes en tambores, procurando almacenarlos en tanques fijos.

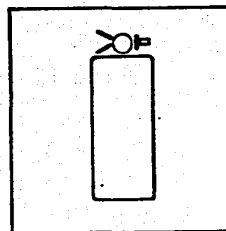
Reducir o evitar el almacenamiento por largo tiempo de tambores, con el fin de lograr la recuperación del solvente por decantación.

Tapar todos los recipientes.

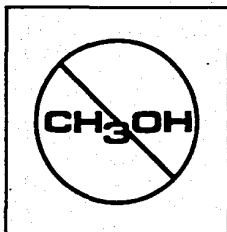




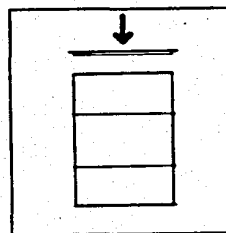
NO FUMAR



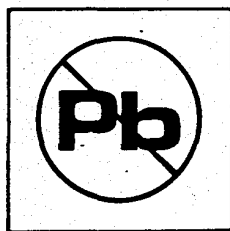
EXTINGUIDOR



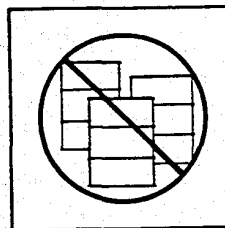
NO USAR ALCOHOL METILICO



TAPAR RECIPIENTES



NO USAR PLOMO



NO ALMACENAR



## Hidrocarburos, Características y Propiedades

Eter de petróleo.- Este disolvente está -- constituido por las fracciones más volátiles - que se obtienen en la destilación del petróleo.

El producto comercial casi siempre, es de suficiente pureza para usos industriales.

El intervalo de destilación del éter de petróleo debe estar comprendido entre 40 y 60°. Una aplicación para la cual está muy indicado este disolvente es para la limpieza en seco; - pero los peligros de incendio o explosión son tan grandes, que su empleo es prácticamente im posible.

Hexano.- Comercialmente, se designa con este nombre una mezcla del 75% de hexano normal y 25% de metilciclopentano, sin olefinas. Es - un disolvente general insoluble en agua y soluble en éter, cloroformo, etc.

También se conoce un producto "mezcla de - hexanos", de composición variable en isómeros, que destila entre 49° y 77°. Los mismos usos - que el anterior.

Los datos de temperatura están considerados en °C.

Gasolina.- Esta fracción de los productos de cabeza de la destilación del petróleo, aun que se aplica principalmente como carburante - en los motores de explosión, también puede, - en determinados casos, constituir un buen disolvente orgánico. Químicamente está consti-- tuida, en su mayor parte, por una mezcla de - hexanos y heptanos. Su intervalo de destila-- ción se encuentra entre 60-120°.

En el comercio se presenta un tipo de gasolina, llamada sustitutivo del aguarrás, muy empleada como disolvente y diluyente.

Octano.- Corresponde al octano normal, - hidrocarburo graso y saturado, empleado como disolvente, diluyente, medio de reacción, -- etc. Líquido incoloro de olor a gasolina, in soluble en agua, muy poco soluble en alcohol, pero soluble en éter y en todos los hidrocarburos aromáticos.

Keroseno.- Corresponde a la fracción de - destilados del petróleo, cuyo punto de ebulli-- ción está comprendido entre 150 y 250°.

Además de los productos indicados, exis--

ten en el mercado diversas mezclas de hidrocarburos grasos de características intermedias, - como, p. ej., las llamadas naftas de diversos tipos, cuyo intervalo de destilación está comprendido entre 100-160°.

Benceno.- El benceno bruto, que comercialmente recibe el nombre de benzol, no es una especie química pura, sino una mezcla de benceno con mayores o menores cantidades de impurezas, a base principalmente de sus homólogos superiores de la serie, tales como el tolueno, xileno, etc., así como impurezas sulfuradas: tiofeno, - sulfuro de carbono, etc. También puede contener piridina y acetonitrilo, todas las cuales le comunican ese olor pesado, desagradable y - característico del producto comercial.

La técnica de los disolventes suele precisar un producto relativamente puro. Existen diversas especies comerciales que reciben el nombre de benzol de 50%, benzol puro 100%, extra-puro y cristalizabile.

La gran volatilidad del benceno y la inflamabilidad de sus vapores, así como su elevada toxicidad, hacen que su empleo sea peligroso -

por los riesgos de incendio, explosión y toxicidad. Una mezcla de aire y vapores de benceno es detonante cuando su contenido en dicho disolvente está comprendido entre 1,4 y 4.7%. El benceno arde con llama fuliginosa, característica de los hidrocarburos aromáticos; prácticamente, es insoluble en el agua.

El benceno es miscible, en todas propiedades, con la mayoría de los disolventes orgánicos, y produce mezclas azeotrópicas. De aquí que sea muy interesante recordar este dato -- cuando se trate de recuperar dicho solvente - por destilación.

Es un disolvente muy empleado en la industria del caucho y, no obstante su elevada toxicidad, pues es un verdadero veneno hemático, en muchas industrias es insustituible. Como ya hemos indicado antes, existen varios tipos de bencenos comerciales. El producto llamado benceno cristalizabile corresponde a la especie química casi pura, con peso específico -- 0,862; punto de ebullición fijo, 80-81°, y residuo de destilación inferior al 0,01%.

El benzol de 90°, es decir, el tipo co---

rriente de benceno comercial, debe destilar, - antes de 100°C, el 90% de su peso; su índice - de refracción es 1,497 a 25%.

Tolueno.- Como el benceno, se separa de -- los aceites ligeros del alquitrán de hulla y - de los productos obtenidos en el desbenzolado - del gas del alumbrado, etc. Sus propiedades co - mo disolvente son muy parecidas a las del ben - ceno, pero presente sobre él la ventaja técni - ca de ser menos volátil y, sobre todo, mucho - menos tóxico, no obstante poseer una acción -- narcótica evidente.

El tolueno tiene un olor agradable; pero - como el benceno comercial, y debido particular - mente a sus impurezas sulfuradas, el producto - comercial posee un olor poco agradable.

Es un buen disolvente de las resinas, la - cas, gomas, algunos éteres celulósicos, etc., - y mezclado con alcohol y activado por la adi - ción de mínimas cantidades de otros disolven - tes, constituye un producto muy empleado en la industria de la nitrocelulosa.

Es miscible con casi todos los disolventes

orgánicos corrientes.

Técnicamente, es difícil obtener tolueno - puro, y no debe olvidarse que tiene la propie - dad, como la esencia de trementina, de hacer - activo el oxígeno atmosférico.

Con el nombre comercial de Sustitutivo -- del tolueno, se ofrece en el comercio, sobre - todo de origen americano, una mezcla de octa - nos derivada del petróleo que en nada se pare - cen al hidrocarburo aromático tolueno, son hi - drocarburos grasos.

Las principales aplicaciones de este sus - titutivo son como diluyente, disolvente de -- productos bituminosos, caucho, etc., y como - decapante.

Xilenos.- El producto comercial obtenido - en la destilación de los aceites ligeros de - alquitrán de hulla. Industrialmente se llama - xilol o xiloles.

El xileno comercial, contiene generalmen - te impurezas, tales como el tolueno, etilben - ceno, trimetilbenceno y seudocumeno. Desde -



el punto de vista de sus cualidades como disolvente, estas impurezas no tienen gran importancia, pero en lo relativo a su punto de inflamación, la presencia de ciertas cantidades de tolueno disminuye dicha constante, haciéndolo -- más peligroso; por el contrario, la presencia de cumeno como impureza pesada provoca una --- gran disminución de su velocidad de evapora--- ción, lo cual, en determinados casos, puede -- ser útil.

El poder disolvente del xileno es comparable al del tolueno, aunque se advierte siempre una menor solubilidad, debida al aumento del peso molecular. Cuando se desee emplear un disolvente poco volátil, el xileno reemplaza al benceno y tolueno.

El xileno, como el tolueno, inhalado a -- grandes dosis, posee un efecto narcótico acen-- tuado, pero no tiene la toxicidad del benceno.

Es insoluble en el agua y poco soluble en los disolventes.

Con el nombre de bencina de tintoreros, - existe en el comercio un xileno técnico que -

tiene aplicación en las tintorerías.

Disolvente nafta.- Con este nombre se designa técnicamente una gran cantidad de mezclas con características totalmente distintas; ya hemos indicado, al hablar de los hidrocarburos grasos, un grupo de disolventes llamados nafta, cuyo intervalo de destilación estaba comprendido entre 100 y 160°, pero el verdadero nombre de nafta, o, mejor dicho, de disolvente nafta, se aplica a ciertas fracciones de la destilación del alquitrán de hulla, ricas en hidrocarburos aromáticos. En el comercio suelen circular dos tipos de disolventes nafta: el llamado ligero y el llamado pesado. El primero está constituido, generalmente, por mezclas de tolueno, etilbenceno, xileno y propilbenceno. El pesado contiene pseudocumeno, mesitileno, etilparaxileno, hidrocarburos naftalénicos, etc.

El disolvente nafta de calidad ligera se emplea para disolver gomas, resinas sintéticas, caucho, éteres celulósicos, etc. y el disolvente nafta pesado, para todas las aplicaciones en las cuales se precisa una volatilidad mínima.

Cimeno.- Es un diluyente de punto de ebullición elevado, muy empleado en la fabricación de barnices y pinturas. Además, es un excelente disolvente de las resinas y aceites.

Estireno.- Disolvente algo empleado en la industria del caucho, también se suele utilizar como plastificante. Cuando se calienta se polimeriza y transforma en un producto sólido.

Dipenteno.- Este hidrocarburo suele encontrarse en los aceites esenciales volátiles; generalmente se le separa de ciertas variedades de la esencia de trementina por destilación fraccionada.

Es un líquido incoloro, con olor que recuerda al de la esencia de limón, insoluble, en agua, pero muy soluble en alcohol, éter, etc.

El dipenteno es un buen disolvente de la mayor parte de las resinas, ceras, caucho y ciertas baquelitas y gliptales, pero no disuelve los ésteres de la celulosa. Se emplea corrientemente para aromatizar muchos disolventes.

Muy empleado por ser un buen disolvente de resinas, y que forma parte de la composición de algunas lacas especiales.

Esencia de trementina.- Con este nombre y el de aguarrás se designa una gran variedad de productos obtenidos, bien por destilación con arrastre de vapor de agua de las mieras de pino y también de la destilación seca o con vapor de la madera de pino. Generalmente, se presenta como un líquido muy móvil, incoloro o ligeramente coloreado de amarillo.

La esencia de trementina ha sido hasta hace poco tiempo uno de los disolventes más empleados en la industria de las pinturas; su consumo es extraordinario, y además, se emplea técnicamente como materia prima para la fabricación del alcanfor sintético. Su olor agradable, que se va modificando a medida que envejece, su miscibilidad con casi todos los disolventes usuales y su gran poder disolvente múltiple para los aceites, grasas y resinas, hace que este producto haya sido, y aún en la actualidad sea, uno de los más empleados por sus múltiples aplicaciones.

En los ensayos, lo mismo industriales que de laboratorio, y cuando se opera con esencia de trementina oxidada, debe conducirse la destilación con gran cuidado, sobre todo al final de la operación, pues la posible presencia de peróxidos puede ser causa de la producción de explosiones.

Con el nombre de Mercosol 80, circula en el comercio, procedente de Estados Unidos, un disolvente a base de aguarrás, otros terpenos y cetonas terpénicas, muy empleado en la industria de las pinturas, barnices y lacas. Líquido muy poco soluble en agua, con un intervalo de destilación de 176°-262° y peso específico variable a 20°, entre 0,895 y 0,905.

Aceite de pino.- Obtenido por destilación de las llamadas agujas de pino, se emplea como disolvente de ciertas resinas naturales y derivados celulósicos.

Mezclado con los alcoholes, el poder disolvente del aceite de pino se aumenta, y en esta forma tiene numerosas aplicaciones en la fabricación de pinturas, barnices y lacas. También se aplica en la industria del caucho.

Aceite de resina.- Con este nombre se designan ciertas fracciones volátiles obtenidas por destilación seca de la colofonfa. Su aplicación principal es la fabricación de pinturas y en la industria del caucho.

Ciclohexano.- Sus propiedades son bastante semejantes a las del benceno; es un líquido móvil, de olor más agradable que el benceno, y que recuerda algo al tetracloruro de carbono.

El ciclohexano, menos tóxico que el benceno, tiene una pequeña acción irritante sobre la piel, por lo que debe ser manipulado con precaución.

Debido a su elevado precio, muy superior al del benceno, sus aplicaciones están restringidas; pero sus excelentes propiedades disolventes le hacen figurar a la cabeza de estos productos.

Metilciclohexano.- Se encuentra en la naturaleza como componente normal de algunos petróleos rusos.



Sus propiedades son muy semejantes a las - del ciclohexano, desde el punto de vista de -- agente solubilizante.

Tetrahidronaftaleno.- Es un líquido incoloro, insoluble en el agua, pero soluble y miscible con la mayoría de los disolventes usuales, cuando estos son anhidros.

Desde el punto de vista fisiológico, existen resultados inciertos acerca de su toxicidad, pues mientras para algunos autores es inofensivo, otros admiten que es ligeramente tóxico. Es un poderoso disolvente de los aceites, resinas, grasas, caucho, cumarona, asfalto, resinas, linolina, etc.

También posee una muy acentuada propiedad detergente, por lo que encuentra aplicaciones - emulsionado con jabones. Excelente disolvente del naftaleno, se ha empleado como agente lavador del gas del alumbrado para evitar las frecuentes obstrucciones en las cañerías.

Decahidronaftaleno.- Se presenta como un líquido inodoro, algo más volátil que la tetralina y de olor agradable. Insoluble en agua, -

en agua, es soluble en alcohol, éter, etc., y miscible con casi todos los disolventes orgánicos.

Decahidrodifenilo.- Producto sintético empleado como disolvente de elevado punto de ebullición, como dieléctrico y también como plastificante. Líquido de olor aromático característico, es casi insoluble en agua, muy poco soluble en alcohol metílico y miscible en todas proporciones con el alcohol, éter, acetona, benceno, etc.

Amilnaftaleno. Conocido con los nombres - de pentaleno 103, 95 y 92, es un buen disolvente del DDT y también empleado como líquido para baños de conducción calorífica. Cuerpo - neutro y no saponificable.

El producto técnico se presenta como un aceite viscoso de color ambarino. Es tóxico, insoluble en agua y soluble en éter, acetona, benceno, etc.

## Compuestos Sulfurados, Nitrados y Halogenados

Sulfuro de carbono.- Líquido de olor muy desagradable y rápidamente volatilizable, se obtiene sintéticamente por reacción entre el carbón y los vapores de azufre a altas temperaturas. Es un disolvente que, aunque muy empleado por su bajo precio, posee propiedades muy peligrosas, lo mismo desde el punto de vista higiénico que de su inflamabilidad. Los vapores de sulfuro de carbono son espontáneamente inflamables desde la temperatura de 150°, temperatura que, como es sabido, pueden alcanzar con facilidad las tuberías de vapor de agua recalentado.

El sulfuro de carbono, cuando es puro, posee un olor no desagradable; pero el producto comercial es siempre de olor repugnante, debido a las impurezas mercaptánicas que contiene.

Es un disolvente excepcionalmente eficaz del azufre, caucho, aceites vegetales, grasas, etc.

Desde el punto de vista fisiológico, sus vapores poseen una acción narcótica intensa y

pueden llegar a provocar la parálisis del sistema nervioso. La intoxicación crónica, provocada por la aspiración prolongada de muy pequeñas cantidades de este producto, puede producir trastornos muy graves.

Además del peligro de inflamación antes indicado, debe recordarse que los límites de explosividad de las mezclas de aire y del sulfato de carbono están comprendidos entre 1 y 50% en volumen. Cuando arde, el sulfuro de carbono da lugar a la formación de anhídrido sulfuroso, gas tóxico también. Sus llamas no pueden ser combatidas por el agua; es necesario el empleo de extintores a base de espuma.

Apenas soluble en agua, es miscible en todas las proporciones con el alcohol, éter, benceno y la mayoría de los disolventes orgánicos.

Nitroparafinas.- Pueden considerarse como disolventes de punto de ebullición medio, poseen un olor agradable y son excelentes disolventes de las ceras, gomas, aceites, resinas, ésteres celulósicos, materias colorantes, etc.

Desde el punto de vista fisiológico, son

peligrosos, habiéndose dado como cifra irritante del sistema nervioso central la dosis de -- 0.1% en el aire. No son estables y, sobre todo, por la acción del calor, pueden autoinflamarse.

Nitrobenceno.- Además de su gran empleo en la industria químico-orgánica de síntesis, se usa como disolvente de ciertos ésteres celulósicos y de bastantes productos orgánicos de la moderna industria de materias colorantes y de aceites. No debe olvidarse que es bastante tóxico.

Es un líquido amarillento de intenso olor a esencia de almendras amargas, prácticamente insoluble en agua, pero muy soluble en alcohol benceno, aceites, etc.

Diclorometano.- Llamado también cloruro de metileno, es un líquido incoloro, de olor étereo y muy volátil. El producto comercial nunca es puro y contiene pequeñas cantidades de cloruro de metilo y de cloroformo. Es ininflamable y no se hidroliza por la humedad. Se le -- considera como el disolvente clorado menos tóxico.

El ciclorometano, apenas soluble en el ---

agua (2% a 20°), es miscible con todos los disolventes corrientes y tiene un poder disolvente elevado para los aceites, grasas, resinas, alcaloides, caucho, etc.; además, no ataca a los metales normalmente empleados en las industrias de extracción. También disuelve la linolina y las pinturas viejas. Se le considera como uno de los disolventes más enérgicos; pero su uso encuentra dificultades en la técnica por su extremada volatilidad. También es buen disolvente del caucho y mezclado con alcohol disuelve el acetato de celulosa y la -- etilcelulosa.

Cloroformo.- Líquido incoloro muy denso, -- ininflamable, eficaz disolvente de las grasas, aceites, ceras, resinas, alcaloides, etc., pero de usos muy restringidos en la industria -- debido a su poder fuertemente anestésico.

Mezclado con el alcohol, constituye un disolvente aún más eficaz y es miscible con casi todos los disolventes usuales, excepto los que contienen en su molécula varios grupos hidróxilos. Puede dar lugar a la formación de -- distintas mezclas.

Tetracloruro de carbono.- Este es quizá, - de todos los disolventes clorados de síntesis, el más importante y de mayor consumo en la industria. Es un líquido incoloro, ininflamable, inexplorivo, de olor agradable y con un poder-disolvente muy acentuado para las grasas, aceites, etc.

Desde el punto de vista higiénico, sus vapores poseen una notable acción tóxica sobre - el organismo humano, por lo cual deben extremarse las precauciones higiénicas cuando se manipula con dicho disolvente.

Por la acción del agua o de la humedad, se hidroliza fácilmente; por esto, y debido a la formación de ácido clorhídrico, son corroídos los recipientes metálicos donde se le almacena abierto; en estado anhidro no se realiza esta-descomposición.

Algunas variedades de acetilcelulosa son - solubles en el tetracloruro de carbono, pero las nitrocelulosas son totalmente insolubles. Es un buen disolvente de la etilcelulosa, alquitrán, asfalto, caucho y diversos plásticos-sintéticos.

Mezclado con los alcoholes, constituye -- vos tipos de disolventes aún más eficaces que el propio tetracloruro de carbono. Su principal aplicación técnica es como agente de extracción de los aceites y grasas.

Dicloroetano.- Es un líquido incoloro, mólvil, de olor clorofórmico y algo tóxico. Casi insoluble en el agua, es muy soluble en el alcohol y miscible en todas proporciones con la mayoría de los disolventes orgánicos.

El dicloroetano es muy buen disolvente de los aceites, grasas, resinas y caucho.

Dicloroetileno.- Se presenta como un líquido móvil incoloro, algo tóxico. Es insoluble en agua, pero soluble en todas proporciones en el alcohol, éter y en la mayoría de los disolventes orgánicos. En frío es ininflamable, pero sus vapores calientes pueden arder, aunque con dificultad.

El dicloroetileno es un buen disolvente - de los aceites, ceras, resinas, acetato de celulosa, caucho, etc., y puede reemplazar en muchos empleos al éter ordinario, sobre el --

cual presenta la ventaja de su ininflamabilidad.

Tricloroetileno.- Se presenta como un líquido denso, incoloro, muy móvil, y con un olor que recuerda al del cloroformo. Insoluble en agua, es muy soluble en alcohol, éter y en la mayoría de los disolventes orgánicos. Es completamente ininflamable y, por tanto, sus mezclas con el aire no pueden dar lugar a explosiones. Su toxicidad no es mayor que la de la mayoría de los disolventes de su grupo.

Su poder disolvente, excepcionalmente poderoso para los aceites, hace que este producto sea cada vez más empleado como agente de extracción del aceite para la limpieza en seco, desengrasado de piezas metálicas, etc.

Su poder disolvente es máximo, no es inflamable, su velocidad de penetración es muy elevada, se separa fácilmente de la materia de extracción, se recupera con facilidad y con poco coste, pues sus calores latentes y específicos son pequeños, además su toxicidad es débil, y su punto de ebullición es el más apropiado para estas operaciones técnicas.

Tetracloroetileno.- Es también conocido con el nombre de percloroetileno. Líquido denso, no inflamable y de olor parecido al del éter ordinario. Desde el punto de vista fisiológico es un disolvente peligroso, pues posee a la vez acción narcótica y tóxica. Casi insoluble en el agua, es muy soluble en alcohol, éter, cloroformo, benceno, tetracloruro de carbono, etc. Es un disolvente de volatilidad baja.

Una propiedad muy interesante de este disolvente de síntesis es su solubilidad en los jabones líquidos, que puede llegar a alcanzar la cifra del 12%, y que fácilmente se consigue por agitación del producto en las soluciones jabonosas.

Dicloropropano.- Conocido también con el nombre de cloruro de propileno, es un disolvente cuyas propiedades son muy semejantes a las del cloruro de etileno. Prácticamente insoluble en agua, es muy soluble en alcohol, éter y miscible con casi todos los disolventes orgánicos. Difícilmente inflamable, bastante empleado como desengrasante y en la limpieza a seco.



Los límites de explosión de sus mezclas -- con el aire son: inferior, 3,4% a 25°; superior 14,5% a 100°.

Cloruro de butilo.- Se presenta como un líquido incoloro, con olor etéreo agradable. Es casi insoluble en el agua, pero soluble y miscible en la mayoría de los disolventes orgánicos; además, dado su precio elevado, su empleo está muy restringido. Más que como disolvente, se emplea como agente de extracción en determinados casos (ceras, grasas, aceites, etc.)

Cloruro de amilo.- Los cloropentanos que la industria ofrece son los siguientes: Cloruro de amilo normal; Cloruro de isoamilo; 3 Cloropentano; 2 Cloropentano y propano.

El producto comercial, conocido con el nombre de cloruro de amilo, es un líquido de olor agradable, insoluble en el agua, difícilmente inflamable, con buenas propiedades disolventes para los aceites, grasas, resinas, caucho, etc. cuando se destila a la presión ordinaria, sufre pequeñas descomposiciones. Existe en el mercado el cloruro de amilo normal que destila entre 102 y 110°.

Dicloropentano.- Líquido incoloro o ligeramente amarillento, insoluble en agua, pero muy soluble en alcohol metílico, éter acetona, benceno, gasolina y acetato de etilo.

Disolvente general de aceites, grasas, -- ceras y resinas, se emplea también en las industrias de pólvoras sin humo, insecticidas, etc.

Clorobenceno.- Llamado también cloruro de fenilo, es un líquido incoloro, móvil, -- muy refrigente, inflamable, de olor agradable. Sus vapores poseen un ligero efecto narcótico, pero su toxicidad es menor que la -- del benceno.

El clorobenceno es miscible con la casi totalidad de los disolventes orgánicos. Su resistencia a los agentes hidrolíticos es -- muy grande. Es insoluble en el agua y no ataca los recipientes metálicos que lo contienen.

Diclorobenceno.- Es un líquido incoloro, de olor aromático, estable, prácticamente -- ininflamable, aunque puede arder cuando se --

calienta previamente; de propiedades disolventes muy intensas, sobre todo para la acetil celulosa, aceites, grasas, etc. Una propiedad característica de este disolvente es que su eficacia como agente de extracción de los aceites y grasas no es disminuida en presencia del agua. Además posee una intensa acción insecticida, por lo que ha sido empleado a veces con este fin.

Insoluble en agua y muy poco soluble en alcohol, es muy soluble en éter, benceno y tetracloruro de carbono. Miscible con la mayoría de los disolventes orgánicos.

Triclorobenceno.- Buen disolvente de grasas, aceites, resinas, ceras, materias colorantes oleosolubles, etc., es también empleado como aditivo a ciertos aceites lubricantes.

Líquido de olor característico, móvil, insoluble en agua, soluble en alcohol, éter, benceno y tetracloruro de carbono, y miscible con los aceites y la mayoría de los disolventes orgánicos.

Clorotolueno.- Líquido incoloro, de olor -

clorofórmico, es un buen disolvente del caucho, resinas sintéticas, etc. Insoluble en agua, es miscible con la mayoría de los disolventes orgánicos.

Cloronaftaleno.- Es un líquido incoloro, muy móvil, con olor que recuerda al hidrocarburo de que procede; prácticamente es insoluble en el agua y miscible con todos los disolventes corrientes. Su poder disolvente es muy elevado, sobre todo para los aceites, grasas, ceras, resinas, hidrocarburos policíclicos, parafinas, caucho, etc.

Es suficientemente estable y carece de acción corrosiva sobre los metales.

No se altera por la acción del calor y puede emplearse incluso como plastificante de determinados compuestos.

Clorhidrina del glicol.- Es un líquido incoloro, de olor suave y agradable. Muy soluble en el agua.

Desde el punto de vista fisiológico es tóxico, ya que actúa sobre el sistema nervioso,

riñones, etc.

En el comercio circula un producto con el nombre de clorhidrina anhidra, cuyo intervalo de destilación es de 126-132°.

Clorhidrina de la glicerina.- Es soluble en el agua y miscible con casi todos los disolventes orgánicos, excepto con los hidrocarburos; no disuelve los aceites vegetales, pero sí el acetato de celulosa y ciertas resinas.

Diclorhidrina de la glicerina.- Es un líquido incoloro, algo viscoso, cuyo olor recuerda al del cloroformo; poco estable frente a la humedad y que se oscurece por la acción del tiempo; se altera por ebullición y es miscible con casi todos los disolventes, excepto los hidrocarburos grasos y la esencia de trementina. Se emplea en las industrias del celuloide, fotografía, pinturas, barnices, etc.; disuelve el abietato de bencilo, gomas, resinas, etc.

Epiclorhidrina.- Es un líquido incoloro, muy móvil, de olor clorofórmico y con ligera acción narcótica, pero débil toxicidad. Aunque es un poderoso disolvente, su inestabilidad

frente al agua limita enormemente sus posibilidades. Es insoluble en agua y en los hidrocarburos del petróleo, muy soluble en alcohol éter y en la mayoría de los disolventes orgánicos.

Bromocloroetano.- Casi insoluble en agua, es miscible en todas proporciones con casi todos los disolventes orgánicos. Es un líquido aromático, de olor clorofórmico, bastante volátil y no inflamable.

Dibromoetano.- Es tóxico, de olor clorofórmico, insoluble en agua, muy soluble en alcohol y miscible en todas proporciones con la mayoría de los disolventes orgánicos. Buen disolvente del celuloide, grasas, gomas, aceites, resinas y ceras.

Bromobenceno.- No obstante su elevado precio, en relación con los disolventes clorados, es empleado como disolvente para ciertas operaciones. Líquido móvil, de olor aromático característico, insoluble en agua, pero soluble en casi todos los disolventes orgánicos.

## Alcoholes

Metanol.- El alcohol metílico es el primero y más sencillo representante de la serie alcohólica. Se presenta como un líquido incoloro móvil, de olor agradable, miscible en todas -- proporciones con el agua, alcohol, éter, etc., muy volátil, inflamable y provisto de una gran toxicidad, por lo que las industrias donde se manipula con este compuesto deberán extremar -- sus precauciones de protección para los obreros, ya que la intoxicación no solamente se -- produce por inhalación de sus vapores, sino -- también por contacto y absorción por la piel.

Es mal disolvente de las grasas, ácidos -- grasos, etc. También disuelve bien las gomas y resinas.

Etano.- Se presenta como un líquido incoloro, claro, móvil, de olor agradable y característico. Es el disolvente orgánico conocido -- desde más antiguo y hasta hace poco ha sido el más universalmente empleado. En la industria -- orgánica de síntesis tiene continuas y constantes aplicaciones.

Las características que ha de reunir el --

alcohol etílico como disolvente son: limpio, -- incoloro o ligeramente amarillento.

propanol.- Líquido incoloro de olor característico, algo sofocante, miscible con -- agua en todas proporciones. También es soluble en el alcohol, éter, etc.

El propanol comercial tiene un intervalo de destilación comprendido entre 95 y 102°.

Isopropanol.- Se presenta como un líquido incoloro, soluble en el agua en todas proporciones y miscible también con casi todos los disolventes usuales. Sus propiedades físicas son muy semejantes a las del alcohol ordinario.

Desde el punto de vista fisiológico, el isopropanol es mucho menos tóxico que el etanol, y por ello ha adquirido recientemente -- grandes aplicaciones como disolvente o soporte de perfumes, lociones, brillantinas, etc.

Butanol.- Corresponde al alcohol butílico normal, cuerpo que en estos últimos años ha -- adquirido una gran importancia industrial, ya

que es base de la fabricación del acetato de butilo, disolvente muy empleado en la industria de la nitrocelulosa.

El butanol se presenta como un líquido incoloro, algo viscoso, con olor característico y sofocante, poco soluble en el agua. Es un excelente disolvente de los aceites, grasas, resinas, copales duros, resinosos y una gran cantidad de plásticos sintéticos.

En la industria de las lacas es un producto insustituible, por la propiedad de conservar sus disoluciones una consistencia favorable.

Debido a sus múltiples aplicaciones y a las excelentes características disolventes de este compuesto, el butanol comercial es cada día más empleado en la industria.

Isobutanol.- Debido a la limitada fabricación de este cuerpo, que hasta ahora solamente se obtiene del aceite de fusel, sus aplicaciones han estado muy restringidas, no obstante ser sus propiedades, desde el punto de vista disolvente, muy semejantes a las del butanol normal.

Butanol-2.- Es un líquido incoloro, de olor agradable, cuyas propiedades como disolvente son muy semejantes a las del butanol normal. Es soluble en el agua. Miscible en todas las proporciones con el alcohol. Su intervalo de destilación es de 98 a 102°.

Alcohol butílico terciario.- Es un líquido incoloro, de olor canfóreo, bastante inestable, por lo cual sus aplicaciones como disolvente son escasas.

Miscible con el agua en todas las proporciones. Es también miscible en el alcohol, éter y muchos disolventes orgánicos.

Alcoholes amílicos.- Teóricamente existen ocho alcoholes amílicos. Los más importantes, desde el punto de vista de su empleo como disolventes, son los siguientes: el alcohol isomílico o metil-3-butanol-1 y una mezcla de cinco alcoholes isómeros llamada alcohol amílico sintético o pentasol.

Alcohol isomílico.- Es miscible con casi todos los disolventes usuales, poco soluble en el agua y de olor característico y sofocante.



te. Sus aplicaciones están muy restringidas, - debido a la poca cantidad fabricada, ya que como hemos dicho, su única fuente de origen es - el aceite de fusel.

Metilisobutilcarbinol.- Disolvente muy empleado en la industria de las materias colorantes, gomas, aceites, resinas y ceras, comple-menta a otros muchos disolventes.

Líquido de olor aromático, poco soluble en agua, soluble en alcohol, éter, etc.

Alcohol octílico.- Es un líquido incoloro, algo viscoso, de olor agradable, miscible con los disolventes usuales, posee un gran poder - disolvente para los aceites, grasas, ceras, gomas y resinas naturales o sintéticas.

Alcohol bencílico.- Líquido incoloro, poco volátil, algo viscoso, prácticamente inodoro - cuando es puro, aunque generalmente contiene - mínimas cantidades de clorobenceno y cloruro - de bencilo, los cuales le comunican un olor característico. Es poco soluble en el agua, pero miscible en todas proporciones en alcohol, cloroformo, éter, etc.

Buen disolvente de los aceites, grasas, -- ceras, ésteres y éteres celulósicos, resinas- naturales y sintéticas, etc. Es muy utilizado en la industria de las lacas.

Ciclohexanol.- Conocido comercialmente -- con los nombres de hexalina, anol, adronol e- hyaralina, es un líquido incoloro, aceitoso, - con olor persistente, que recuerda a la esen- cia de menta. Es algo tóxico, buen disolvente, poco volátil. Algo soluble en agua, es soluble y miscible con la mayoría de los disolventes.

Metilciclohexanol.- Llamado en la indus- -- tria metilhexalina y sextol, la principal cau- sa de su mayor empleo se basa en su precio, - que es menos elevado que el ciclohexanol.

Etilenglicol.- Es un líquido incoloro, -- inodoro, algo viscoso, higroscópico, soluble - en el agua en todas proporciones y miscible - con bastantes disolventes.

Como disolvente, no goza de grandes pro- -- piedades, ya que no disuelve ni las grasas, - ni los aceites, ni el caucho, ni las resinas- fuertes. Sin embargo, es buen disolvente de -

muchas materias colorantes, ceras, resinas, lacas, y también posee, mezclado con el agua, - la propiedad de disminuir notablemente el punto de congelación del agua, por lo que se ha - empleado en líquidos frigoríficos, radiadores - de automóviles, etc.

El glicol ingerido es tóxico.

Trietilenglicol.- Disolvente de elevado -- punto de ebullición, empleado en las indus--- trias de gomas, resinas nitrocelulósicas, lacas y también a veces como plastificante. Líquido miscible y soluble con el agua, alcohol y benceno, muy poco soluble con éter e insolu - ble e inmiscible con el petróleo, gasolina y tolueno.

Propilenglicol.- Es un líquido incoloro, - viscoso, de sabor amargo, higroscópico, miscible con el agua en todas proporciones y solu - ble en casi todos los disolventes orgánicos. - Menos tóxico que el etilenglicol, sus propieda - des como disolvente son muy semejantes al ante - rior, siendo además plastificante de los adhe - sivos y lubricante.

Butilenglicol.- Líquido siruposo, incolo

ro, muy soluble en agua y en alcohol, insolu - ble en éter, inodoro, con propiedades como di - solvente muy semejantes a las de los dos ante - riores.

Dietilenglicol.- Líquido incoloro, poco - volátil, viscoso, higroscópico, miscible ---- con el agua y la mayoría de los disolventes - orgánicos en todas proporciones.

Disuelve la nitrocelulosa, los aceites, - resinas, materias colorantes, lacas, plásti - cos, etc.

Dipropilenglicol.- Líquido viscoso, inco - loro, soluble en todas proporciones en agua, - soluble en tolueno y en bastantes disolventes orgánicos. Buen disolvente de la nitrocelulo - sa, y mezclador de muchos líquidos inmisci--- bles, se emplea en las industrias de las lacas, barnices, etc. como humectante, plastifi - cante, etc.

Alcohol furfurlico.- Líquido incoloro, - ligeramente viscoso, cuyo olor recuerda al -- del café tostado, es soluble en el agua en to - das proporciones y miscible con la mayoría de

los disolventes orgánicos, excepto con los hidrocarburos grasos y los aceites vegetales.

Alcohol tetrahidrofurfúrico.- Líquido - incoloro aceitoso de olor agradable y miscible con el agua, alcohol y éter en todas proporciones. Es disolvente de los ésteres de la celulosa y de muchas resinas, plásticos y materias colorantes.

Glicerina.- Aunque no es un disolvente general, ha adquirido en estos últimos años --- gran empleo en ciertas industrias inorgánicas y de materias colorantes. Se utiliza también como ablandador. Líquido viscoso, amarillento, soluble en todas proporciones en el agua, alcohol, propilenglicol, etc., insoluble en - - éter, cloroformo, benceno, etc.





Eteres, Cetonas, Aldehidos y Acetales

Eter amílico.- Líquido amarillento, de -- olor desagradable, insoluble en agua, es soluble en alcohol metílico, éter, acetona, benceno, gasolina, acetato de etilo. etc.

Eter dietílico.- Mas conocido con los nombres de éter sulfúrico o éter, sólo es empleado en la industria química orgánica como disolvente especial. Se presenta como un líquido -- muy móvil, de olor característico y cuyos vapores poseen una acción narcótica y anestésica -- muy intensa. Es miscible con la mayoría de los disolventes orgánicos y también se disuelve en el ácido sulfúrico concentrado.

Como su volatilidad es muy grande, pueden dar con el aire mezclas altamente explosivas, resulta un producto muy peligroso de manejar. Por simple calefacción de sus vapores se produzca una intensa detonación; también es susceptible, por frotamiento, de cargarse de --- electricidad estática, lo cual puede dar lugar a accidentes de autoinflamación.

Metilal.- Sus vapores son ligeramente anes

tésicos, pero no irritantes. Líquido de olor etéreo, es soluble en agua y miscible en todas las proporciones con el alcohol, éter, etc.

Eter isopropílico.- Líquido móvil de olor agradable, canfóreo, con propiedades muy semejantes a las del éter ordinario, sobre el -- cual presenta la ventaja técnica de su menor volatilidad. Disolvente general de toda clase de aceites, alcaloides, lacas, barnices, pinturas, etc. Mezclado con alcohol etílico puede disolver los ésteres celulósicos y algunas materias colorantes. Insoluble en agua, es -- miscible con la mayoría de los disolventes orgánicos.

Debe destilarse con precaución, pues tiende a formar peróxidos explosivos.

Eter butílico.- Es un líquido incoloro, -- insoluble en el agua, de olor agradable, gozando de buenas propiedades disolventes frente a las grasas, gomas, ácidos orgánicos, hidrocarburos, alcaloides, aceites y algunas resinas. Apenas soluble en agua es miscible con casi todos los disolventes orgánicos.

Eter monometílico del etilenglicol.- Disolvente universalmente conocido con el nombre de metil-cellosolve. Es un buen disolvente de los aceites, resinas, etc.

Es soluble en el agua, alcohol, éter, benceno, alcoholes, glicoles, esteres, etc. No es miscible con los hidrocarburos grasos pesados, ni con el aceite de linaza.

Desde el punto de vista higiénico es algo peligroso, pues como su olor es muy débil, la atmósfera puede saturarse de sus vapores sin ser advertido por los obreros, los cuales, sometidos a esta inhalación continua, pueden sufrir afecciones en el hígado y los riñones.

Eter monoetilico del etilenglicol.- Comercialmente se distingue con los nombres de cellosolve y etil-glicol. Líquido incoloro, de muy débil olor, miscible en todas proporciones con el agua y con la mayoría de los disolventes usuales, excepto los hidrocarburos grasos. Se evapora con mucha más rapidez y, por tanto, su comportamiento técnico es semejante al de un producto ligero.

Desde el punto de vista de su estabilidad la exposición prolongada a la luz provoca cierta descomposición, y desde el punto de vista higiénico, aunque sus vapores son ligeramente narcóticos, la toxicidad es mínima.

Eter dietílico del etilenglicol.- Su nombre comercial es dietil cellosolve; disolvente general y también algo empleado como plastificante y como lubricante.

Es algo soluble en agua, pero miscible en todas proporciones con el alcohol, acetona, aceite de ricino, aceite de pino, tolueno, heptano, etc.

Eter monobutílico del etilenglicol.- Llamado también butilcellosolve y butil-glicol, es un líquido claro, de olor agradable, baja volatilidad e incompletamente miscible con el agua. Puede considerarse como un disolvente específico de ciertas resinas y aceites oxidados. También se emplea en la industria de los jabones líquidos.

Eter monometílico del dietilenglicol.- Conocido universalmente con el nombre de metil-

carbitol, es un disolvente general de los derivados de la celulosa, colorantes, grasas, aceites, resinas, ceras, etc.

Líquido de olor agradable, higroscópico, - soluble en el agua y en el alcohol en todas -- proporciones y miscible con la mayoría de los disolventes orgánicos.

Eter monoetílico del dietilenglicol.- Conocido comercialmente con el nombre de carbitol, es un líquido incoloro, de olor agradable, miscible en todas proporciones con el agua. Los aceites, grasas, ceras, gomas, resinas, plásticos y materiales colorantes se disuelven perfectamente en él.

Eter dietílico del dietilenglicol.- Conocido comercialmente con el nombre de dietil carbitol, es un líquido inodoro, soluble en agua, éter, alcohol, etc., y en la mayoría de los disolventes orgánicos; también es soluble y miscible en el aceite de ricino, aceite de pino, - etc.

Es disolvente de la nitrocelulosa, resinas, lacas y ciertos plásticos, empleándose a veces plastificante y también como lubricante.

Eter monobutílico del dietilenglicol (Butil "Carbitol").- Disolvente específico de materias colorantes, gomas, lacas, nitrocelulosa, plásticos, tintas de imprenta, resinas, jabones, aceites y grasas. Líquido incoloro, - sin olor, soluble en todas proporciones en el agua, alcohol y aceites minerales.

Eter monofenílico del etilenglicol.- Conocido con el nombre de fenil cellosolve, es un disolvente específico de múltiples ésteres de la celulosa, plásticos, vinílicos, resinas, - aceite de linaza, materias colorantes, tintas, etc. También se emplea como plastificante.

Algo soluble en agua, es muy soluble en alcohol, éter, benceno, potasa en disolución, - etc.

Dioxano.- Líquido incoloro, de olor agradable, etéreo, miscible con el agua. También es miscible con casi todos los disolventes orgánicos.

Las propiedades disolventes del dioxano son excepcionales y puede calificarse como un polidisolvente general de derivados de la celulosa, resinas, aceites vegetales y minera--

les, grasas, ceras, barnices, pinturas, etc.

**Tetrahidrofurano.**- Corresponde al óxido de tetrametileno, conocido comercialmente con el nombre de disolvente T. Es un líquido incoloro, muy volátil, neutro, insaponificable, de olor característico, soluble en el agua y en casi todos los disolventes generales.

Es un buen disolvente de los aceites, grasas, ciertas resinas naturales, caucho natural ésteres de la celulosa, caucho, buna, etc.

Desde el punto de vista higiénico, sus vapores son ligeramente irritantes de los ojos y órganos respiratorios, y además posee propiedades narcóticas, por lo que deben ser estrechamente vigiladas las manipulaciones con este producto. Además, por la acción del aire se oxida, dando lugar a la formación de peróxidos explosivos.

**Anisol.**- Es el metilfeniléter, cuerpo líquido insoluble en el agua, pero soluble en alcohol, éter, etc. Tiene restringidas aplicaciones como disolvente.

**Eter cloroetílico.**- Es un nuevo disolvente

de la etilcelulosa, grasas, gomas, jabones, aceites, resinas, etc., de gran aplicación -- por sus excepcionales propiedades disolventes, su casi nula solubilidad en el agua y en los hidrocarburos parafínicos y su miscibilidad total con la acetona, benceno, tetracloruro de carbono, alcohol metílico, etc.

**Sulfolanos.**- Esta serie de disolventes de síntesis, que la industria americana ha lanzado al mercado. Se emplean para desulfurar los petróleos brutos, refinación de aceites vegetales, etc.

**Acetona.**- Líquido incoloro, móvil, de olor característico, soluble en el agua en todas las proporciones y miscible con casi todos los disolventes conocidos. Disuelve perfectamente los aceites. La acetona comercial suele contener numerosas impurezas.

Con el nombre industrial de metilacetona circula en el comercio una mezcla disolvente de composición variable. Tiene grandes aplicaciones como disolvente del acetato de celulosa, gomas, lacas, resinas, caucho, etc., que además es soluble en agua y miscible con los

aceites y con los hidrocarburos.

Metiletilcetona.- También llamada butanoma, es un líquido incoloro de olor fuerte y parcialmente soluble en el agua. Su desventaja sobre la acetona ordinaria es el mayor precio.

Ketoles y butirona.- Con el nombre comercial de ketoles se conocen en la industria varios disolventes constituidos por mezclas de diversas cetonas de punto de ebullición medio.

El ketol ordinario se presenta como un líquido incoloro, de olor agradable, cuando está purificado, insoluble en agua, miscible en todas proporciones con el éter, alcohol. Es un buen disolvente de la nitrocelulosa, aceites crudos, resinas, etc., pero disuelve mal el acetato de celulosa.

Metilsobutilcetona.- Comercialmente conocida con el nombre de hexona. Es un líquido incoloro, muy estable, de olor agradable y con propiedades disolventes muy acentuadas para los aceites minerales y vegetales.

Es poco soluble en agua, pero muy soluble-

en alcohol, éter y benceno, y miscible en todas proporciones con la mayoría de los disolventes orgánicos.

Di-isobutilcetona.- Líquido casi insoluble en agua, pero soluble en todas proporciones en alcohol, y miscible con casi todos los disolventes orgánicos.

Es un disolvente general de plásticos, resinas, nitrocelulosa, lacas, etc., y se emplea bastante como disolvente en la industria de tintas litográficas.

Heptanoma.- Líquido cuyo olor recuerda al acetato de isoamilo, muy poco soluble en agua, soluble en alcohol, éter y acetona, y miscible con bastantes disolventes orgánicos, en especial todos los que disuelven las lacas, - siendo por ello muy empleado en esta industria.

Hexanodiona.- Disolvente pesado de extraordinarias aplicaciones en la moderna industria, pues disuelve bien los ésteres celulósicos, resinas, cumarina, plásticos fenólicos, copales, aceite de ricino, resinas viníflicas; son insolubles en ella los aceites minerales,



parafinas, ozoquerita y caucho.

Líquido de olor aromático soluble en todas proporciones en agua, alcohol, éter, pero inmiscible con los hidrocarburos.

Diaceton alcohol.- Conocida en el mercado con el nombre de Pirantón A. Se presenta como un líquido viscoso, soluble en el agua, alcohol, éter, etc., en todas proporciones y cuyo olor recuerda algo al de la esencia de menta.

En líneas generales puede afirmarse que posee las propiedades generales como disolvente de la acetona, pero con la ventaja de que su velocidad de evaporación es mucho más lenta.

Una aplicación muy importante de este disolvente es su mezcla con los aceites vegetales para dar lugar a un líquido muy empleado en los frenos hidráulicos de los automóviles. Es inflamable.

Oxido de mesitilo.- Líquido ligeramente amarillo, con olor que recuerda al de la miel, agradable, pero muy persistente, por lo cual sus aplicaciones están restringidas. Se emplea

preferentemente en la obtención de pinturas. No debe olvidarse que es una sustancia irritante, cuyos vapores no pueden soportarse a dosis superiores a 0.24% en el aire. Poco soluble en agua, es muy soluble en alcohol, éter, etc.

Ciclohexanoma.- Llamada comercialmente hexanon y anon, es un líquido incoloro o ligeramente coloreado en amarillo pálido, con olor característico que recuerda algo al de la menta; poco soluble en agua, miscible en todas proporciones con los disolventes usuales y poseyendo un amplio poder disolvente general.

Por su débil volatilidad, se utiliza mucho en la industria como agente unidor y mezclador en la fabricación de lacas, barnices, disoluciones de resinas, etc.

Metilciclohexanoma.- Conocida en el comercio con los nombres de sextona B o metilanona. El producto técnico se presenta como un líquido incoloro o ligeramente amarillento, de olor característico y con propiedades disolventes.

Acetaldehido.- Es un líquido incoloro, móvil, muy volátil, de olor sofocante, soluble en el agua en todas proporciones y en la mayoría de los disolventes usuales. Es un gran disolvente de los aceites, muchas resinas, plásticos naturales y sintéticos, etc., pero su gran volatilidad, así como su olor sofocante, impiden el empleo industrial de este cuerpo como disolvente; además, es muy fácilmente oxidable, pasando a ácido acético o a su peróxido, por lo cual sus aplicaciones como disolvente son prácticamente muy escasas.

Paraldehido.- Líquido incoloro, de olor desagradable, poco soluble en el agua, disuelve bastante bien los aceites, grasas, ceras, gomas, etc.

Desde el punto de vista higiénico no obstante poseer una acción narcótica intensa, su toxicidad no es muy elevada.

Butiraldehido.- Líquido incoloro, de olor sofocante y fácilmente oxidable a ácido butírico, lo cual provoca la formación de un olor desagradable. Es un poderoso disolvente de un gran número de sustancias; pero, como los dos-

anteriores, tiene pocas aplicaciones prácticas.

Acrolefna.- Líquido incoloro o ligeramente amarillo, de olor intenso y desagradable, muy irritante sobre las mucosas, produciendo intenso lagrimeo. Poco usado como disolvente general por sus desagradables características, es, sin embargo, imprescindible en múltiples industrias orgánicas (resinas artificiales, plásticos, linóleo, etc.).

Es muy soluble en alcohol y en el éter; en agua se disuelve.

Metilal.- Constituye un excelente disolvente de multitud de cuerpos. Se ha empleado también como disolvente ligero para extraer esencias florales.

Acetal.- Líquido incoloro, de olor agradable, poco soluble en el agua, de volatilidad media, pero cuyo poder disolvente no es en general elevado.

Furfural.- Más frecuentemente llamado furfural. Es un líquido incoloro; pero por la

acción de la luz y del aire adquiere rápidamente color amarillo o pardo; su olor recuerda al de la esencia de almendras amargas.

Actualmente constituye un disolvente específico en múltiples aplicaciones y su empleo industrial es cada vez mayor.

Desde el punto de vista higiénico, es tóxico, aunque su toxicidad no es muy elevada. De sus propiedades específicas como disolvente se aprovecha, p. ej., la industria de los lubricantes de los motores de explosión, para purificarlos.

Es poco soluble en agua, pero soluble y miscible en todas proporciones en el alcohol, éter, acetona, benceno, etc. No se disuelve en los hidrocarburos del petróleo ni en la glicerina.





## Acidos y Esteres

Acido acético (glacial).- Bastante empleado en la moderna industria química por sus propiedades disolventes, es un líquido de olor penetrante y sabor muy ácido, soluble en todas las proporciones en agua, alcohol, éter, etc. e in soluble en benceno.

Formiato de metilo.- Disolvente de bajo punto de ebullición, poco empleado actualmente. Su principal uso es como fumigante y larvicida. Líquido de olor etéreo agradable, soluble en el agua, éter, alcohol, etc.

Formiato de etilo.- De grandes aplicaciones como sustitutivo de la acetona ordinaria. Líquido aromático, pero que no deja ningún residuo, es poco soluble en el agua, muy soluble en alcohol, éter, etc. y bastante soluble en benceno.

Formiato de butilo.- Disolvente general de los derivados de la celulosa, lacas, perfumes, resinas, etc. Líquido incoloro con olor que recuerda el aroma de la ciruela, es muy poco soluble en el agua, pero miscible en todas pro-

porciones con el alcohol, éter, hidrocarburos, etc.

Acetato de metilo.- Líquido incoloro, de olor a frutas, algo soluble en el agua, disolvente general de acetilcelulosas, nitrocelulosas, plásticos, lacas, materias colorantes, perfumes, cosméticos, adhesivos, barnices, etc., y miscible con la mayoría de los disolventes usuales.

Acetatos de hexilo.- De propiedades muy semejantes a las de los acetatos de amilo, únicamente difieren en una menor volatilidad, debida al aumento del peso molecular. Sus propiedades como disolventes son muy semejantes a las de los anteriores.

Acetato de octilo.- Líquido insoluble en el agua y de olor agradable, es un gran disolvente de la nitrocelulosa.

Acetato de glicerilo.- Comercialmente llamado diacetina. Es un cuerpo muy soluble en agua, menos en alcohol y apenas soluble en éter. Se emplea como disolvente de algunos derivados de la celulosa, resinas glicélicas y

lacas. También suele emplearse algo como plastificante.

Acetato de ciclohexanilo.- Más conocido -- vulgarmente con el nombre de acetato de adronol, es un líquido incoloro, insoluble en el agua, - con olor a frutas, lo cual constituye su principal inconveniente.

Está considerado como un buen disolvente - de la nitrocelulosa, diversas resinas y aceites, y es un producto muy útil en la industria de los cueros artificiales. También disuelve - el caucho, pero no el acetato de celulosa.

Acetato de metilciclohexanilo.- Presenta - propiedades muy semejantes a las del anterior, pero como su olor es más fuerte y persistente - y además su volatilidad es menor, la técnica - industrial desaconseja su empleo.

Acetato de isoamilo.- Este producto ha sido considerado durante mucho tiempo como el disolvente tipo de los de punto de ebullición medio; sus propiedades solubilizantes son excepcionales, y si no fuera por su olor persistente y caracterfstico, aunque no desagradable, -

serfa el disolvente más empleado del grupo.

Muy poco soluble en agua, es miscible en todas proporciones con el alcohol, éter, alcohol amílico, acetato de etilo, etc.

El acetato de isoamilo es un excelente disolvente de los ésteres celulósicos, colofonias, gran cantidad de plásticos sintéticos, - copal, resina, alcanfor, aceites de ricino y de linaza, etc.

Acetato de amilo secundario.- Sus propiedades como disolvente son muy semejantes a -- las del acetato de isoamilo, con la ventaja - de que su olor es menos persistente e irritante.

Acetato de propilo.- Líquido incoloro, de olor a frutas, y cuyas propiedades como disolvente son muy semejantes a las del acetato de etilo. Disuelve bien la nitrocelulosa, gomas, colofonias, etc.

Es poco probable en agua, pero muy soluble en alcohol, éter, etc., y miscible con el aceite de ricino, linaza, hidrocarburos, etc.

Acetato de isopropilo.- Líquido incoloro, de olor agradable a frutas, muy poco soluble en agua, muy soluble en alcohol y éter, y miscible con casi todos los disolventes usuales.

Sus propiedades como disolvente son semejantes a las del acetato de etilo, pero su velocidad de evaporación es dos veces menor. Por ser poco sensible a la acción atmosférica, el acetato de isopropilo puede ser el sustituto del acetato de etilo en múltiples aplicaciones.

Acetato de butilo.- Es un líquido incoloro, poco soluble en el agua, de olor a frutas y miscible con casi todos los disolventes usuales.

Es un disolvente general de los aceites, grasas, gomas, resinatos, aceites de ricino, linaza, etc.

Acetato de etilo.- Líquido móvil, incoloro, de olor agradable a frutas, muy poco soluble en el agua y miscible con la mayoría de los disolventes usuales. El acetato de etilo es uno de los más importantes disolventes ligeros, empleándose en múltiples aplicaciones e incluso para la recuperación del ácido acético en sus-

soluciones diluidas.

Acetato de butilo secundario.- Líquido incoloro, de olor a frutas y de propiedades muy semejantes a las del acetato de butilo normal.

El producto comercial tiene un intervalo de destilación comprendido entre 107 y 114°.

Acetato de isobutilo.- Líquido incoloro, poco soluble en el agua, con olor a frutas; es un excelente disolvente de la nitrocelulosa.

Es prácticamente insoluble en agua, pero muy soluble en alcohol, éter, etc. En el comercio, raramente se encuentra puro, y es muy frecuente su mezcla con los acetatos de isoamilo y de propilo. El intervalo de destilación del producto comercial está comprendido entre 110 y 118°.

Acetato de furfurilo.- Es un buen disolvente de ciertas resinas. Líquido insoluble en agua, pero soluble en alcohol, éter, etc.

Acetato de bencilo.- Líquido incoloro, de olor muy agradable a flores y poco soluble en el agua.

No obstante ser un buen disolvente de la nitrocelulosa, acetilcelulosa, resinas, etc., debido a su punto de ebullición elevado se le utiliza, además de disolvente, como plastificante.

Es insoluble en agua, pero miscible en todas proporciones con el alcohol, éter, etc.

Acetato de etilenglicol.- Líquido incoloro, soluble en el agua, sin apenas olor y de muy pequeña volatilidad. Es miscible con la mayoría de los disolventes usuales, excepto con los hidrocarburos. No disuelve el aceite de linaza. También se emplea en las industrias de extracción de esencias de las flores y en perfumería.

Diacetato de etilenglicol.- Líquido incoloro, con débil olor, que recuerda algo al del acetato de etilo. Su baja volatilidad impide muchas de sus posibles aplicaciones técnicas, no obstante poseer la propiedad de comunicar a sus mezclas con los plásticos una excelente --

adhesividad. Es disolvente del alcanfor, derivados de la celulosa, resinas, plásticos, lacas, etc. Poco soluble en agua y muy soluble en éter, alcohol, benceno, etc.

Acetato del éter monoetílico del etilenglicol.- Este disolvente, conocido comercialmente con el nombre de acetato de cellosolve, es un líquido incoloro, de olor débil y agradable, cuyas propiedades disolventes frente a la nitrocelulosa con excepcionales; también es muy buen disolvente de los aceites, grasas, resinas, etc. Apenas soluble en agua, es miscible con casi todos los disolventes orgánicos y muy particularmente con los hidrocarburos aromáticos, los cuales se emplean para diluirlo.

Acetato del éter monoetílico del dietilenglicol.- Conocido con el nombre de acetato de carbitol, es como el anterior, un disolvente general de gomas, resinas, derivados de la celulosa, lacas, Soluble y miscible en todas proporciones con el agua, éter, alcohol y muchos disolventes orgánicos.

Acetato del éter monoetílico del butilenglicol.-

glicol.- También llamado butoxil y metoxilbutilacetato, es un líquido incoloro, poco soluble en el agua, de olor débil y agradable. Disuelve bien los ésteres celulósicos, resinas, aceites, etc.

Propionato de metilo.- Líquido de olor aromático, poco soluble en agua, pero soluble y miscible en alcohol, éter y la mayoría de los disolventes orgánicos.

Buen disolvente de la nitrocelulosa, lacas, pinturas, barnices, etc., se emplea también como disolvente general de bajo punto de ebullición.

Propionato de etilo.- Líquido incoloro, poco soluble en el agua y de olor característico.

Por algunos se ha considerado este disolvente como un posible sustituto del acetato de etilo; pero, realmente, no presenta sobre él ninguna decisiva ventaja como disolvente.

Propionato de propilo.- Líquido incoloro de olor eféreo, apenas soluble en agua, muy soluble en alcohol, éter y en la mayoría de los disolventes orgánicos. Se emplea como disolven

te de las nitrocelulosas, lacas, pinturas, barnices, etc.

Propionato de butilo.- Líquido incoloro, de olor fuerte, atóxico, se emplea como diluyente para la fabricación de lacas, disolvente de las nitrocelulosas, etc.

Propionato de amilo.- Este disolvente posee características muy semejantes a las del acetato de amilo.

Butirato de etilo.- Sus propiedades como disolvente son intermedias entre las del acetato de etilo y las del acetato de butilo. Disuelve varios derivados de la celulosa, resinas, etc.

Casi insoluble en el agua, es muy soluble en alcohol, éter, etc.

Butirato de butilo.- Líquido insoluble en el agua, de olor a frutas, es, desde el punto de vista disolvente, un sustituto del acetato de amilo con velocidad de evaporación más pequeña.

Butirato de amilo.- Tiene algunas aplicaciones como disolvente del acetato de celulosa y como plastificante. Líquido prácticamente insoluble en agua, pero muy soluble en alcohol y en éter.

Estearato de butilo.- Es un verdadero disolvente del caucho y de múltiples resinas, de grandes aplicaciones en la industria de lacas, caucho sintético, agentes de pulido, productos-cosméticos, etc. Insoluble en agua, es muy soluble en alcohol, éter, etc. y miscible con los aceites vegetales y minerales.

Benzoato de etilo.- Su intenso olor aromático lo hace poco apto para algunas aplicaciones. Líquido casi insoluble en agua, pero muy soluble en alcohol, éter de petróleo y en la mayoría de los disolventes orgánicos. Es disolvente de varios derivados de la celulosa, resinas, etc.

Carbonato de etilo.- Líquido incoloro, poco soluble en el agua, muy soluble en alcohol, éter, etc. de olor a frutas, sus vapores son ligeramente lacrimógenos. Es miscible con la mayoría de los disolventes usuales, excepto con los hidrocarburos grasos.

Lactato de metilo.- Líquido soluble en agua con descomposición, muy soluble en alcohol, éter y miscible con la mayoría de los disolventes orgánicos.

Es buen disolvente de casi todos los ésteres de la celulosa; también se emplea en la industria de lacas y barnices.

Lactato de etilo.- Líquido incoloro, pero normalmente amarillento debido a impurezas, algo viscoso, soluble en el agua y en el alcohol en todas proporciones, de olor débil y agradable y miscible con todos los disolventes orgánicos usuales.

El lactato de etilo ha sido uno de los primeros disolventes generales que, por no tener olor, ha encontrado un gran número de aplicaciones técnicas.

Otra favorable propiedad del lactato de etilo es su gran capacidad disolvente de materias colorantes, lo cual lo hace muy apto para la fabricación de tintas de imprenta.

Lactato de butilo.- Líquido incoloro, po-



co soluble en el agua, pero miscible en todas proporciones con el alcohol, éter, etc. y de excelentes propiedades como disolvente de colorantes, aceites, resinas, etc.

Su velocidad de evaporación es muy pequeña, unas diez veces menor que la del acetato de amilo.

Lactato de amilo.- Líquido incoloro y muy poco soluble en el agua. Por su elevado punto de ebullición, son limitadas sus aplicaciones. Es perfectamente miscible con el aceite de ricino, aceite de linaza, hidrocarburos, etc.

Hidroxi-isobutirato de etilo.- Más conocido en el comercio con el nombre de etiloxibutirato, es un líquido incoloro, de olor débil, miscible con el agua en todas proporciones y prácticamente comparable con el lactato de etilo.

Glicolato de butilo.- Es un disolvente específico de la nitrocelulosa y de un gran número de resinas.

Sebacato de butilo.- De olor aromático, in

soluble en agua, soluble en acetona, carbontol, éter, tolueno, xileno, metil cellosolve, etc. Es un buen disolvente de los derivados de la celulosa, cauchos clorados, etc., y se usa a veces como plastificante.

Oxalato de butilo.- Líquido de olor suave, insoluble en agua, pero muy soluble en éter, alcohol, etc., y miscible con hidrocarburos, aceites, cetonas, etc. Se usa como disolvente de las nitrocelulosas y en las tintas de imprenta.

## Aminas, Amidas y Nitrolos

**Etilamina.-** Disolvente ligero empleado en la moderna industria de refino del petróleo y de los aceites vegetales, es también emulsificante de las ceras. Soluble en todas proporciones en agua, alcohol y éter, es muy soluble en la mayoría de los disolventes orgánicos. No hay que olvidar que es inflamable y debe guardarse en recipientes bien cerrados y lugares fríos.

**Dietilamina.-** Aunque sus aplicaciones son limitadas, lo incluimos por ser disolvente específico empleado en las industrias del petróleo y sus derivados, aceites vegetales, etc. - Es bastante soluble en agua, a la que comunica fuerte calinidad, y muy soluble en alcohol, - éter, etc.

**Trietilamina.-** Además de sus amplias aplicaciones en la química orgánica, recientemente ha adquirido importancia como disolvente específico de muchos productos orgánicos. Líquido muy poco soluble en agua, pero soluble en metanol, acetona, benceno, gasolina, acetato de etilo, alcohol, éter, etc.

**Butilamina.-** Más que un disolvente es un inhibidor de la corrosión, agente emulsificante y de flotación y disolvente en la industria textil. Líquido de olor amoniacal, miscible en todas proporciones con el agua y muy soluble en alcohol, éter, acetona, etc.

**Diamilamina.-** No es un producto puro, sino una mezcla de diversas amílicas. Es buen disolvente de algunos ésteres de la celulosa, aceites, resinas, etc. Insoluble en agua, es soluble en alcohol, éter, benceno, acetona, - gasolina, etc.

**Etanolamina.-** Tiene grandes aplicaciones en la síntesis de detergentes y en la de plásticos como plastificante, también se emplea como disolvente específico en determinadas industrias, separación de gases, etc.

Líquido aceitoso, de olor amoniacal, higroscópico, soluble en todas proporciones en el agua, alcohol, cloroformo y tetracloruro de carbono, y muy poco soluble en benceno y en éter.

**Dietanolamina.-** Líquido viscoso, ligera-



mente coloreado, soluble en agua y alcohol, y miscible con la mayoría de los disolventes orgánicos, excepto con el éter. La industria moderna emplea bastante este cuerpo, además de como producto intermedio de la síntesis orgánica, como disolvente de gases, emulsificante, -ablandador, etc.

Etilenodiamina.- Líquido muy soluble en agua, alcohol, benceno, etc. apenas soluble en el éter. Se emplea como disolvente de la alúmina y la fibrina, y también como lubricante textil.

Aminoetiletanolamina.- De moderna aplicación en la industria textil, derivados del caucho, agentes de flotación. Líquido aceitoso, -de olor amoniacal, y soluble en todas propiedades en el agua.

Anilina.- Con este nombre o con el de acetil de anilina se designa la fenilamina, cuerpo que hasta ahora no solía emplearse como disolvente, sino como producto intermediario en múltiples síntesis orgánicas, pero recientemente ha adquirido gran importancia por sus especiales condiciones como disolvente.

Es un líquido aceitoso, incoloro o amarillento, de olor característico y tóxico; poco soluble en agua, lo es en todas proporciones en los disolventes orgánicos, éter, cloroformo, benceno, acetona, etc.

Dimetilformamida.- Su designación comercial es DMF, y se considera como un disolvente general de gases. Líquido incoloro, móvil, miscible con el agua y con la mayoría de los disolventes orgánicos.

Etilencianhidrina.- Conocida también con el nombre de cianhidrina del glicol, es un disolvente específico de numerosas sales inorgánicas, tales como el nitrato de aluminio, cloruro estañoso, tricloruro de antimonio, cloruro de cobalto, cloruro de magnesio, cloruro férrico, nitrato de níquel, nitrato de cobalto, nitrato de calcio, acetato potásico y yoduro potásico; otras sales son menos solubles; p. ej., los cloruros de potasio, calcio y cuproso, y los sulfatos de cobre y cromo.

Son insolubles en este disolvente los cloruros de sodio, bario, amonio y cadmio; los sulfatos de manganeso y calcio, y los fosfa-

tos de potasio. Por estas excepcionales características, se emplea en la obtención y purificación de muchos compuestos inorgánicos. Es un líquido soluble en agua, en alcohol y en éter, e insoluble en benceno y tetracloruro de carbono.

Piridina.- Empleado en las industrias de pinturas, caucho, etc. Sus aplicaciones son limitadas. Líquido incoloro o amarillento, muy soluble en agua, alcohol, éter y en la mayoría de los disolventes orgánicos.

Las piridinas comerciales tienen un intervalo de destilación comprendido entre 111 y 145°.

# REGISTRO DE LOS SOLVENTES MAS UTILIZADOS DENTRO DE LA INDUSTRIA EN MEXICO

NOMBRE	PUNTO DE EBULLICION	INTERVALO DE DESTILACION
<b>HIDROCARBUROS</b>		
ETER DE PETROLEO	40°-70°	40°-60°
HEXANO	66°-71°	49°-77°
GASOLINA	60°-90°	60°-120°
OCTANO	124°-125.8°	93°-126°
BENCENO	80°-81°	90°-100°
TOLUENO	110.8°	100°-120°
XILENO	128°	120°-135°
-ORTOXILENO	144.4°	138°-142°
-METAXILENO	139.7°	138°-142°
-PARAXILENO	138.4°	138°-142°
NAFTA LIGERA	110°-120°	100°-160°
ESTIRENO	145.2°	153°-160°
ESENCIA DE TREMENTINA (AGUARRAS)	154°	152°-156°
CICLOHEXANO	81°	79°-83°
<b>COMPUESTOS SULFURADOS, NITRADOS Y HALOGENADOS</b>		
SULFURO DE CARBONO	46.5°	46.4°
DICLOROMETANO	40.7°	40°-60°
CLOROFORMO	61.2°	60°-64°
TETRACLORURO DE CARBONO	75°-76°	75.7°-76.7°
TRICLOROETILENO	86.9°	86.2°-87.2°
<b>ALCOHOLES</b>		
METANOL	46.7°	45°-50°
ETANOL	78.15°-64.85	64.85°-68.25°

NOMBRE	PUNTO DE EBULLICION	INTERVALO DE DESTILACION
PROPANOL	87.7°	95°-102°
ISOPROPANOL	80.2	90°-97°
BUTANOL	117°	116°-120°
ISOBUTANOL	107.9°	108°-115°
ALCOHOL BUTILICO TERCARIO	81.5°	80°-85°
<b>ETERES, CETONAS, ALDEIDOS Y ACETALES</b>		
ETER MONOETILICO DEL ETILENGLICOL (BUTILCELLOSOLVE)	135.1°	134°-145°
TETRAHIDROFURANO	66°	62°-67°
ACETONA	56.1°	58°-60°
<b>ACIDOS Y ESTERES</b>		
ACETATO DE METILO	56.95°	55°-62°
ACETATO DE ETILO	77.15°	73°-80°
ACETATO DE ISOPROPILO	88.4°	84°-93°
ACETATO DE BUTILO SECUNDARIO	112°	107°-114°
ACETATO DE ISOBUTILO	116.5°	110°-118°
ACETATO DE CELLOSOLVE	150°	149°-160°
<b>CITA BIBLIOGRAFICA.</b>		
2/ BLAS ALVAREZ, LUIS. DISOLVENTES Y PLASTIFICANTES. MEXICO. AGUILAR. 1982.		
<b>ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA</b>		

## Proceso de Separación

Las operaciones de destilación son tan variadas que desafiaban cualquier descripción concisa. Se llevan a cabo en enormes columnas cilíndricas de 12 o más metros de diámetro, en elevadas y esbeltas torres que se remontan a 60 metros o más en el aire y en diminuto equipo de laboratorio. Entre las múltiples diferencias entre las operaciones, la más significativa es la distinción entre operaciones continuas e intermitentes o por lote. La mayor parte de las operaciones comerciales son continuas, mientras que las operaciones intermitentes predominan en el laboratorio.

Ejemplo de un equipo de laboratorio. El aparato está construido por un matraz Engler de 100 ml de capacidad, cuyas características y dimensiones en milímetros se señalan en la figura. El condensador está formado por un tubo de latón sin costura, rodeado por un baño refrigerante, cuyas dimensiones también se indican en la figura. El extremo inferior del tubo condensador está ligeramente curvado hacia atrás, para que toque con la pared de la probeta graduada y se introduzca 25 mm dentro de --

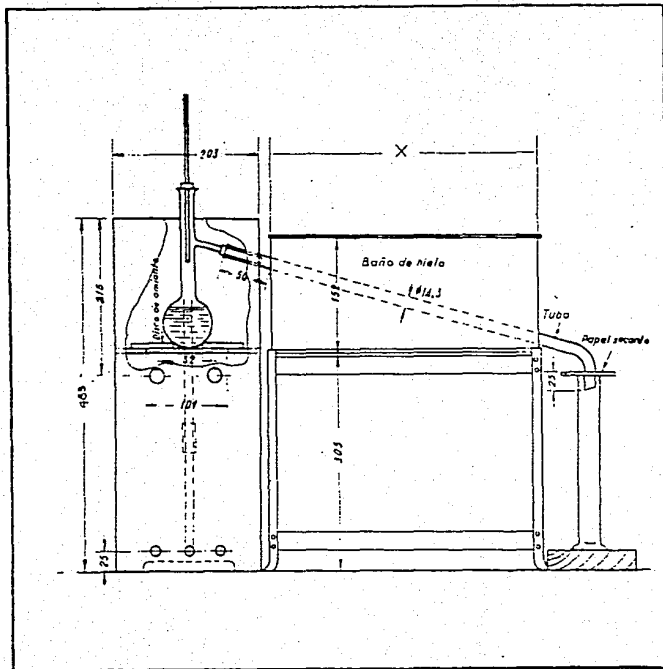
ella cuando se vaya a recoger el destilado.

El método operatorio es el siguiente: Se comienza por llenar el baño refrigerante con el hielo machacado y agua suficiente para que todo el tubo condensador quede cubierto. La temperatura se mantendrá entre 0° y 4,5°C.

Se limpia previamente el tubo condensador del solvente a destilar, se vierten en el matraz Engler. Se añade un trocito de plato poroso para regular la ebullición y se coloca el termómetro provisto de un corcho en el matraz, de manera que la extremidad superior del depósito de mercurio quede frente al tubo lateral del matraz. Al comenzar la destilación, el termómetro deberá estar a la temperatura ambiente. La boca de la probeta se tapa durante la destilación con un papel de filtro, a través del cual pasa el tubo condensador.

Así dispuesto el aparato, se aplica el mechero encendido de manera que la primera gota del producto destile en un intervalo de tiempo de cinco a diez minutos. La temperatura que marca el termómetro en el momento de apa-

recer la primera gota en el extremo del tubo condensador se anotará como punto inicial de destilación.

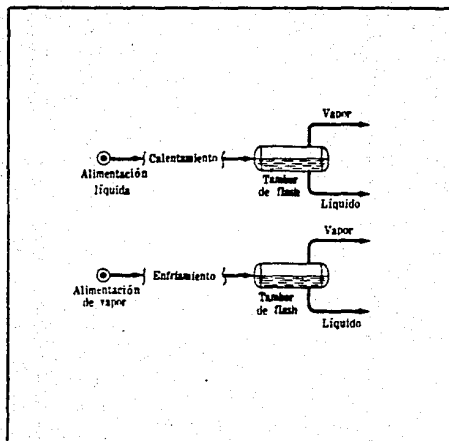


Cuando se hayan recogido del 90% al 95% de destilado no se deberá dar más llama con el mechero, a menos que se tarde más de cinco minutos en llegar al punto final de destilación. Este punto final es la máxima temperatura observada en el termómetro, y generalmente se consigue cuando el fondo del matraz está ya seco.

El volumen total recogido en la probeta es el producto destilado. El residuo frío que queda en el matraz de destilación, si lo hubiere, se mide en una probeta graduada y se anota como residuo.

La diferencia entre el porcentaje del solvente sucio y la suma del producto destilado y el residuo corresponde a las pérdidas por destilación.

a) Destilaciones continuas de un solo paso.-  
Las más sencillas de las operaciones continuas son las de un solo paso. Una carga líquida se vaporiza parcialmente en una operación continua de una sola etapa. De ordinario el vapor se separa del líquido remanente en un recipiente cilíndrico llamado tambor de "flash".

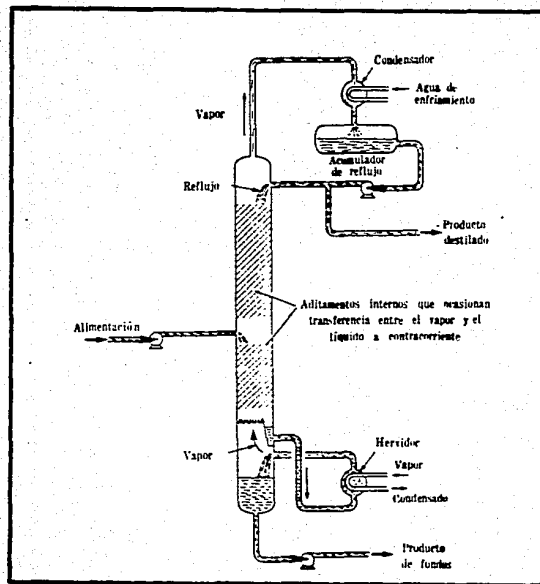


b) Destilaciones continuas con varias etapas

Las operaciones en varias etapas se llevan a cabo en columnas cilíndricas o "torres" a través de las cuales pasan vapores y líquidos a contracorriente entre varios aditamentos internos que promueven transferencia de masa entre las dos corrientes. Dependiendo de las circunstancias, la alimentación se puede introducir por cualquier punto de la columna. Los productos se retiran por la parte superior (como vapores), del fondo (como líquido) y a veces también de puntos intermedios.

Los vapores retirados de la parte superior de la columna, generalmente se condensan y una fracción del condensado se reinyecta como "reflujo".

Separación por etapas. Considérese un sistema continuo de un solo paso que se opera para separar un 50% de producto ligero.



DESTILACION CONTINUA DE VARIAS ETAPAS

Etapas de rectificación y agotamiento.- Las etapas que se localizan sobre la entrada de la alimentación reciben el nombre de etapas de "rectificación"; las que se encuentran abajo se denominan etapas de "agotamiento". - Los dos tipos de etapas tienen diferentes funciones, una aumenta la pureza de un producto, y la otra su recuperación.

Para el producto pesado las funciones son inversas; las etapas de rectificación aumentan la recuperación mientras que las de agotamiento aumentan la pureza.

Separación por etapas en columnas.- Al aumentar la altura de la columna, es mayor la pureza del producto, puesto que se aumenta el número de etapas de equilibrio. Una columna comercial puede contener más de cien etapas.

c) Destilaciones intermitentes de un solo paso

En las destilaciones intermitentes de un solo paso se alimenta carga a un recipiente cilíndrico, un "alambique", que entonces se calienta. Los vapores se retiran del alambi-

que conforme se van formando. Generalmente, - los vapores obtenidos se condensan y el condensado puede dividirse en tantas fracciones sucesivas como se desee, separando el material obtenido en periodos sucesivos.

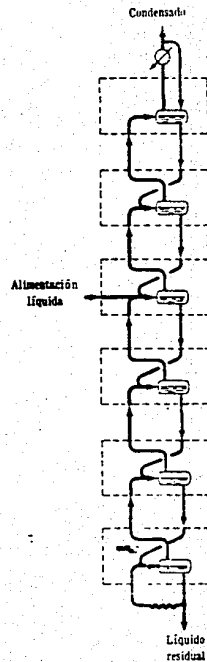
Como el vapor se retira en cuanto se forma, se obtienen mejores separaciones en la operación intermitente que en la continua de un solo paso.

La destilación intermitente de un solo paso se usó extensamente en las primeras refinerías de petróleo, hoy en día la principal aplicación comercial es la llevada a cabo por algunos fabricantes en pequeña escala.

d) Destilaciones intermitentes con varias etapas

Como en el caso de las operaciones continuas, la finura de la separación en una destilación intermitente se puede aumentar separando por etapas.

Las destilaciones intermitentes con pasos múltiples se usaron extensamente en la refina



DESTILACION INTERMITENTE DE UN SOLO PASO

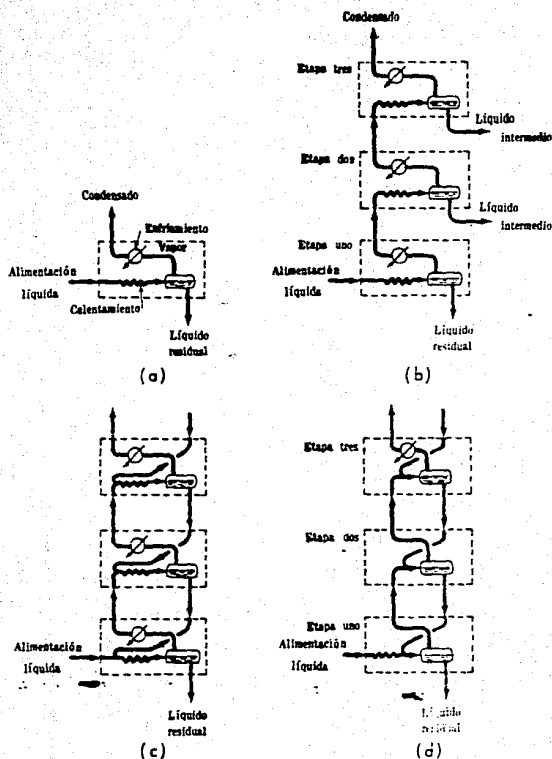


ción del petróleo y en la manufactura de productos químicos. En la actualidad se usan con menor frecuencia. Su principal uso se encuentra en las destilaciones en pequeña escala para la industria química.

Cuando una columna de destilación intermitente contiene suficientes etapas de equilibrio y se usa el reflujo necesario, es posible separar una alimentación dada casi totalmente en los productos que la forman. Tales destilaciones se usan con frecuencia en el laboratorio para determinaciones analíticas. Cada componente se separa casi puro.

Presión de destilación.- Las destilaciones comerciales se llevan a cabo en una amplia gama de presiones. Los principales factores considerados para fijar las presiones son las volatilidades de los componentes y las temperaturas disponibles en los medios de calentamiento y enfriamiento (que comúnmente son vapor y agua).

a) Destilaciones ordinarias.- Para la mayoría de las destilaciones la selección de la presión de trabajo está influenciada por las



DESTILACIONES INTERMITENTES CON VARIAS ETAPAS

relaciones entre la presión y la temperatura - de ebullición de los productos. La presión se fija lo suficientemente alta como para que el producto más ligero pueda ser cuando menos --- parcialmente condensado mediante cambio de calor con un fluido apropiado de enfriamiento, y lo suficientemente baja para que el líquido de fondos pueda ser vaporizado parcialmente mediante intercambio de calor con un medio de calentamiento adecuado; de otra manera, el reflujo y el hervido no pueden llevarse a cabo con facilidad. Cuando ambas condiciones no pueden lograrse simultáneamente, deberá usarse refrigeración para condensar el ligero o un calentador para el hervido de los fondos.

b) Destilaciones a presión elevada.- Cuando se destilan materiales volátiles (gases en condiciones ambiente) se hace necesario usar presiones altas para elevar sus temperaturas de condensación. En algunos casos la presión se ve limitada por la sensibilidad térmica. En tonces deberá usarse refrigeración para el condensado aun cuando se use la máxima presión admisible.

c) Destilaciones a vacío.- Cuando la carga

contiene productos de elevado punto de ebullición y demasiado sensibles al calor para ser destilados a presión atmosférica, la destilación se conduce a vacío para reducir las temperaturas.

La máxima temperatura permisible (que fija la máxima presión) depende de las reactividades químicas de los componentes de la alimentación.

d) Destilación por arrastre de vapor.- Operación intermitente de un solo paso, en la cual se utiliza el vapor como medio de arrastre para el componente ligero.

En caso de que el vapor no sea miscible con el componente ligero se separa por decantación en la fase líquida.

Se utiliza para la extracción de aceites.

## Sistemas de Calentamiento

- Vapor de Agua
- Aceites de Transferencia de calor
- Eléctrico. Este último se logra por medio de diferentes métodos, tipos de resistencias y materiales.

a) Por radiación  
 Acero inoxidable  
 Cerámica  
 Forro de vidrio  
 Desnudos

b) Por contacto  
 Forro de cerámica  
 Forro de latón  
 Acero inoxidable  
 Mika

c) Por inmersión  
 Cartucho  
 Cobre  
 Acero inoxidable

d) Por difusión  
 Desnudas

## Control de Temperatura

- a) Pirómetro.- Automáticamente se está conectando y desconectando, ahorrando energía.
- b) Termostato.- Una vez que alcanza la temperatura deseada, se apaga.
- c) Directo.- Todo el tiempo se mantiene prendido a la misma temperatura.

## Aislamiento Térmico

El aislamiento térmico se puede definir mejor por el índice al que conduce el calor en comparación con los metales.

Los aisladores térmicos pueden ser:

- 1) materias minerales fibrosas o celulares, - como el asbesto, el vidrio, el sílice, las rocas o las escorias;
- 2) materiales orgánicos fibrosos o celulares, como la caña, el algodón, el caucho, la madera, la corteza de árbol y el corcho;
- 3) plásticos orgánicos celulares, como el poliestireno o el poliuretano, o bien
- 4) metales que reflejan el calor (que deben dar a espacios vacíos o llenos de aire o un gas).

Las formas físicas más comunes de los tipos de aislamientos industriales y de la construcción son:

De relleno suelto y cemento. El aislamiento de relleno suelto consiste en polvos, gránulos o nódulos que se pueden vertir o inyectar mediante soplado a paredes huecas u otros espacios.

Flexible y semi-rfido.- Se pueden obtener materiales con grados variables de compresibilidad y flexibilidad, aislantes de manta, bloques fibrosos o fieltro, tanto orgánicos - como inorgánicos en láminas y rodillos de muchos tipos y variedades. Las cubiertas y las caras se pueden sujetar a uno o los dos lados y servir como refuerzos, barreras de protección contra el vapor, superficies de reflexión o acabados superficiales. Esas cubiertas incluyen combinaciones de películas metálicas o plástico y papel, malla de alambre o tiras metálicas. Los aisladores se proporcionan en una gran variedad de tamaños y espesores estándares que facilitan su manejo.

Rfido.- Estos materiales existen en dimensiones rectangulares denominadas bloques, placas o láminas, preconformados durante la fabricación en espesores, anchuras y longitudes estándares. Se pueden encontrar los aisladores para tuberías y superficies curvas en segmentos o secciones medias en los que radios de curvatura se ajustan a los estándares de las tuberías y los tubos.

De reflexión.- Se dispone de material de

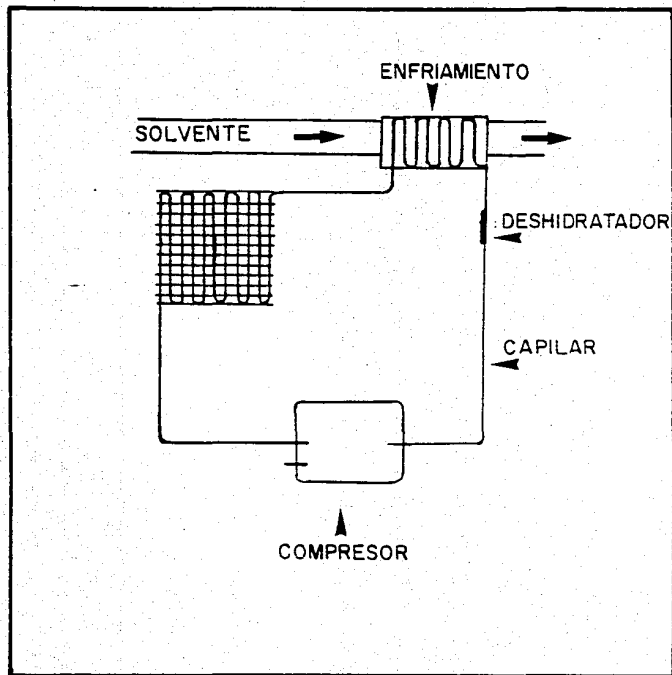
reflexión en láminas y rodillos de construcción de una o varias capas y en formas premoldeadas con espacios de aire integrados.

Moldeados en el sitio.- Estos materiales existen como componentes líquidos que se pueden vertir o rociar en el sitio para formar espumas aisladoras rígidas o semi-rígidas.

Los materiales auxiliares para el aislamiento térmico incluyen sujetadores, tanto mecánicos como adhesivos; acabados, como forros y caras rectificadas, que pueden servir como protección o barrera contra el vapor; recubrimientos contra el tiempo y el vapor; adhesivos retardados, selladores, membranas y compuestos de protección.

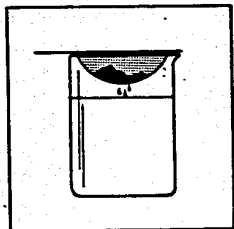
## Sistemas de enfriamiento.-

Refrigeración por gas freon: se basa en - la compresión y expansión de un gas relacionado con la energía necesaria para esto.

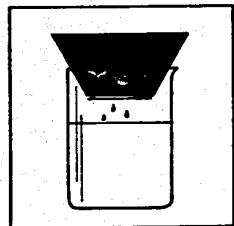


El proceso comienza al comprimir el gas - en un tramo de tubo capilar pasando posterior<sup>mente</sup> por un deshidratador y entrando a un tubo de mayor diámetro provocando la expansión del gas y por lo tanto, baja la presión y provoca que el gas satisfaga sus requerimientos energéticos. Este proceso provoca que el área exterior del tubo existan bajas temperaturas y si el ambiente es húmedo se logra la aparición de cristales. Dentro de esta área, existe un intercambio de calor entre el gas y el medio ambiente previamente aislado, después - de esta área aislada térmicamente pasa a un serpentín para disipar ahí el calor que recuperó en esta zona de aislamiento, pasando de nuevo al compresor para completar su ciclo.

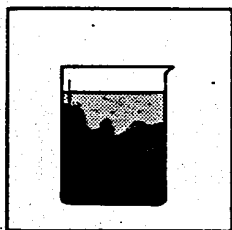
Refrigeración por aire: Consiste en hacer pasar el material a enfriar por un serpentín el cual está provisto de aletas de enfriamiento que ayudan a disipar el calor, estas ale-



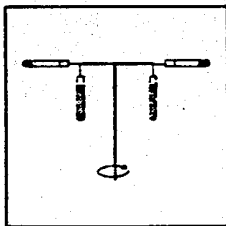
COLADO O TÁMIZADO



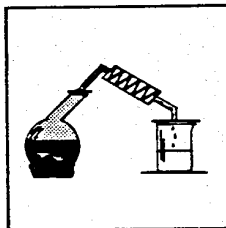
FILTRADO



DECANTACION



CENTRIFUGADO



DESTILACION

tas están expuestas a una corriente de aire - que provoca el cambio de temperatura.

Enfriamiento por agua.- Las torres de enfriamiento, intercambiadores de calor, chaquetas de enfriamiento, todas éstas basadas en el mismo principio de enfriamiento. Este proceso consiste en provocar una cascada para tener en contacto el aire ambiental con el agua caliente proveniente de nuestro proceso.

La caída de agua en la cascada puede ser de diferentes maneras que beneficien el contacto aire-agua, (aletas de enfriamiento, laminillas, empaques, etc.)

Productos existentes

a) Capacidad.- Existen las de laboratorio que son de 3 a 5 galones, hasta las industriales que varían hasta los 800 gal. o más.

b) Método de destilación.- Las de laboratorio, por lo general son por lote y de un solo paso y las industriales son continuas de varias etapas.

c) Limpieza y mantenimiento.- Las más pequeñas se lavan directamente con agua y jabón, sólo una utiliza bolsas de alta temperatura y únicamente al finalizar el proceso se tira la bolsa junto con el residuo. Las grandes deben limpiarse con ciertos implementos como palas.- Para su mantenimiento son muy complicadas y difíciles de desarmar en caso de compustura o --limpieza.

d) Tiempo de destilación.- Las más pequeñas tardan 8 horas en terminar su proceso, dependiendo el tipo de solvente que se maneje. - Las industriales tardan alrededor de 5 horas - dependiendo de la capacidad y el modelo.

e) Operación.- Por lo general, las de laboratorio son las únicas que consideran al operador, en las grandes los procesos son muy complicados al igual que su operación.

f) Accesorios.- Bolsas para residuos, palas, bombas de vacfo para acelerar el proceso- que por lo general la tienen sólo las destiladoras industriales más grandes.

g) Costos.- De \$12,000 000 hasta \$50, 000 000

y si es una planta industrial muy grande quiza más.

h) Materiales utilizados.- Acero inoxidable, plásticos, hules, fierro y aislantes como poliestireno, fibra de vidrio y poliuretano expandido.



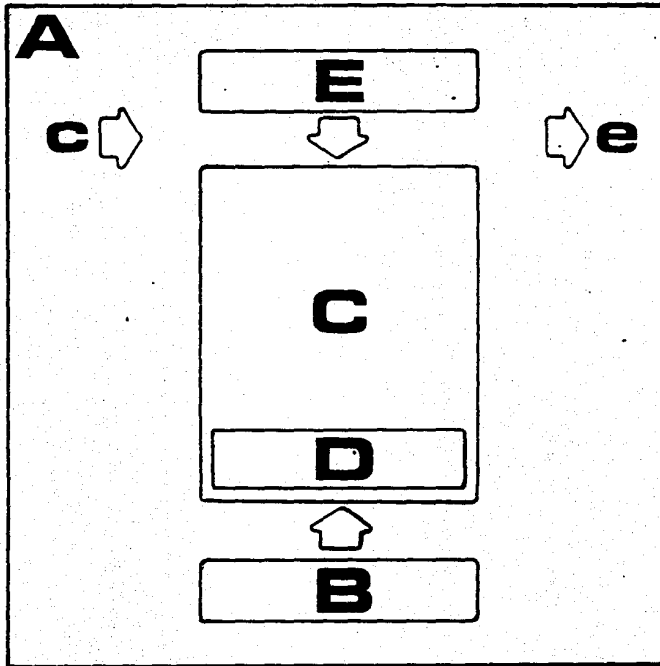
# **Definición del Objeto de Diseño**

## DEFINICION DEL OBJETO DE DISEÑO

La función de un sistema de recuperación de solventes, es como su nombre lo indica la obtención de solventes limpios y aprovechables nuevamente. Este proceso se inicia alimentando el sistema con el solvente sucio, al que se le proporcionará calor, para así lograr un aumento en su temperatura y por lo tanto, un cambio en su estado físico, dejando abajo la materia contaminada y pasando posteriormente mediante una disminución de temperatura a recuperar nuevamente su estado líquido.

Descomposición del objeto en elementos:

- A) Elección de un proceso de separación.
- B) Un sistema de calentamiento, que logre un cambio en el estado físico del solvente.
- C) Un elemento contenedor del líquido.
  - c) Sistema de entrada o alimentador del solvente.
- D) Elemento residual que sea capaz de contener la materia pesada o desecho.
- E) Sistema de enfriamiento para lograr la condensación del solvente.
  - e) Sistema de salida del solvente limpio.



# Objetivos Generales

## OBJETIVOS GENERALES

1. Para la pequeña y mediana industria, que implica una recuperación de 1000 a 3000 lt de solvente al mes.
2. Seguridad tanto para la empresa como para quien la opera.
3. Menor costo que los ya existentes (\$12'000 000)
4. Facilitar la limpieza y mantenimiento de la máquina.
5. Recuperación de la mayor parte del solvente sucio de 90-95%.
6. Lo más compacto posible.
7. Fácil de operar
8. Separación de materia sólida, grasas y aceites.
9. Establecer un rango de destilación.
10. Aprovechamiento en cuanto a la operación del sistema.

## REQUISITOS DE CONCEPTO Y DE DISEÑO

1. Para la pequeña y mediana industria.
2. El sistema deberá ser bastante simple para operarse con el personal existente y usando un mínimo de su trabajo al día.
3. Fácil instalación.
4. El sistema debe ser de un tamaño para operarse en un sólo turno, tomando en cuenta que pudiera utilizarse de 1 a 5 días a la semana dependiendo de la empresa.

## **Analisis y Conclusiones**

ANALISIS FUNCIONAL

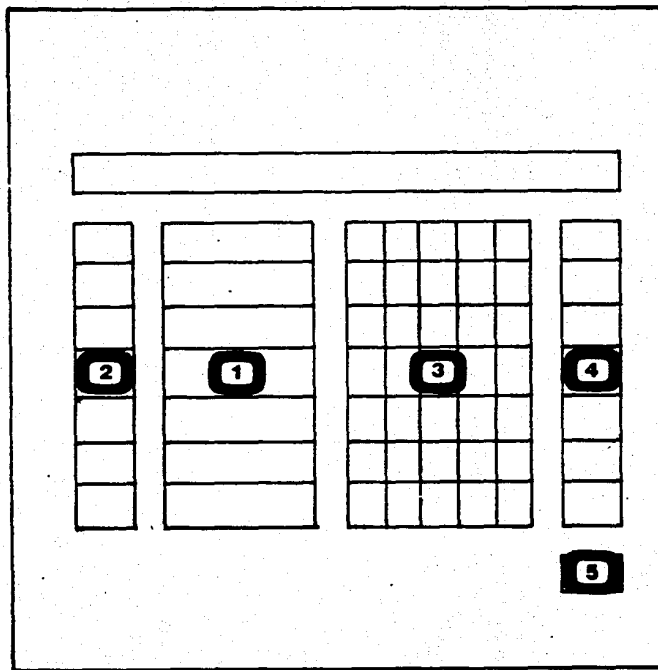
Una vez bien identificados y definidos -- los elementos que forman un sistema de recuperación de solventes, se procederá a analizar, cada una de las posibles soluciones.

Para determinar cuál de las alternativas es la idónea y cumple con las necesidades de cada elemento se realizarán cuadros evaluativos que permitan comparar una alternativa con otra, especificando entonces, por qué una es seleccionada de entre las demás.

El cuadro funciona así; se tiene un listado de características requeridas **1** determinadas con anterioridad, las cuales son el punto de comparación, estas características tienen un valor de jerarquía **2** de 3 a 1 siendo el tres el de mayor jerarquía y el uno de menor.

El valor de características requeridas **3** se encuentra asignado en escala del 1 al 5 proporcionándose más puntos cuanto mayor sea el número.

Una vez teniendo el valor de jerarquía y-



el de características, se multiplican y se pone el resultado en la columna de totales (4), la suma de totales nos da el valor final de evaluación (5), valor que se compara con las otras alternativas dando así la solución ideal.

Como el valor de características requeridas (6) se expresa gráficamente en barras, se puede también observar visualmente que el que tiene mayor concentración de barras aventaja al que tiene menor.

Otro punto de comparación es un listado de ventajas y desventajas en el cual más específicamente se menciona información que nos ayuda a seleccionar más detalladamente nuestra alternativa.

Interpretación de las Características Requeridas.-

A. Elección de un proceso de separación.

Funcionalidad: Adaptabilidad a los objetivos y características requeridas.

Seguridad: Tanto de la empresa como del personal.

Rapidez: Tiempo en que se realiza el proceso.

A2.- Proceso de separación.

Funcionalidad: Adaptabilidad a los objetivos y características requeridas.

Factibilidad de producción: condiciones, materiales y procesos accesibles.

Seguridad: Tanto de la empresa como del personal.

Costo de operación: Gastos del equipo ya en funcionamiento.

Costo: Precio del equipo

Simplicidad: Sencillez en el funcionamiento del sistema.

Rapidez: Tiempo en que se realiza el proceso.

Facilidad de manejo: Para el operador.

B. Sistema de calentamiento.

Seguridad

Funcionalidad

Simplicidad

Costo de operación

Costo del equipo.

C. Contenedor del líquido.

Seguridad

Funcionalidad

Factibilidad de producción

Mantenimiento: Facilidad de limpieza y reparación del equipo.



Simplificidad

Costo del equipo.

D. Recipiente residual

Funcionalidad

Adaptación: Adaptabilidad al sistema con-  
tenedor seleccionado.

Costo del equipo

Mantenimiento

E. Sistema de enfriamiento

Funcionalidad

Factibilidad de producción

Costo de operación

Costo del equipo

Seguridad.

A.- Elección de un proceso de separación

1.- DECANTACION							
3 ↓ 1	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS					TOTAL
	X	1	2	3	4	5	
3	FUNCIONALIDAD	■	□	□	□	□	3
2	SEGURIDAD	■	□	□	□	□	2
2	RAPIDEZ	■	□	□	□	□	2
							7

### Decantación

Ventajas:

- No es necesario equipo especial.

Desventajas:

- Muy lento
- Riesgoso
- Se necesita un espacio muy amplio para tener los recipientes con el líquido en reposo.
- Consecuentemente al perder tiempo, se tienen pérdidas económicas.

2.- CENTRIFUGADO							
3 ↓ 1	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS					TOTAL
	X	1	2	3	4	5	
3	FUNCIONALIDAD	■	□	□	□	□	3
2	SEGURIDAD	■	■	■	■	■	10
2	RAPIDEZ	■	■	■	■	■	10
							23

### Centrifugado

Ventajas:

- Separación muy rápida

Desventajas:

- Equipo especial
- No separa las partículas disueltas.

3-FILTRADO							
3	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS					TOTAL
1	<b>X</b>	1	2	3	4	5	
3	FUNCIONALIDAD	■	□	□	□	□	3
2	SEGURIDAD	■	■	■	■	■	10
2	RAPIDEZ	■	■	□	□	□	4
							17

Filtrado

Ventajas:

- No necesita equipo especial.

Desventajas:

- Separa únicamente partículas sólidas.

Tamizado

Ventajas:

- No necesita equipo especial

Desventajas:

- separa únicamente partículas sólidas.

4-TAMIZADO							
3	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS					TOTAL
1	<b>X</b>	1	2	3	4	5	
3	FUNCIONALIDAD	■	□	□	□	□	3
2	SEGURIDAD	■	■	■	■	■	10
2	RAPIDEZ	■	■	■	□	□	6
							19

5-DESTILACION							
3 ↓ 1	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERISTICAS REQUERIDAS					T O T A
	<b>X</b>	1	2	3	4	5	
3	FUNCIONALIDAD						15
2	SEGURIDAD						8
2	RAPIDEZ						6
							29

### Destilación

ventajas:

- Separa materia sólida y partículas disueltas.
- El proceso puede acelerarse aumentando -- áreas de calentamiento, enfriamiento, etc.
- Es un proceso sencillo
- Teniendo las precauciones necesarias, no implica ningún riesgo.

A1-ELECCION DE PROC. DE SEPARACION							
No.	5	10	15	20	25	30	35
1							
2							
3							
4							
5							
METODO DE SEPARACION: DESTILACION							

Desventajas:

- Se necesita un poco más equipo que los -- otros procesos.

## A2.- Proceso de separación

## Requisitos específicos:

- El intervalo de destilación de los solventes más utilizados dentro de la industria en México, se encuentra los 38°C-160°C.
- El rango de destilación corresponde al uso de solventes ligeros y medios.
- En este rango el proceso es más rápido y menos riesgoso.
- No pasar de 180°C por cuestión de seguridad.
- Las temperaturas de autoinflamación oscilan entre 300 y 500°C.
- La capacidad de destilación será de 140 lt.
- La presión ordinaria es suficiente tomando en cuenta las temperaturas de trabajo, además de ser el medio más común y económico.

1.- CONTINUA DE UN SOLO PASO							
3 ↓ 1	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS					T O T A
	<b>X</b>	1	2	3	4	5	
3	FUNCIONALIDAD	■	■	□	□	□	6
3	FACTIBILIDAD	■	■	■	■	□	12
3	SEGURIDAD	■	■	■	□	□	9
3	COSTO DE OPERACION	■	□	□	□	□	3
2	COSTO	■	■	■	□	□	6
2	SIMPLICIDAD	■	■	■	■	■	10
2	RAPIDEZ	■	■	■	■	■	10
2	FACILIDAD DE MANEJO	■	■	■	■	■	0
							66

Continua de un solo paso

## ventajas:

- La más sencilla de las operaciones continuas.

2-CONTINUA DE VARIAS ETAPAS							
3 1 1	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTE- RISTICAS REQUERIDAS					T O T A L
	X	1	2	3	4	5	
3	FUNCIONALIDAD	■	□	□	□	□	3
3	FACTIBILIDAD.	■	■	■	□	□	9
3	SEGURIDAD	■	■	■	□	□	9
3	COSTO DE OPERACION	■	□	□	□	□	3
2	COSTO	■	□	□	□	□	2
2	SIMPLICIDAD	■	■	□	□	□	4
2	RAPIDEZ	■	■	■	■	□	8
2	FACILIDAD	■	■	□	□	□	4

42

3-INTERMITENTE DE UN SOLO PASO							
3 1 1	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTE- RISTICAS REQUERIDAS					T O T A L
	X	1	2	3	4	5	
3	FUNCIONALIDAD	■	■	■	■	■	15
3	FACTIBILIDAD	■	■	■	■	■	15
3	SEGURIDAD	■	■	■	■	□	12
3	COSTO DE OPERACION	■	■	■	■	■	15
2	COSTO	■	■	■	■	■	10
2	SIMPLICIDAD	■	■	■	■	■	10
2	RAPIDEZ	■	■	■	■	□	8
2	FACILIDAD DE MANEJO	■	■	■	■	■	10

95

- El proceso es rápido
- Su manejo es simple

Desventajas:

- Resulta inútil para la cantidad de solvente que se va a trabajar.
- Necesita instalaciones especiales.

Continua de varias etapas

Ventajas:

- El proceso es más rápido que una operación intermitente por etapas.
- Es apto para las grandes industrias.

Desventajas:

- Es inútil para la cantidad de solvente -- que se va a manejar.
- Los costos tanto de operación como de fabricación resultan muy elevados.
- Un sistema muy complicado.
- Necesita de instalaciones especiales.

4-INTERMITENTE DE VARIAS ETAPAS							
3 ↓ 1	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTE- RISTICAS REQUERIDAS					T O T A L
		1	2	3	4	5	
	<b>X</b>						
3	FUNCIONALIDAD	■	■	■	■	□	12
3	FACTIBILIDAD	■	■	■	□	□	9
3	SEGURIDAD	■	■	■	■	□	12
3	COSTO DE OPERACION	■	■	■	□	□	9
2	COSTO	■	■	■	■	□	8
2	SIMPLICIDAD	■	■	■	□	□	6
2	RAPIDEZ	■	■	■	□	□	6
2	FACILIDAD	■	■	■	■	□	8
<b>70</b>							

Intermitente de un solo paso

Ventajas:

- Es la más económica de las operaciones, - no necesita instalaciones especiales.
- El período de destilación es más corto y se puede acelerar.
- Cumple con las características requeridas para la separación del solvente.

Desventajas:

- La seguridad no es plena, pero puede ser completamente segura.

### A2-PROCESO DE SEPARACION

No.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	■	■	■	■	■	■	■	□	□	□
2	■	■	■	■	□	□	□	□	□	□
3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	□
4	■	■	■	■	■	■	■	□	□	□
PROC. DE SEP: INTERMITENTE DE UN SOLO PASO										

Intermitente de varias etapas

Ventajas:

- No necesita instalaciones especiales

Desventajas:

- Es un proceso más tardado, además de no adaptarse a las necesidades requeridas.

1- ELECTRICO							
3 ↓ 1	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS					TOTAL
		1	2	3	4	5	
	<b>X</b>						
3	SEGURIDAD	■	■	■	■	■	15
3	FUNCIONALIDAD	■	■	■	■	■	15
3	SIMPLICIDAD	■	■	■	■	■	15
2	COSTO DE OPERACION	■	■	■	■	□	8
1	COSTO DEL EQUIPO	■	■	■	■	■	5
							<b>58</b>

B.- Sistema de Calentamiento

### Eléctrico

Ventajas:

- El calor puede repartirse uniformemente.
- Es un sistema muy simple
- No necesita de instalaciones especiales.
- Se pueden trabajar las temperaturas deseadas hasta 200°C y existen aditamentos especiales para su control.

Desventajas:

- El costo de operación es más elevado que los otros sistemas.

### Aceite

Ventajas:

- Se pueden lograr muy altas temperaturas.
- Su costo de operación es más bajo.

Desventajas:

- Se necesitan instalaciones especiales.

2- ACEITE							
3 ↓ 1	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS					TOTAL
		1	2	3	4	5	
	<b>X</b>						
3	SEGURIDAD	■	■	■	■	■	15
3	FUNCIONALIDAD	■	■	■	□	□	9
3	SIMPLICIDAD	■	■	□	□	□	6
2	COSTO DE OPERACION	■	■	■	■	■	10
1	COSTO DEL EQUIPO	■	■	■	■	□	4
							<b>44</b>



3- VAPOR							
3 ▼ 1	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS					TOTAL
		1	2	3	4	5	
3	SEGURIDAD	■	■	■	■	■	15
3	FUNCIONALIDAD	■	■	■	■	□	12
3	SIMPLICIDAD	■	■	□	□	□	6
2	COSTO DE OPERACION	■	■	■	■	■	10
1	COSTO DEL EQUIPO	■	■	■	■	□	4
							47

- Mayor pérdida de energía
- Control de temperatura

Vapor

Ventajas:

- Nos puede dar la temperatura requerida.

Desventajas:

- Control de temperatura
- Se necesitan instalaciones especiales
- Mayor espacio de operación
- Mayor pérdida de energía.

BI. SISTEMA DE CALENTAMIENTO										
No.	15	20	2	30	35	40	45	50	55	60
1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	■	■	■	■	■	■	■	□	□	□
3	■	■	■	■	■	■	■	■	□	□
CALENTAMIENTO ELECTRICO										

## B2.- Resistencias

1.- DIFUSION							
3 ↓ 1	CARAC. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTE- RISTICAS REQUERIDAS					TOTAL
	X	1	2	3	4	5	
3	SEGURIDAD	■	■	□	□	□	6
3	FUNCIONALIDAD	■	■	■	□	□	9
2	COSTO	■	■	■	■	■	10
							25

Difusión

Ventajas:

- Es muy económico

Desventajas:

- No basta para el calentamiento requerido.
- Este tipo de resistencias son desnudas y resultan muy peligrosas para el sistema.

Radiación

Ventajas:

- Ofrecen un poco más seguridad todas vienen forradas con vidrio, cerámica, etc.

Desventajas:

- El calentamiento es más lento que por contacto.

2.- RADIACION							
3 ↓ 1	CARAC. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTE- RISTICAS REQUERIDAS					TOTAL
	X	1	2	3	4	5	
3	SEGURIDAD	■	■	■	■	□	12
3	FUNCIONALIDAD	■	■	■	■	□	12
2	COSTO.	■	■	■	■	□	8
							32

3.-CONTACTO							
3 ↓ 1	CARAC. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS					TOTAL
	X	1	2	3	4	5	
3	SEGURIDAD	■	■	■	■	■	15
3	FUNCIONALIDAD	■	■	■	■	■	15
2	COSTO	■	■	■	■	■	8
							38

### Contacto

#### Ventajas:

- Calentamiento es más rápido y uniforme
- Mucho más seguro

#### Desventajas:

- El costo es más elevado

### Inmersión

#### Ventajas:

- Calentamiento mucho más rápido

#### Desventajas:

- Es muy riesgoso.

4. IMERSION							
3 ↓ 1	CARAC. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS					TOTAL
	X	1	2	3	4	5	
3	SEGURIDAD	■	■	■	■	■	9
3	FUNCIONALIDAD	■	■	■	■	■	15
2	COSTO	■	■	■	■	■	6
							30

B2. RESISTENCIAS										
No.	5	10	15	20	25	30	35	40		
1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RESISTENCIA POR CONTACTO										

## C.- Contenedor del líquido

Requerimientos específicos:

- Debe contener 140 lt. máximo
- Evitar vapores
- Facilitar la entrada y salida del solvente.
- Facilitar limpieza y mantenimiento.

Fijo

Ventajas:

- Muy seguro

Desventajas:

- Mayor mantenimiento
- Mayor dificultad para operaciones de manejo.

Móvil

Ventajas:

- Fácil manejo

1.- FIJO							
3	CARAC. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS				TOTAL	
1	<b>X</b>	1	2	3	4	5	
3	SEGURIDAD	■	■	■	■	■	15
3	FUNCIONALIDAD	■	■	■	■	■	9
3	FACTIBILIDAD DE PRODUC.	■	■	■	■	■	15
2	SIMPLICIDAD	■	■	■	■	■	10
1	COSTO	■	■	■	■	■	5
							54

2- MOVIL							
3 v 1	CARAC. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTE- RISTICAS REQUERIDAS				T O T A L	
	X	1	2	3	4		5
3	SEGURIDAD	■	■	■	■	■	12
3	FUNCIONALIDAD	■	■	■	■	■	15
3	FACTIBILIDAD DE PRODUC.	■	■	■	■	■	15
2	SIMPLICIDAD	■	■	■	■	■	10
1	COSTO	■	■	■	■	■	5
							57

- Fácil mantenimiento
- Facilita el llenado del recipiente

Desventajas:

- puede facilitarse el escape de vapores, - aunque esto puede ser corregido totalmen te.

C1. CONTENEDOR DEL LIQUIDO								
No.	25	30	35	40	45	50	55	60
1	■	■	■	■	■	■	■	■
2	■	■	■	■	■	■	■	■
CONTENEDOR MOVIL								

1- EL MISMO TAMBOR							
3	CARAC. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS					TOTAL
1	X	1	2	3	4	5	
3	SEGURIDAD						15
3	FUNCIONALIDAD						15
3	FACTIBILIDAD DE PRODUC.						15
3	MANTENIMIENTO						15
2	SIMPLICIDAD						10
2	COSTO						10
							77

C2.- Contenedor del líquido

El mismo tambor de 200 lt.

Ventajas:

- Muy práctico
- Fácil mantenimiento
- Bajo costo
- Facilita mucho la operación del usuario.

Desventajas:

- Se condiciona al uso de tambores en perfectas condiciones. A fin de que sea completamente seguro.

2- RECIPIENTE ESPECIAL							
3	CARAC. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS					TOTAL
1	X	1	2	3	4	5	
3	SEGURIDAD						15
3	FUNCIONALIDAD						12
3	FACTIBILIDAD DE PRODUC.						12
3	MANTENIMIENTO						15
2	SIMPLICIDAD						8
2	COSTO						8
							70

Recipiente especial

Ventajas:

- Fácil mantenimiento
- Mayor seguridad

Desventajas:

- Mayor gasto
- Producción de un recipiente especial.

**C2. CONTENEDOR DEL LIQUIDO**

No. 10 20 30 40 50 60 70 80

1

2

CONTENEDORES RECIPIENTE ESPECIAL

**1.- BOLSAS PLASTICAS DESECHABLES**

3 ↓ 1	CARACTE. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTE- RISTICAS REQUERIDAS					T O T A L
	<b>X</b>	1	2	3	4	5	
3	FUNCIONALIDAD	■	■	■	■	■	9
3	ADAPTACION	■	■	■	■	■	15
3	COSTO DEL EQUIPO	■	■	■	■	■	3
2	MANTENIMIENTO	■	■	■	■	■	10
							<b>37</b>

**2.- BOLSA ESPECIAL**

3 ↓ 1	CARAC REQUERIDAS	VALOR DE CARACTE- RISTICAS REQUERIDAS					T O T A L
	<b>X</b>	1	2	3	4	5	
3	FUNCIONALIDAD	■	■	■	■	■	9
3	ADAPTACION	■	■	■	■	■	15
2	COSTO DEL EQUIPO	■	■	■	■	■	15
2	MANTENIMIENTO	■	■	■	■	■	2
							<b>41</b>

D.- Elemento Residual

Requerimientos especificos:

- Producción máxima de lodos 5 kg. en 140lt.
- Se consideran residuos de resinas, pigmentos, polvos, arena, tierra, grasas, -- aceites, etc.

Bolsas de plástico de alta resistencia  
(Desechables)

Ventajas:

- Es muy práctica, facilita mucho la limpieza.

Desventajas:

- Impide la transferencia de calor
- Es muy cara
- Elemento de importación

Bolsa especial

Ventajas:

- Se puede adaptar muy bien al sistema

3.- CHAROLA RESIDUAL							
3 ↓ 1	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS					T C T A L
		1	2	3	4	5	
	<b>X</b>						
3	FUNCIONALIDAD						15
3	ADAPTACION						15
3	COSTO DEL EQUIPO						15
2	MANTENIMIENTO						8
							<b>53</b>

- Práctica

Desventajas:

- Muy difícil su mantenimiento
- Impide la transferencia de calor

Charola Residual

Ventajas:

- No impide la transferencia de calor
- Fácil producción
- Se puede adaptar fácil al sistema

Desventajas:

- Después de cada uso, habrá que limpiar la charola (pero no el tambor).

D.- ELEMENTO RESIDUAL											
No.	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	
1											
2											
3											
ELEMENTO RESIDUAL: CHAROLA ESPECIAL											



1.- AGUA							
3   1	CARACT. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTE- RISTICAS REQUERIDAS					T O T A L
		1	2	3	4	5	
	<b>X</b>						
3	FUNCIONALIDAD						15
3	FACTIBILIDAD						12
3	COSTO DE OPERACION						15
2	COSTO DE EQUIPO						10
2	SEGURIDAD						10
							62

E.- Sistema de enfriamiento

Requisitos específicos:

- Evitar motores dentro del sistema.

### Agua

Ventajas:

- La operación es muy barata
- La factibilidad de producción de un condensador por agua es más alta que cualquier otro sistema.
- Ofrece mayor seguridad
- Es más práctico

Desventajas:

- El condensador deberá fabricarse de acuerdo a la necesidad del sistema.

### Aire

Ventajas:

- El costo de operación es muy barato.

2.- AIRE							
3   1	CARAC. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTE- RISTICAS REQUERIDAS					T O T A L
		1	2	3	4	5	
	<b>X</b>						
3	FUNCIONALIDAD						15
3	FACTIBILIDAD						9
3	COSTO DE OPERACION						15
2	COSTO DE EQUIPO						8
2	SEGURIDAD						10
							57

3.- GAS FREON							
3 1	CARACTE. REQUERIDAS	VALOR DE CARACTE. — RISTICAS REQUERIDAS					T O T A
		1	2	3	4	5	
	<b>X</b>						
3	FUNCIONALIDAD						15
3	FACTIBILIDAD						9
3	COSTO DE OPERACION						12
2	COSTO DE EQUIPO						6
2	SEGURIDAD						8
							50

Desventajas:

- Ocupa mucho espacio
- Si el área de enfriamiento no basta, el equipo de condensación tendrá que fabricarse de acuerdo a las necesidades del sistema.

#### Gas Freón

Ventajas:

- Enfría a más bajas temperaturas
- Existen equipos pequeños y prácticos en el mercado.

Desventajas:

- Más peligroso
- El costo de operación es más elevado.

E.- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO										
No.	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
1										
2										
3										
ENFRIAMIENTO POR AGUA										

## E.- Salida del Solvente

Tanto la salida como la entrada del solvente son puntos que deben considerarse.

El método más sencillo de transporte desde el condensador a un punto dado donde el solvente debe ser depositado, es por medio de mangueras si éste está retirado, y directo si no lo está. Este punto se decidirá en la etapa del diseño.

## Análisis de Antropometría y Ergonomía

En esta etapa se determina la adaptación óptima del operador al sistema y área de trabajo que le rodea.

El modelo antropométrico se determinó con un promedio entre el percentil 95 y el 5 para hombres, obteniéndose un promedio de estatura de 173.2 cm.

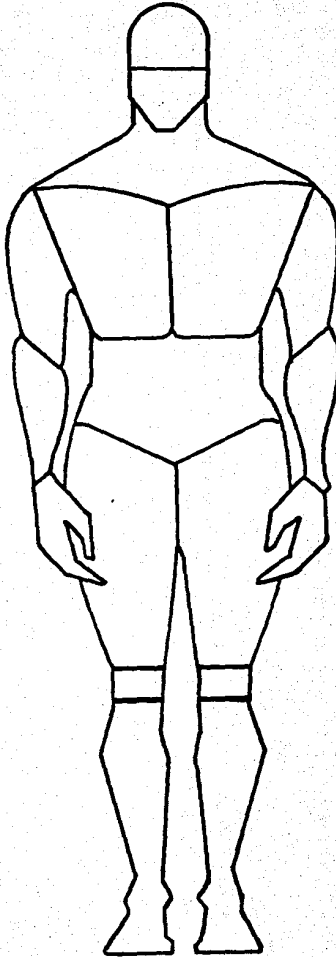
La determinación del modelo antropométrico se tomó como resultado de una población de usuarios masculinos mayoritaria y aunque el usuario femenino está presente, es mínimo, es por eso que los estudios necesarios para la realización del sistema se tomaron a partir de la población masculina promedio.

El estudio se realizará en dos etapas: de Diseño y de Lugar.

### Diseño:

A. La colocación del recipiente dentro del sistema.

a) Vacío



b) Lleno

B. Llenar el recipiente con el solvente a destilar. Esto se puede hacer de varias formas: por medio de columpios, mangueras, -- bombas, etc., todos estos sistemas los podemos encontrar dentro de la pequeña y mediana industria, siendo el más común por medio de mangueras.

C. Encendido, apagado y colocación de displays. En este punto se debe tener muy presente el campo visual del individuo, tanto como el alcance de éste, para la colocación óptima de displays.

Existen en el mercado modelos especiales para maquinaria que trabaja temperaturas elevadas. El modelo nacional, contiene un timer de cuenta regresiva, (puede adaptarse al tiempo necesario), pirómetro integrado, un indicador luminoso de encendido colorverde, uno de término de proceso color anaranjado con alarma intermitente de sonido agudo (para uso industrial) tiempo de exposición de 6 seg. y 1 seg. de frecuencia. También contiene un indicador de temperatura que señala cuando ésta pasa del nivel

normal, ya sea que esté alta o baja; el color del indicador es rojo y tiene una alarma aguda y continua que permanece hasta ser desactivada, deteniendo el proceso.

Existen otros modelos nacionales que contienen los mismos elementos, únicamente aumentando características como índice de refracción, viscosidad, etc., que son factores no necesarios para los fines de este proyecto, -- además de que elevan su costo.

El modelo de importación tiene las mismas características, e igual calidad pero el costo es mucho más elevado.

Tanto la temperatura tope en el pirómetro, como los rangos divisionales del timer se adaptan a las características requeridas de cada equipo. En este caso, trabajaremos como temperatura máxima 170° C, y los rangos se de terminarán posteriormente.

D. Mantenimiento.- Dentro del contenedor del solvente se colocará un recipiente residual que pueda contener como máximo 5 kg. de lodos residuales. Este punto es recono



cido con el fin de tenerse presente dentro de la etapa de diseño; las especificaciones de manejo se darán dentro de esa misma etapa.

Color.- Los colores que se utilizan para protección y recubrimiento de máquinas son: azul, verde seco, gris pizarra y amarillo -- ocre. Para recubrimiento de materiales que están en contacto con temperaturas elevadas únicamente se maneja el silicato de etilo (gris).

Lugar:

Instalaciones y área de trabajo.

El sistema deberá colocarse cerca de una toma de agua y una toma eléctrica.

El lugar debe ser ventilado.

El tamaño del equipo se ve limitado a 82 x 192 cm como máximo, ya que las puertas de talleres y negocios pequeños suelen tener tales medidas (como mínimo).



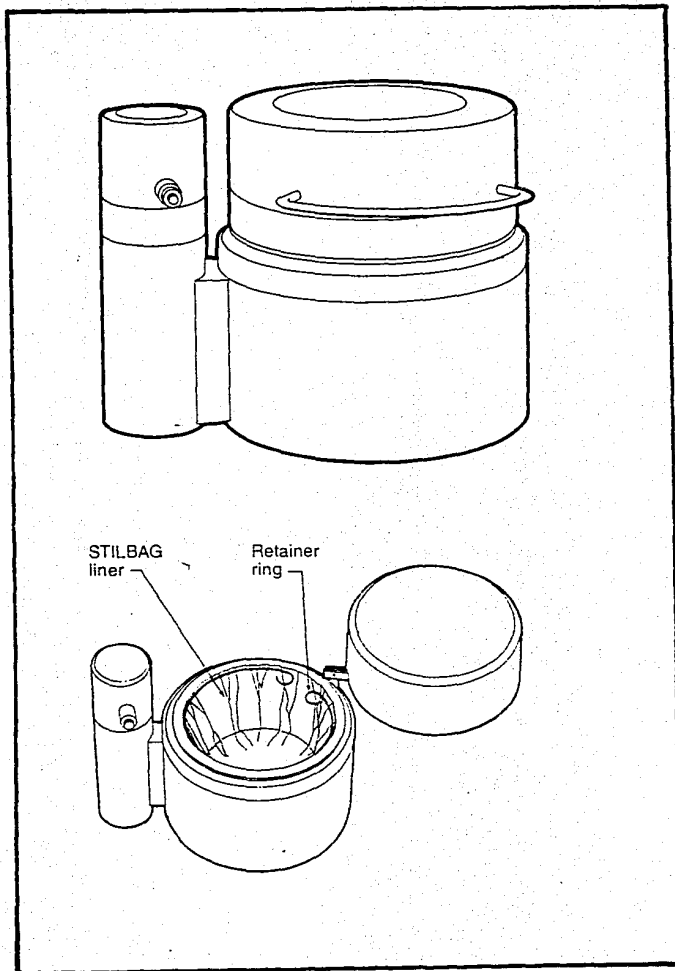
## Análisis de Productos Existentes

Existen en el mercado algunos modelos recuperadores de solventes de los cuales se descartaron aquellos que van dirigidos a las grandes empresas.

Se analizaron cinco modelos que son los más conocidos y son importados de diversos puntos de U.S.A. Estos sistemas están diseñados de acuerdo a las necesidades de dicho país, es por eso que estas recuperadoras no han dado resultado, ya que en México las necesidades de la industria son muy diferentes.

LS-Jr.- De "Solvent Distillation Equipment" modelo de laboratorio. Al igual que este modelo existen algunos más con las mismas características variando únicamente la forma. Este tipo de recuperadoras de solvente son quizá las más agradables.

Dicho modelo tiene capacidad de 3-5 galones y los procesa alrededor de 8 hrs. Trabaja temperaturas hasta de 150°C, su sistema de calentamiento es eléctrico y el condensador es por agua.



Los desechos quedan en una bolsa de plástico de alta resistencia, la cual se retira al terminar el proceso.

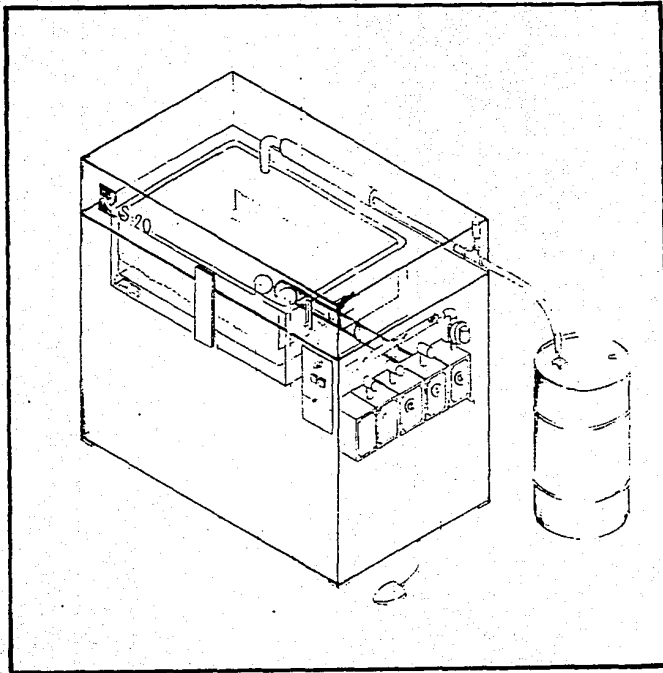
Está construida en su totalidad en acero inoxidable y su costo es de \$ 4000 dls.

Tiene la ventaja de ser muy simple, novedosa y agradable a la vista, además de ser muy práctica y de fácil limpieza por el uso de las bolsas.

Tiene como desventaja, el ser de una capacidad tan pequeña y un período de operación tan largo. El uso de bolsas de plástico retarda el proceso, impidiendo la transferencia de calor.

RS-15.- De "Recyclene Products, Inc." Capacidad para 15 galones, y los procesa en un tiempo promedio de 5-7 hrs. Su calentamiento es eléctrico y su condensador es por agua. Para su limpieza se utilizan implementos especiales como palas y escobillas.

Maneja como temperatura máxima 320°F (160°C).





Su construcción es de acero inoxidable totalmente.

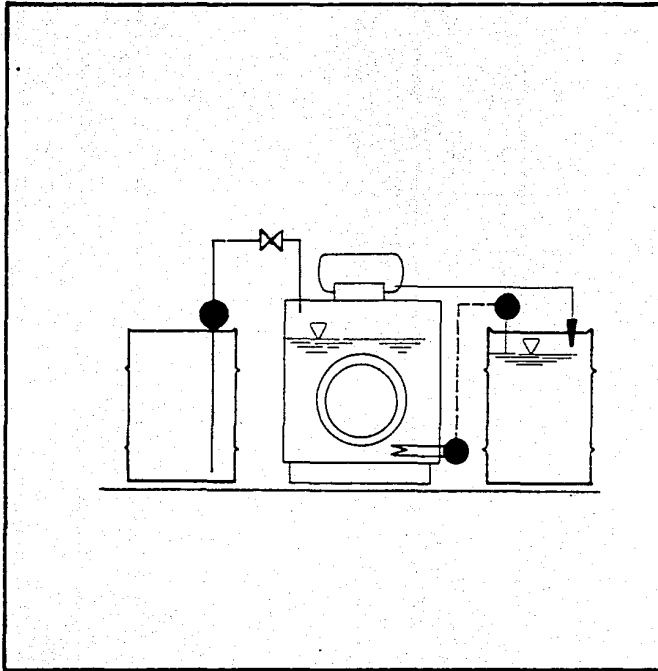
Recupera de un 90-95%, su depósito no es muy profundo lo que facilita la limpieza de éste.

Tiene el inconveniente de ser un diseño muy poco ordenado, es bastante grande y tiene mucho espacio desaprovechado. Su costo es de \$ 5,500 dls.

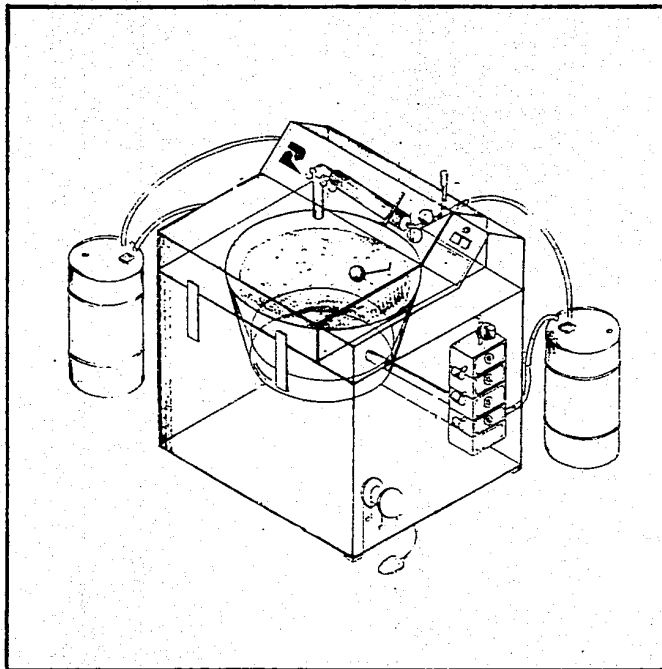
D-55.- Modelo de "D.W. Renzmann". Capacidad para 55 galones, el proceso lo realiza entre 5-7 hrs. Se calienta por medio de vapor y utiliza agua para su condensación.

La máquina está construida en su totalidad en acero inoxidable y su costo es de \$ 6,700 dls.

Tiene la ventaja de ser más compacta, pero debe adaptarse a una torre de enfriamiento forzosamente. Su tiempo de destilación es bueno. La temperatura máxima de destilación es de 180°C.



RS-60.- Modelo de "Recyclene Products, -- Inc." Capacidad para 60 galones. El tiempo de destilación se encuentra entre 6 y 8 hrs. Maneja hasta 230°C. Construida en acero inoxidable.



Tiene la ventaja de ser muy simple, pero tiene mucho espacio desperdiciado, es muy impráctica y no se considera al operador como parte integral de la máquina. Su costo es de \$ 6,500 dls.

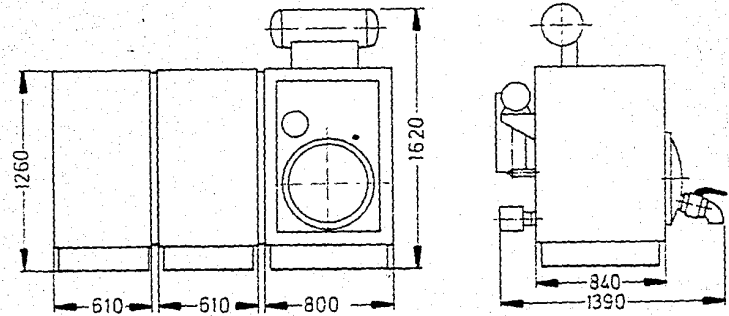
DAS-70.- Modelo de "E.W. Renzmann". Capacidad para 70 galones. Su tiempo de destilación se encuentra entre 5 y 7 hrs. Maneja hasta 400°F. Su construcción es de acero inoxidable. Se calienta por medio de vapor de agua y su condensador es por agua también.

Su tiempo de destilación es muy bueno. Su costo es de \$7,800 dls.

Este modelo junto con el de 15 galones, son los más vendidos en U.S.A., aunque existen equipos de 5,15,40,60,70,110,175,220 y 300 galones.

Una vez realizado el análisis, concluimos

que dichos equipos tienen muchos aspectos positivos, que serán tomados en cuenta únicamente para saber el nivel competitivo en el mercado, dichos aspectos serán enlistados en los requerimientos antes de la etapa de diseño, aunque también encontramos aspectos negativos que -- simplemente no se adaptan a las necesidades -- de las industrias del país.



# **Principios de Funcionamiento**

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

## Pruebas de laboratorio

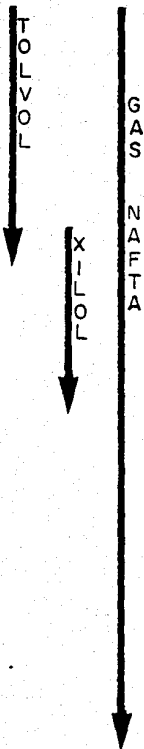
Se realizó la destilación de una muestra de toluol, xilol y gas nafta de 130 grs. c/u. (por destilación directa), los resultados pueden ser observados en la columna de la izquierda.

La primera columna indica el tiempo en -- que se tomó la muestra, la segunda nos da la temperatura de destilación y la tercera el volumen recopilado en la muestra.

La primera etapa del volumen destilado corresponde al solvente más ligero que en este caso contiene un poco de gasnafta, pues tiene un rango de destilación más abierto. El segundo corresponde al xilol y un poco de gasnafta, y el tercero únicamente a la gasnafta.

Cuando los rangos de destilación varían mucho entre las mezclas como por ejemplo: un metanol con rango de 46-56°C y el de un xileno de 120-135°C, al terminar la destilación del metanol deja de caer solvente y posterior

TIEMPO (hr.)	T°C	VOL. DESTILADO (cm <sup>3</sup> )
14.55	30°	0
15.07	110°	1 <sup>a</sup> GOTA
15.08	120°	30
15.085	122°	20
15.09	125°	25
15.095	128°	30
15.10	131°	30
15.105	134°	25
15.11	137°	30
15.115	140°	30
15.12	143°	30
15.125	146°	10
15.13	146°	10
15.135	148°	15
15.14	152°	10
15.145	153°	20
15.15	154°	15
15.165	157°	20
15.18	160°	15
15.195	165°	10
		375 cm <sup>3</sup>



mente entra una etapa seca hasta los 120°C, --  
terminando la destilación a los 135°C.

Antes de comenzar a bocetar es necesario --  
considerar lo siguiente; que nos ayudará a de-  
terminar las ventajas prácticas y tamaño del --  
equipo para un buen funcionamiento.

Tenemos 133 lt. por carga y considerando --  
que recuperaremos un 95% del solvente a desti-  
lar, obtendremos la carga estimada. Esta carga  
se distribuye en un número determinado de hrs.  
que consideramos competitivo entre 3-5 hrs., --  
tomando 5 hrs. como tiempo máximo de destila-  
ción, para determinar la carga por hora.

Posteriormente para determinar las áreas --  
requeridas para el calentamiento y condensa-  
ción del solvente, es necesario calcular el ca-  
lor sensible, calor necesario para subir 1°C --  
la temperatura del solvente, y el calor laten-  
te, que es el calor necesario para lograr un --  
cambio de fase.

Una vez teniendo estos datos, se suman y --  
obtenemos el calor necesario para lograr el --  
proceso en un tiempo máximo de 5 hrs., y el --

área necesaria para el calentamiento del sol-  
vente.

En cuanto al área de condensación única--  
mente basta con que el calor latente sea disi-  
pado para lograr un cambio de fase, por lo --  
que se tomará la misma área calculada para el  
calentamiento del solvente, pero manteniendo-  
ésta a temperatura ambiente, suficiente para-  
lograr ese cambio.

Todos los cálculos que a continuación se-  
presentan, están realizados con los datos ex-  
tremos más elevados, con el propósito de que  
estos cálculos abarquen entonces, cualquier --  
tipo de solventes.

TENEMOS: 133 Lt./Carga

$(133 \text{ Lt./Carga}) (0.95) = 126.36 \text{ Lt./Carga}$

$(126.36 \text{ Lt./Carga}) (\text{Carga}/5 \text{ hr.}) = 25.272 \text{ Lt./hr.}$

$(25.272 \text{ Lt./hr.}) (0.9 \text{ Kg./Lt.})^* = 22.74 \text{ Kg./hr.}$

**solventec**



PARA CALOR SENSIBLE:

$$H_s = M C_p \Delta T$$

H<sub>s</sub> = Calor Sensible

M = Flujo Masico

C<sub>p</sub> = Calor Especifico

ΔT = Diferencia de Temperatura

$$H_s = (22,740 \text{ gr/hr}) (0.5 \text{ Cal./gr. } ^\circ\text{C.})^* (150 - 20)$$

$$H_s = 1'478,100 \text{ Cal./hr.}$$

$$\begin{array}{l} \text{TEM. AMBIENTE} \\ \text{TEM. EBULLICION} \end{array}$$

PARA CALOR LATENTE:

$$H_v = 366 \text{ BTU/lb}$$

$$(366 \text{ BTU/lb.}) (1000 \text{ Cal./3.966 BTU})^* (\text{lb}/0.453 \text{ Kg.})^* = 203,718.36 \text{ Cal./Kg.}$$

$$(203,718.36 \text{ Cal./Kg.}) (22.74 \text{ Kg./hr.}) = 4'632,555.55 \text{ Cal./hr.} = 18,372.7 \text{ BTU/hr.}$$

CALOR NECESARIO:

$$q = H_s + H_v$$

$$q = 1'478,100 \text{ Cal./hr.} + 4'632,555.5 \text{ Cal./hr.} =$$

$$q = 6'110,655.5 \text{ Cal./hr.}$$

ENERGIA NECESARIA:

$$(6'110,655.5 \text{ Cal./hr.}) (1 \text{ hr.}) (3.966 \text{ BTU/1000 Cal.})^*$$

$$(1 \text{ Kw./hr.}/3,412.76 \text{ BTU})^* = 7.1 \text{ Kw./hr.} = 8 \text{ Kw}$$

AREA NECESARIA:

$$q = U A \Delta T$$

q = Calor

U = Coeficiente de Transferencia

A = Area de Calentamiento

ΔT = Diferencia de Temperatura

$$(6 \times 10^6 \text{ Cal./hr.}) (3.966 \text{ BTU/1000 Cal.})^* = (100 \text{ BTU/hr. pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F})^* A (302 \text{ } ^\circ\text{F} - 68 \text{ } ^\circ\text{F}) = 101 \text{ pie}^2$$

\* DATOS TOMADOS DEL LIBRO "CHEMICAL ENGINEERS HANDBOOK"

# Requerimientos



REQUERIMIENTOS

## Sistema en General

1. El método de separación será por destilación.
2. Tipo de destilación, intermitente de un solo paso.
3. La temperatura máxima de destilación es de 160°C.
4. Se trabaja por lo tanto, con solventes ligeros y medios.
5. El solvente podrá limpiarse cuantas veces se requiera, sin perder sus propiedades.
6. Recupera entre 90 y 95%.
7. Su capacidad de destilación será como máximo 140 lt.
8. Limpieza de impurezas, separación de materia sólida, grasas y aceites.
9. El proceso se llevará a cabo en un máximo de 5 hrs.
10. Tomando en cuenta que se ensucian entre 1000 y 3000 lt. de solvente al mes, la operación de destilación, se realizará cada tercer día como mínimo y a diario como máximo.

11. El sistema debe ser bastante simple para operarse por una sola persona, sin ser necesario un entrenamiento especial y ocupando un mínimo de su trabajo dedicado a ésta.
12. Uso de materiales aislantes, anticorrosivos, empaques, etc.
13. El equipo deberá tener como máximo 80 cm. de ancho y la altura se determinará convenientemente de acuerdo a las necesidades del diseño.
14. Evitar piezas sueltas.
15. Procurar la menor cantidad de elementos físicos a operar.

## Sistema de Calentamiento

1. Eléctrico
2. Resistencias de contacto
3. Debe ser en la parte inferior para un mejor aprovechamiento de energía.
4. El área de calentamiento mínima es de 1.01 pie<sup>2</sup>.
5. Energía requerida 8 kw.

### Contenedor del Líquido

1. Uso directo de tambores de 200 lt. en muy buen estado.
2. Buscar la forma de sellar perfectamente sin dejar escapar vapores y evitar el contacto, ya sea directo o por inhalación del disolvente.
3. Dar aislamiento para acelerar el proceso, proteger al usuario y economizar energía.

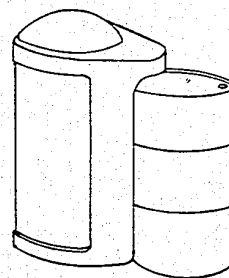
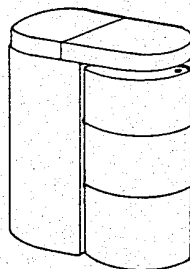
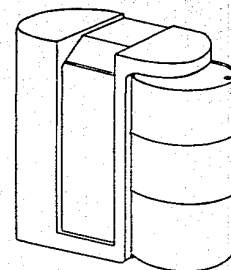
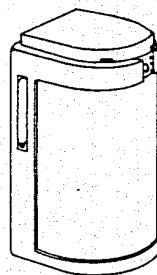
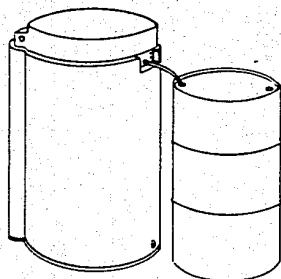
### Dispositivo Residual

1. Tomar en cuenta como acumulación máxima residual hasta 5 kg.
2. El 5% del solvente que no se recuperará, se perderá en el proceso y quedará destinado para las acumulaciones residuales, ya que si no existe éste, pueden llegar a secarse a una consistencia sumamente dura.
3. El recipiente debe acoplarse lo más que se pueda al tambor contenedor, para evitar acumulaciones de residuos en el fondo.

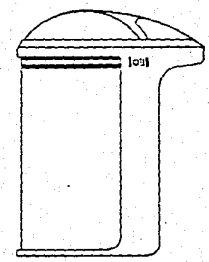
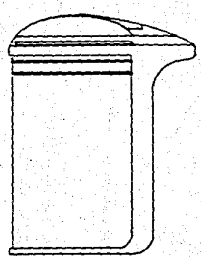
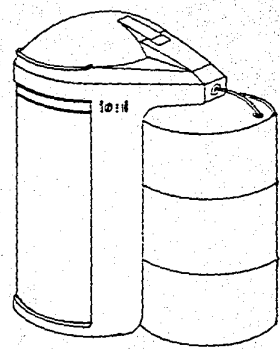
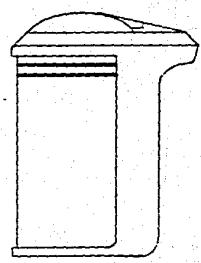
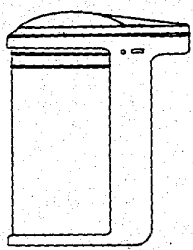
### Condensador

1. Condensación por agua corriente.
2. Área aproximada de condensación  $1.01 \text{ pie}^2$ , tomando la condensación con agua a temperatura ambiente y el material del condensador de acero.
3. Debe existir una etapa de aislamiento entre el área de calentamiento y la de condensación, para que el solvente evaporado entre débil a esta etapa y no vuelva a evaporarse, además que mantendrá fresca la zona de condensación.
4. Debemos tomar en cuenta que en esta etapa el solvente vuelve a su estado líquido y es necesario transportarlo a una salida, para depositarlo en el tambor receptor.

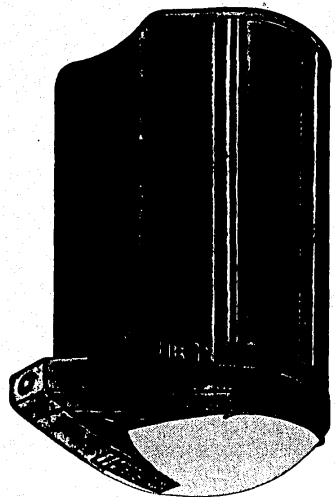
**Bocetos**

**BOCETOS**

# BOCETOS







**Analisis de  
Materiales y Procesos**



### Tapa Condensadora

En este elemento es necesario un material ligero, de buena conductividad térmica, inerte, y que resista las temperaturas que van a manejarse.

Para ello, contamos con los siguientes materiales:

Cobre: su conductividad térmica es muy buena; tiene propiedades excelentes a bajas temperaturas y se utiliza a  $-320^{\circ}\text{F}$ .

Aluminio: se puede trabajar hasta  $400^{\circ}\text{F}$ , no obstante, tiene propiedades excelentes a bajas temperaturas. El aluminio posee un elevada resistencia a las condiciones atmosféricas, así como también a los vapores, las aguas dulces, salubres y la mayoría de los ácidos orgánicos no lo corroen. Es un material muy liviano.

Acero inoxidable: sus propiedades son excelentes y cumplen con las características re-

queridas. La única desventaja es ser un material bastante pesado.

### Cuerpo

Es bien sabido que para la realización de un equipo industrial, el material más indicado para su fabricación es el acero, que ya hemos visto que cumple con todos los requisitos necesarios y en este caso, el ser un material pesado, resulta muy favorable.

Para la elaboración del cuerpo en general, se utilizará acero al carbono por ser el más económico, además de cumplir con los requerimientos del proyecto.

Como recubrimiento y protección del material se utilizará en interiores, silicato de etilo y en la parte exterior epóxico (gris pizarra).

### Aislantes

Todas las piezas que requieren de aislantes internos serán inyectadas con espuma de poliuretano, por ser la más indicada en estos

casos y la más económica.

Para las piezas que necesitan el aislante al descubierto, lo más apropiado son las colchonetas armadas, que son de dos tipos: las rígidas y las semi-rígidas.

Las rígidas, son de fibra de vidrio; se encuentran en láminas de 61 x 1.22 o en secciones cilíndricas, aunque también se pueden hacer pedidos especiales. Los espesores se manejan en pulgadas y fracciones de pulgada desde 1/4" hasta 4". Estas colchonetas tienen un recubrimiento impermeabilizante y una placa metálica llamada "Bandalum" para reflejar el calor. Su costo es de \$10,067 + IVA (por lámina) y aguanta temperaturas hasta de 450°C.

La semi-rígida, es de fibra de vidrio y se adapta a cualquier tipo de superficie, pero tiene el inconveniente de no llevar recubrimientos especiales, ni placa metálica reflejante, es por eso que resulta más indicada la colchoneta rígida.

## Calentamiento

Las resistencias ya fueron seleccionadas desde el análisis de funcionamiento y serán de contacto en acero inoxidable, dichas resistencias serán divididas en un disco de base y en un cinturón, ya que los 8 Kw requeridos no pueden ser repartidos sólo en una pieza.

Para su instalación se requiere de cable de alta temperatura número 12, salida de cable de uso rudo de 2 x 12 y una clavija de seguridad.

## Salida de Solvente

para la salida de solvente se utilizarán mangueras de lavabo industrial (polietileno reforzado), de 1/4" con conexión de 1/2", al igual que para la entrada y salida de agua.





## AREA DE CALENTAMIENTO

DISCO DE CALENTAMIENTO PARA BASE DEL TANQUE.  
 $A = \pi/4(D)^2$

A= Area

D= Diametro

$$A = 0.785(58)^2 = 2640.74 \text{ cm}^2$$

$$A = (2640.74 \text{ cm}^2) (1 \text{ pie} / 30.48 \text{ cm})^2 = 2.8 \text{ pie}^2$$

CINTURON DE CALENTAMIENTO  $A = bh = d \cdot r \cdot h$

A= Area

b= Base

h= Altura

d= Diametro

$$A = (58 \text{ cm}) \pi (12.7 \text{ cm}) = 2313.28 \text{ cm}^2$$

$$A = (2313.28 \text{ cm}^2) (1 \text{ pie} / 30.48 \text{ cm})^2 = 2.4 \text{ pie}^2$$

$$\text{AREA TOTAL} = 5.2 \text{ pie}^2$$

## ENFRIAMIENTO

AREA NECESARIA: CONSIDERANDO UN COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA ALUMINIO

$$U = 1500 \text{ BTU/hr. pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = q / U \Delta T$$

$$A = (18,372.7 \text{ BTU/hr}) / (1500 \text{ BTU/hr pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}) (20 \text{ } ^\circ\text{F})$$

$$A = 0.61 \text{ pie}^2$$

AREA REAL

CAMPANA 1

H= 12 cm

d= 56 cm

CAMPANA 2

H= 50 cm

d= 50 cm

TUBO

D= 1.27 cm

L= 15 cm

$$\text{AREA TOTAL} = 5014.76 \text{ cm}^2 = 5.39 \text{ pie}^2$$

AREA DE SEGMENTO ESFE.

$$A = \pi/4(d + 4h^2)$$

$$0.785(56 \text{ cm}^2 + 4(12)^2) = 2913.92 \text{ cm}^2$$

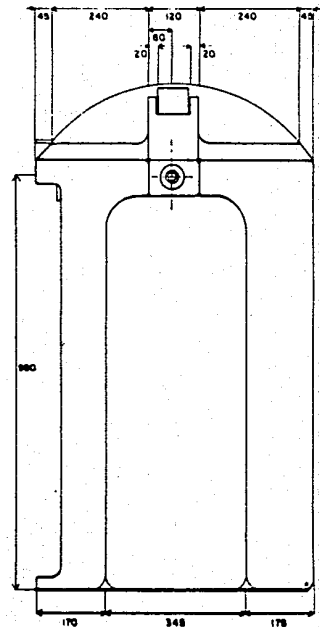
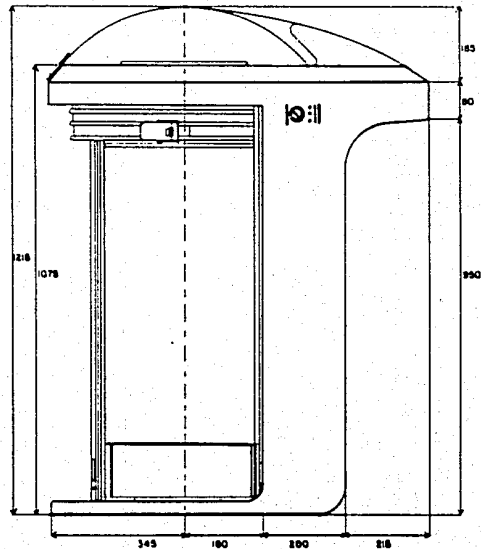
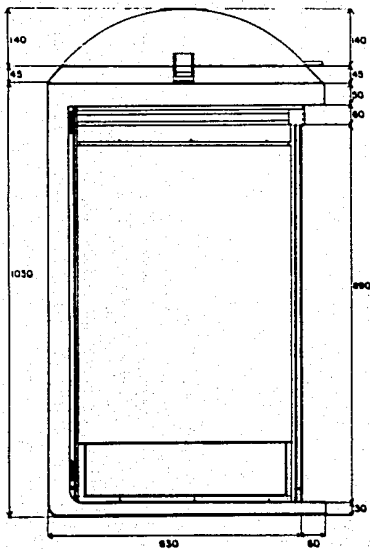
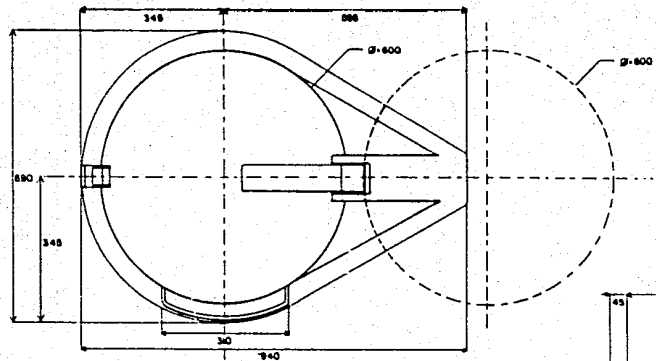
$$0.785(50^2 + 4(50)^2) = 2041.00 \text{ cm}^2$$

AREA DE UN RECTANGULO

$$(1.27) \pi (15) = 59.84 \text{ cm}^2$$

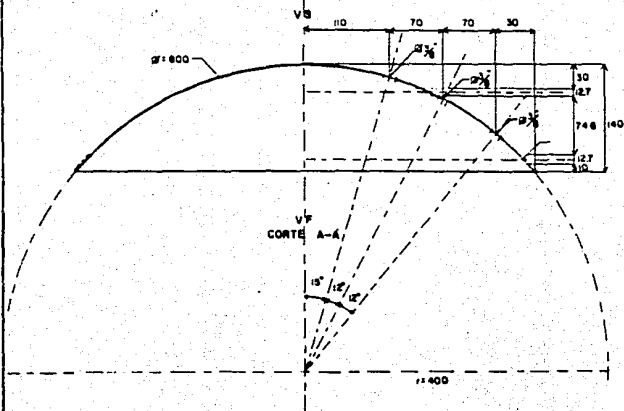
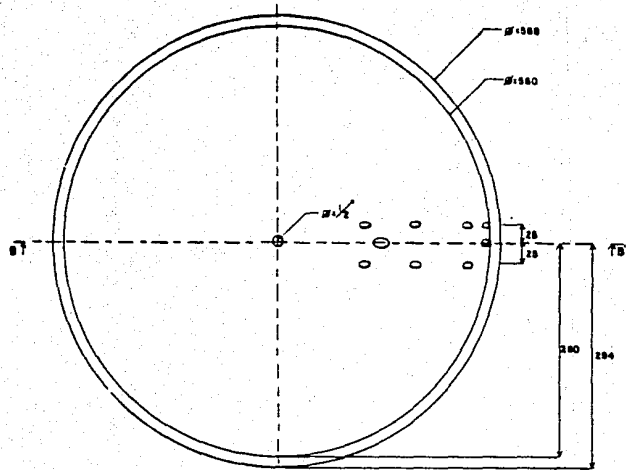
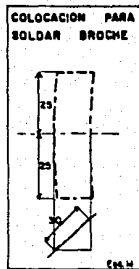
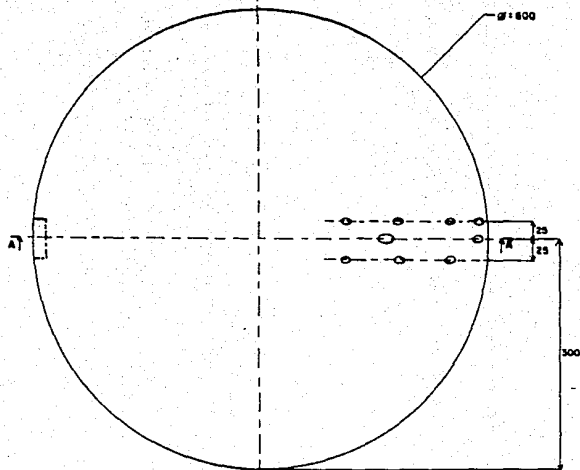
Los resultados obtenidos anteriormente, rebasan los límites necesarios para la realización del proceso en un tiempo máximo de 5 hrs., por lo tanto, el proceso se llevará a cabo en un menor tiempo y sólo se conocerá hasta qué grado se acelera el proceso, mediante la realización del prototipo.



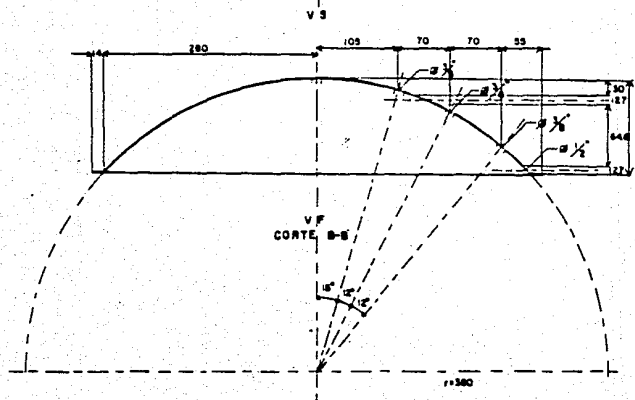


VISTAS GENERALES.


VISTAS GENERALES		SOLVENTEC	
		CELASA ZARAGOZA IBARRIA	
		Calor. m.m.	Esc. 1:75
		No. 1	

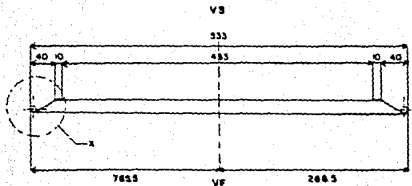
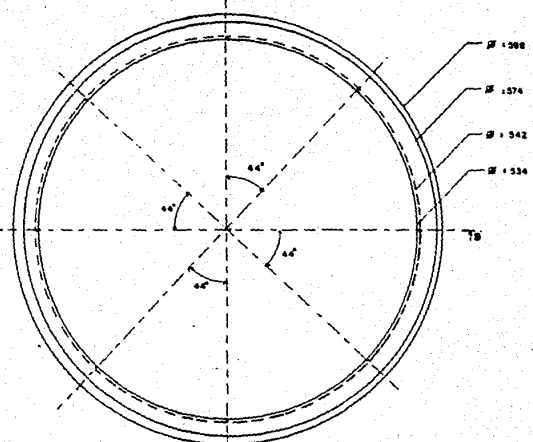
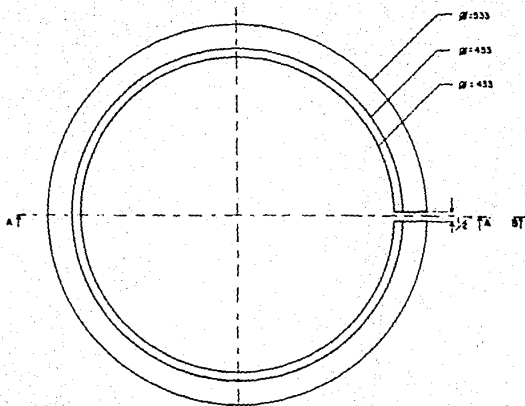


CAMPANA CONDENSADORA EXTERNA

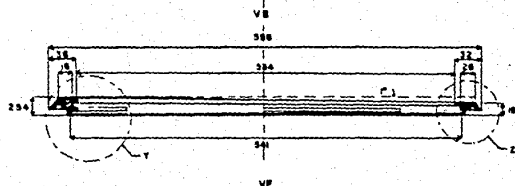


CAMPANA CONDENSADORA INTERNA

VISTAS GENERALES Y CORTES			SOLVENTEC	
La Campana con Amosador de		CELMA ZARAGOZA IBARRA		
Aluminio calibre 20.		Cofec: m. m.		Esc: 1:35%
La Campana interna de aluminio		calibre 24		



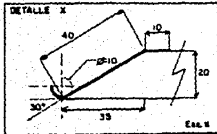
CORTE A-A



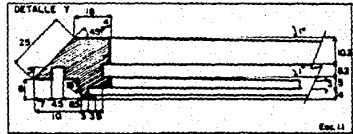
CORTE B-B

CANAL DE ALUMINIO

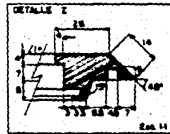
SOPORTE DE TAPA



Esc. 1/2



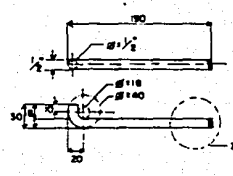
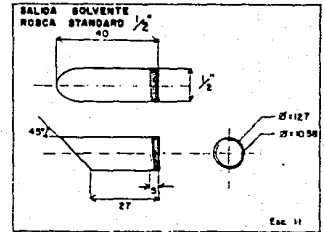
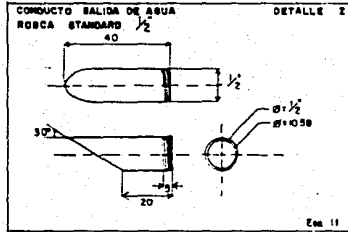
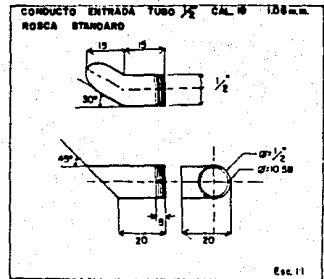
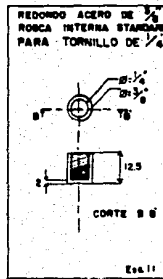
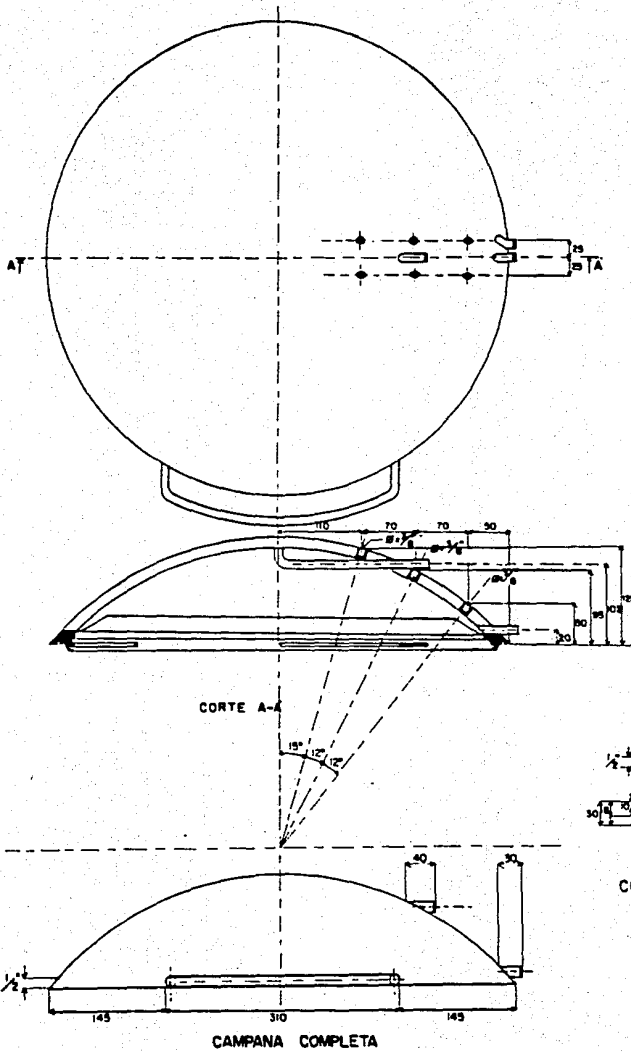
Esc. 1/2



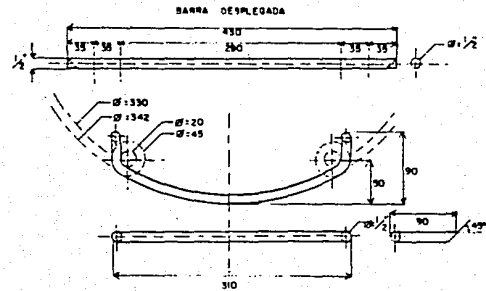
Esc. 1/2

VG. CORTES Y DETALLES		SOLVENTEC	
3.- Corte de Aluminio modelo 24.		CELINA ZARAGOZA IBARRA	
4.- Soporte tapa para de Aluminio I		Conce. S.M.	
		Esc. 1:33	
		No. 3	



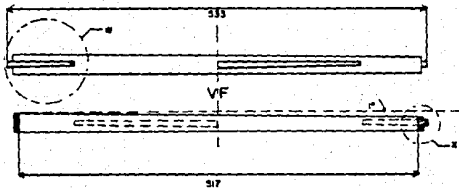
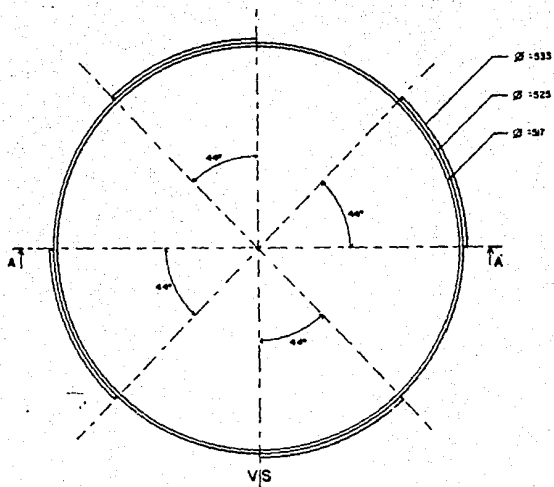


CONDUCTO DE SALIDA DE AGUA



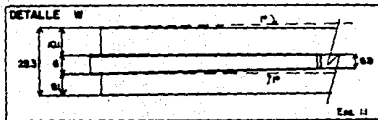
BARRA PARA ASIR

VISTAS GENERALES Y DE TALLES	CORTES	
1.- Campana completa	SOLVENTEC	
2.- Roscado de Acero	CELMA ZARAGOZA IBARRA	
3.- Entrada de agua tubo aluminio	Cotas mm Esc. 1:33 1/2	
4.- Salida de agua tubo aluminio		
5.- Salida solvente tubo aluminio		
6.- Barra con refuerzo aluminio 1/2"	N.º 4	

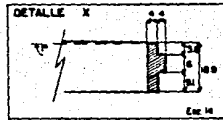


CORTE A-A

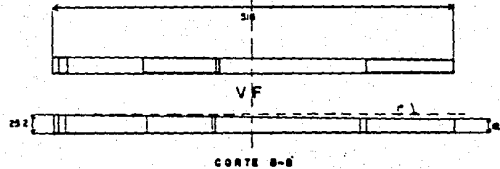
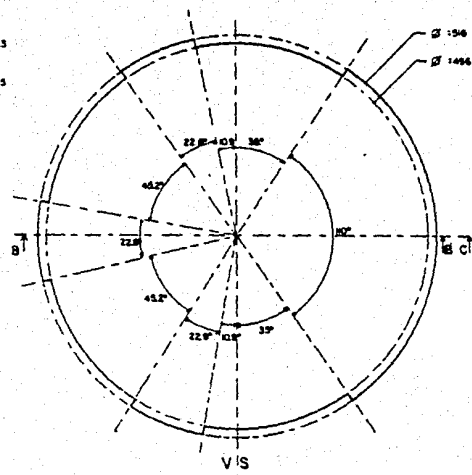
SOPORTE DE DISCO AISLANTE



Esc. 1:1



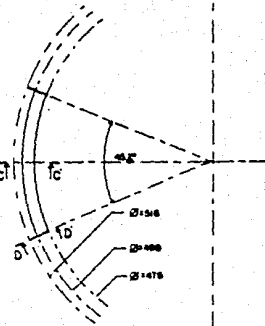
Esc. 1:1



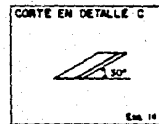
CORTE B-B

DISCO AISLANTE

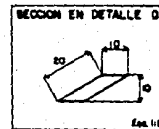
BISEL



BISEL

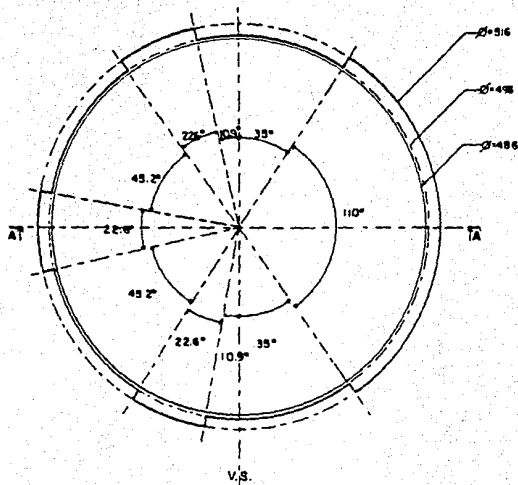


Esc. 1:1

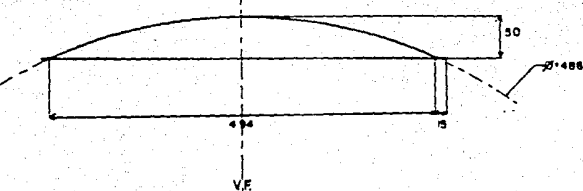


Esc. 1:1

V.G. CORTES Y DETALLES		SOLVENTEC	
11.- Soporte disco aislante N.º paso 1.º		CELMA ZARAGOZA IBARRIA	
12.- Disco aislante Union Aluminio		Corte p.l.m.	Esc. 1:33 1/2
ambos 22.			No. 5
13.- Bisel Union Aluminio N.º 22.			

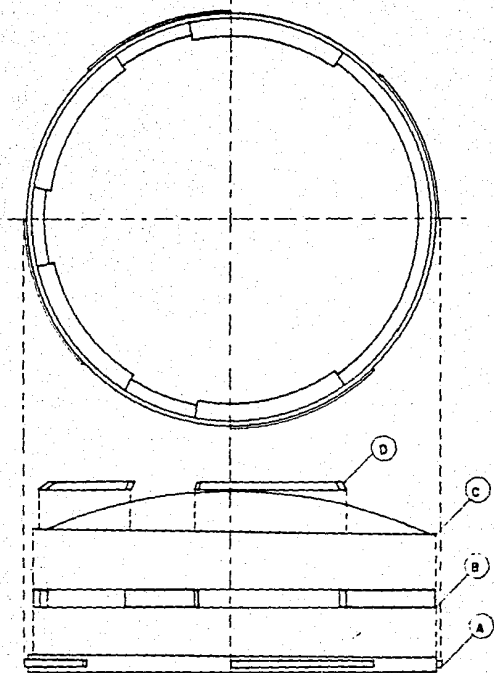


V.S.



EN CORTE A-A.

CAMPANA AISLANTE.



DESPIECE

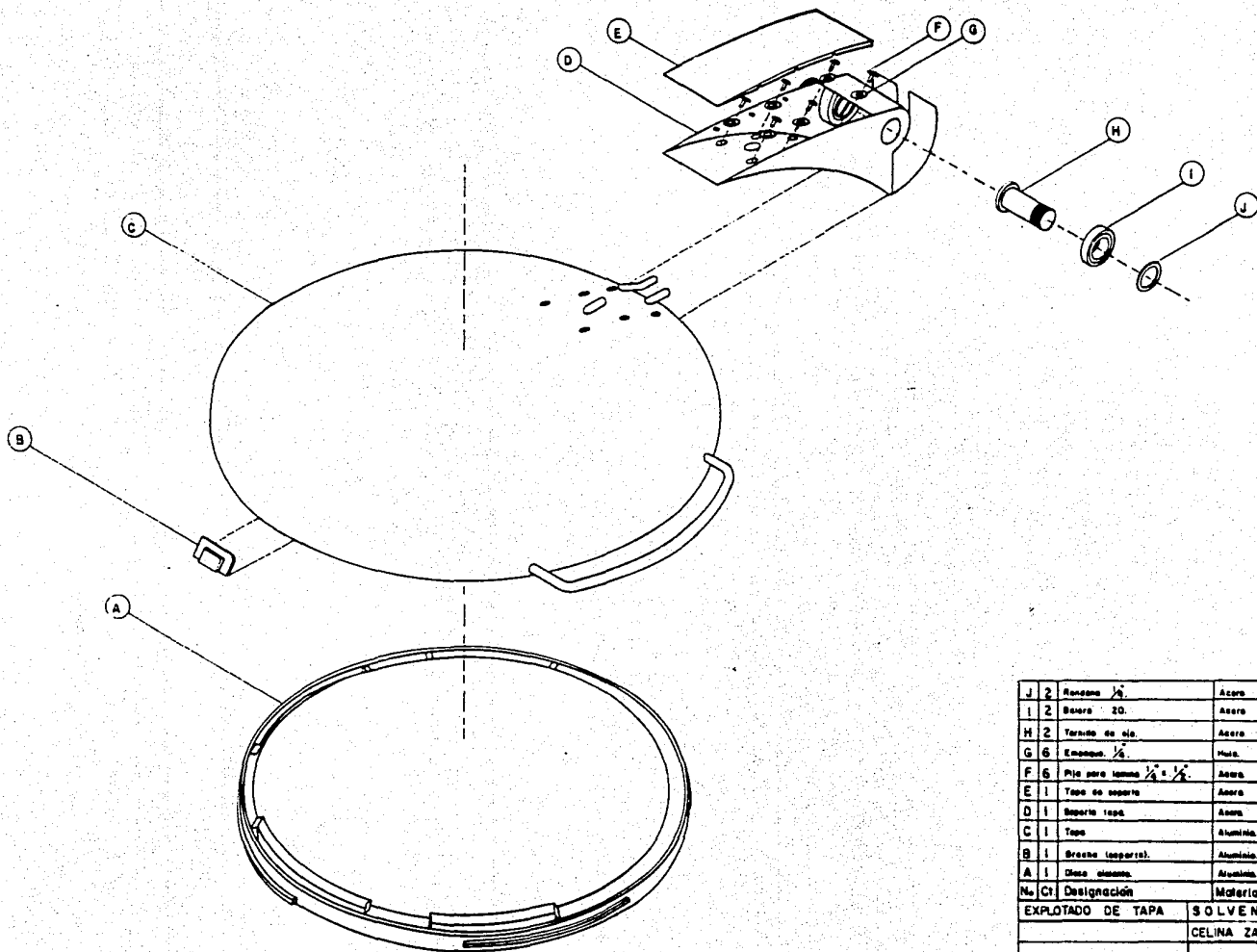


DETALLE DE SOLDADURA Y ARMADO DE DISCO AISLANTE.

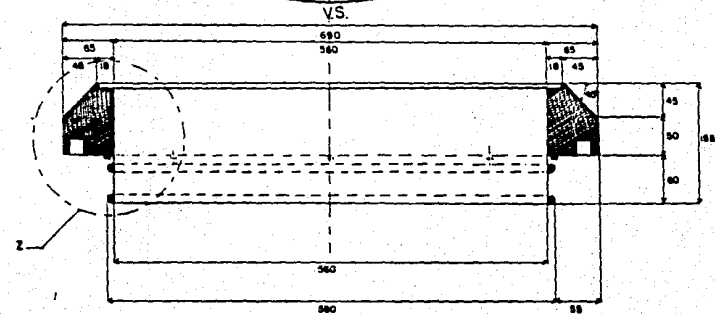
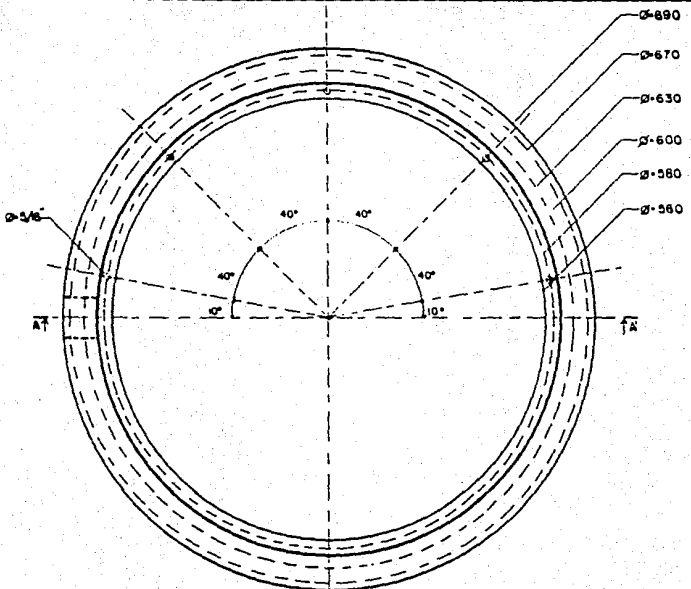
Esc. 1:1

D	4	BISEL	"	"	"
C	1	CAMPANA AISLANTE	"	"	"
B	1	DISCO AISLANTE	"	"	Lm Col 22
A	1	SOPORTE DE DISCO	ALUMINIO	"	Placa 1"
N° Ct/ Designación.			Material Observación		
V.G. CORTES Y DETALLE			SOLVENTEC.		
M- Campana aislante y de sus			CELINA ZARAGOZA IBARRA		
Compañía de Aluminio Col. 22			Color m.m.	Esc 1: 33 1/3	
15-Armado y soldadura					No. 6

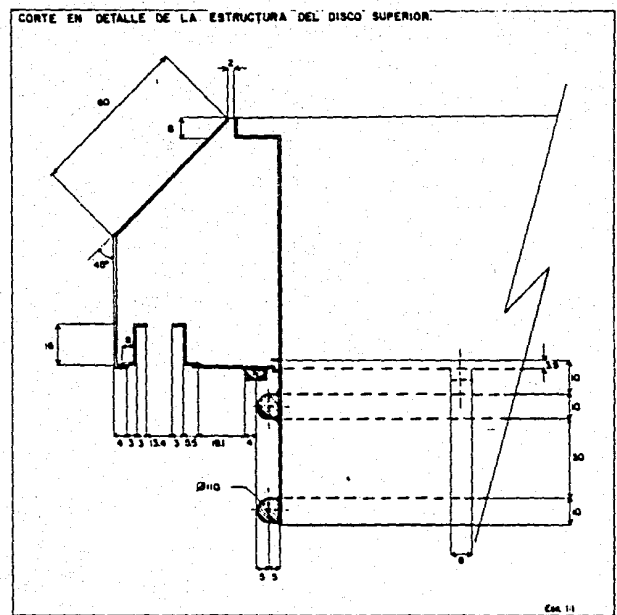




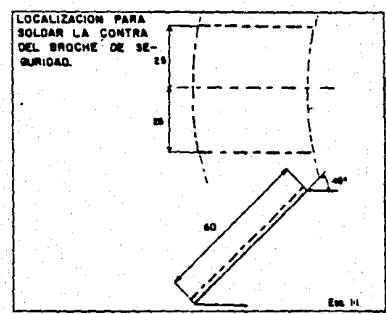
J	2	Resaca $\frac{1}{8}$	Acero	Pulido
I	2	Buena 20.	Acero	Retorcido
H	2	Tornillo de hilo.	Acero	Pulido
G	6	Embrague $\frac{1}{8}$	Hule.	Retorcido.
F	6	Placa para la tapa $\frac{1}{8} \times \frac{1}{8}$	Acero	Cromado
E	1	Tapa de soporte	Acero	Placado
D	1	Soporte tapa	Acero	Placado
C	1	Tapa	Aluminio.	Pulido
B	1	Brazo (apertal).	Aluminio.	Pulido
A	1	Cilindro exterior.	Aluminio.	Pulido
No. C1		Designación	Material	Observación
EXPLOTADO DE TAPA			SOLVENTE C	
			CELINA ZARAGOZA IBARRA	
			Esc. 1:33 $\frac{1}{3}$	
			No. 8	



V.F.  
CORTE A-A  
DISCO SUPERIOR.

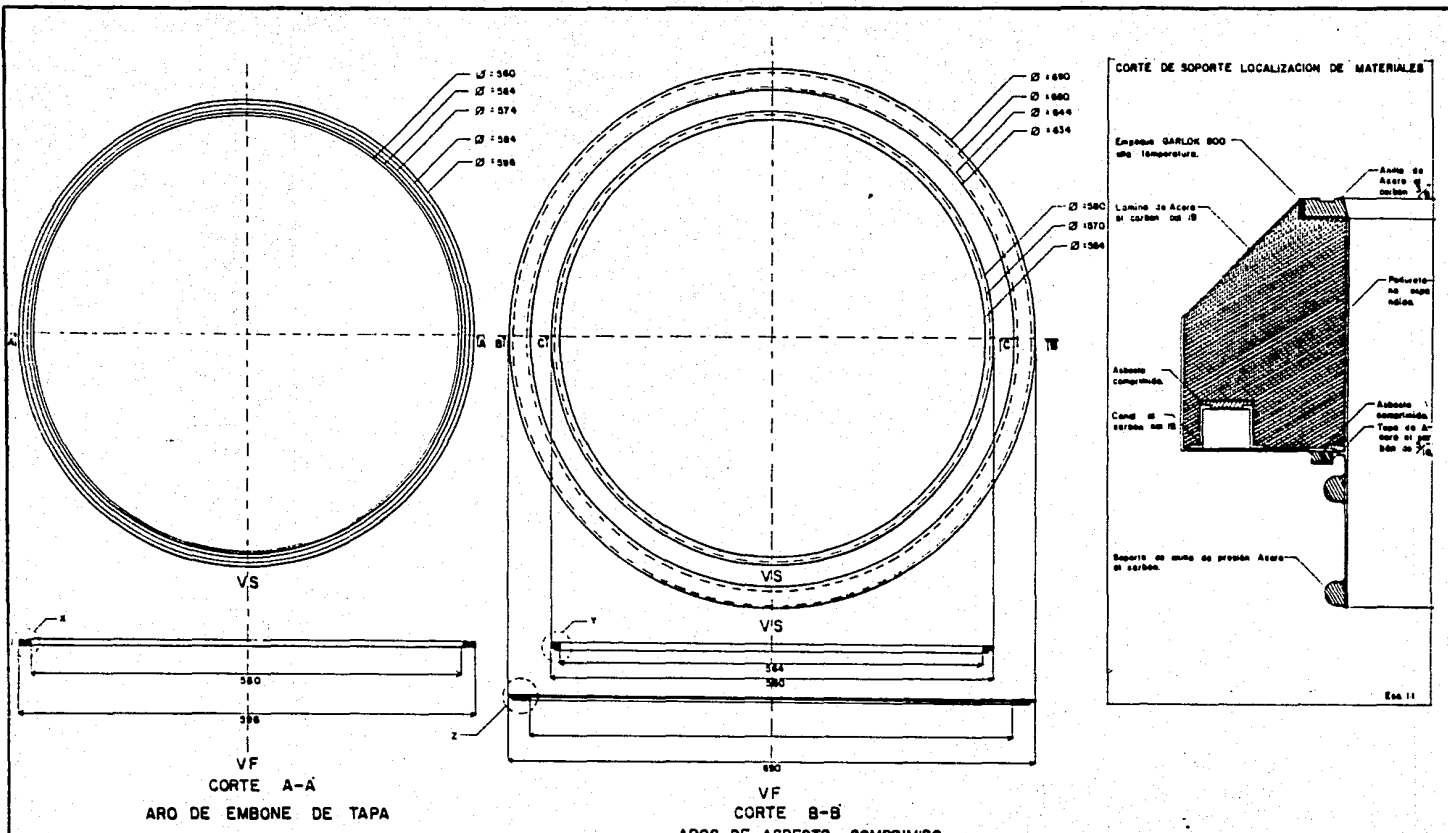


Esc. 1:1



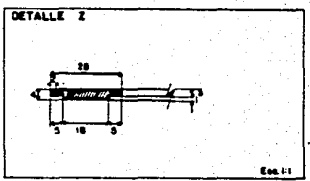
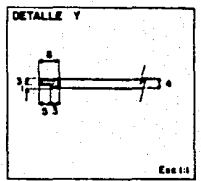
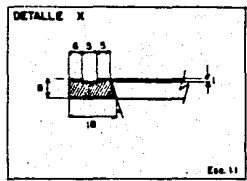
Esc. 1:1

V.G. CORTES Y DETALLES SOLVENTEC		
El Disco superior, Isotipo de Aso-	CELINA ZARAGOZA (BARRA)	
re al acortar con 18	Corte n.º 11	Esc. 1:33 1/2
		No. 9



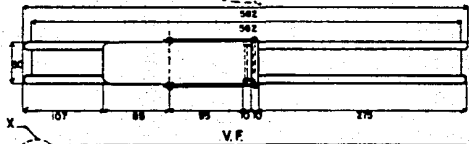
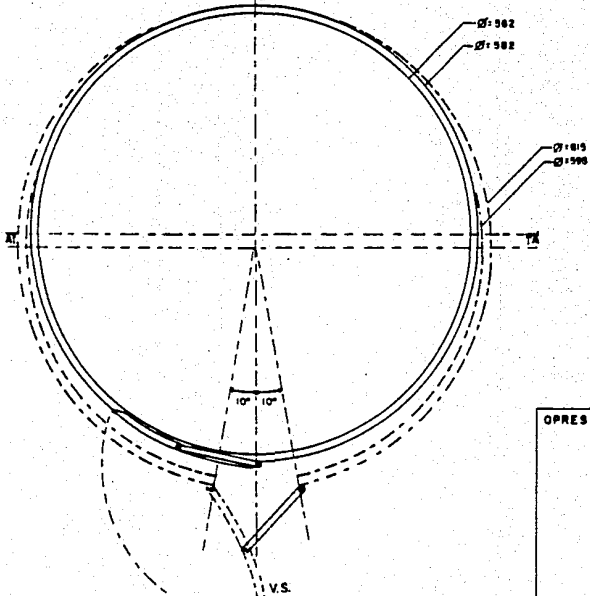
VF  
CORTE A-A  
ARO DE EMBONE DE TAPA

VF  
CORTE B-B  
AROS DE ASBESTO COMPRIMIDO

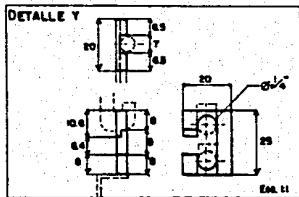
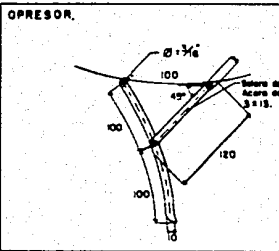
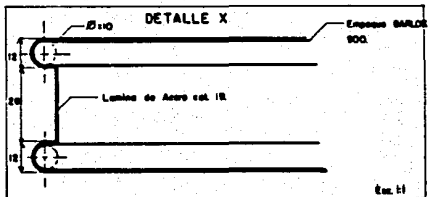


VISTAS GENERALES, CORTES Y DETALLES		
20.-Aro de embone de tapa.	CELINA ZARAGOZA IBARRA	
21.-Aro de asbesto comprimido.	Cotas m.m.	Esq. 13/5
22.-Aro de asbesto comprimido.		
		No. 10

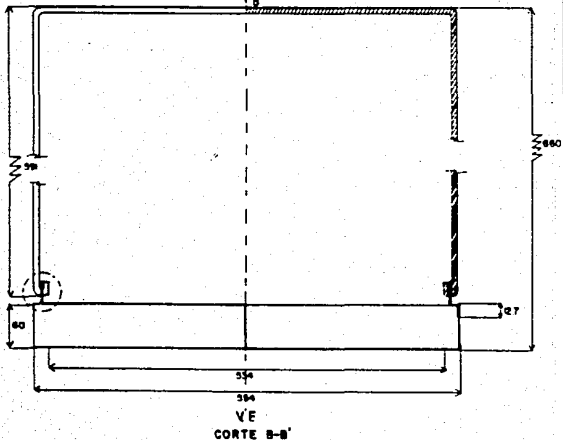
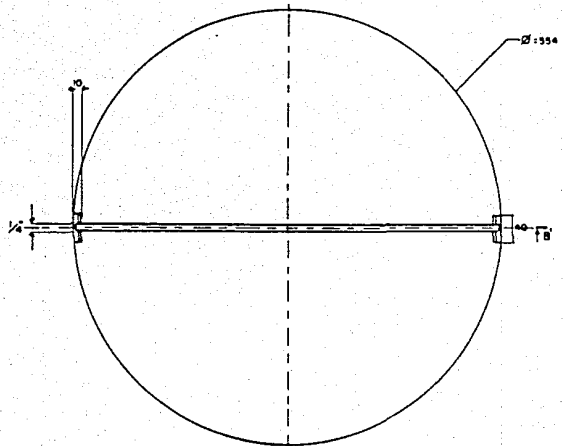
ARO DE PRESION



CORTE A-A'



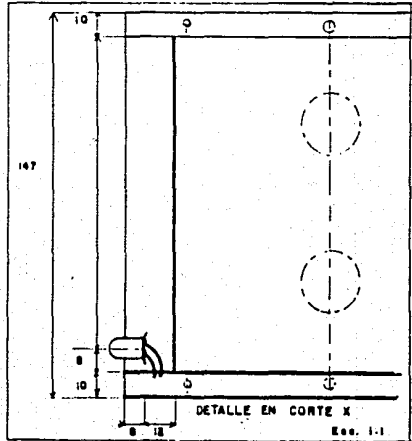
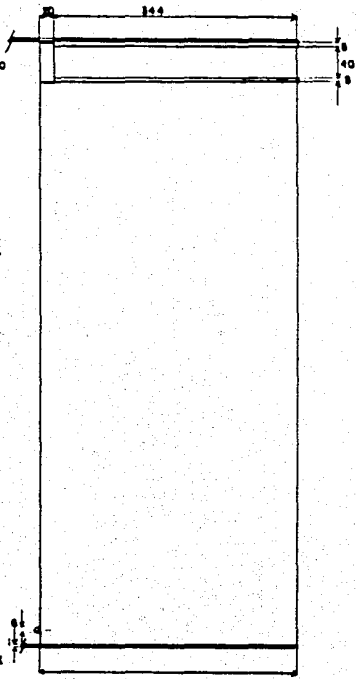
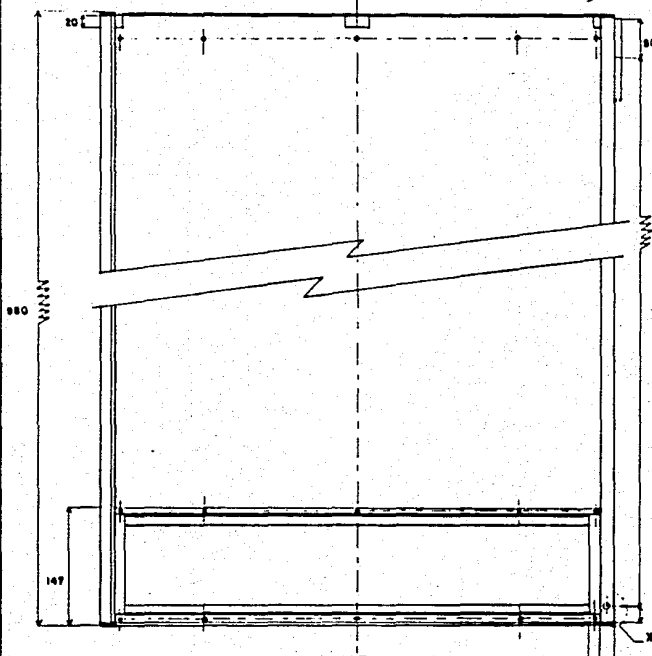
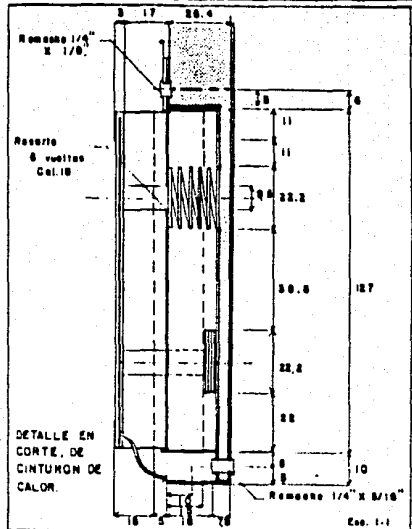
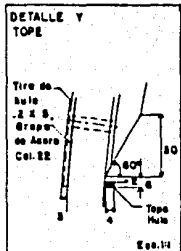
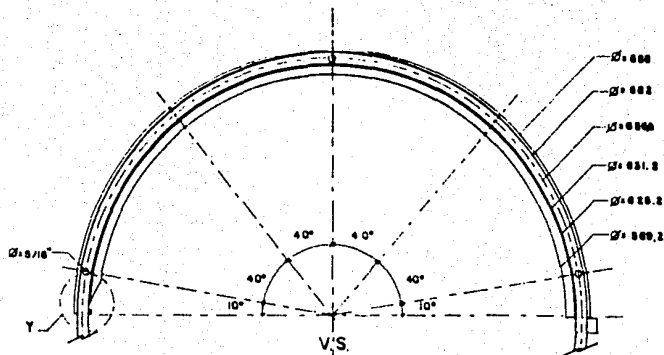
CANASTILLA PARA RESIDUOS



VG. CORTES Y DETALLES SOLVENTEC


23.-Aro de presión.	CELINA ZARAGOZA IBARRIA	
24.-Canastilla Acero cat. 1B con	Calor. mm	Esc. 1:35/3
25. Superior, rodado 1/4.		
		No. 11

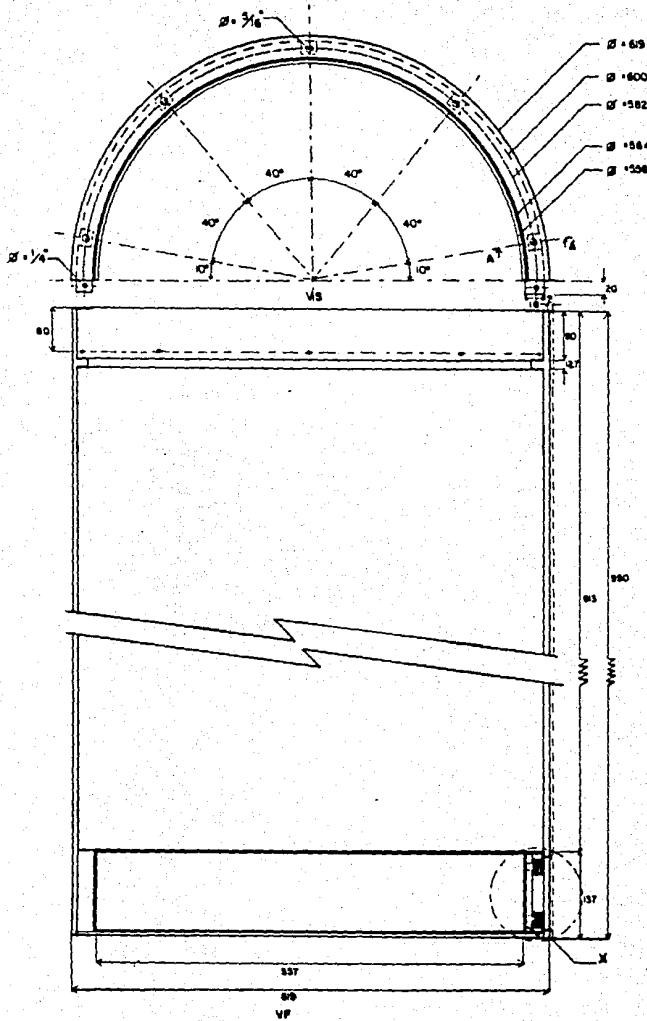




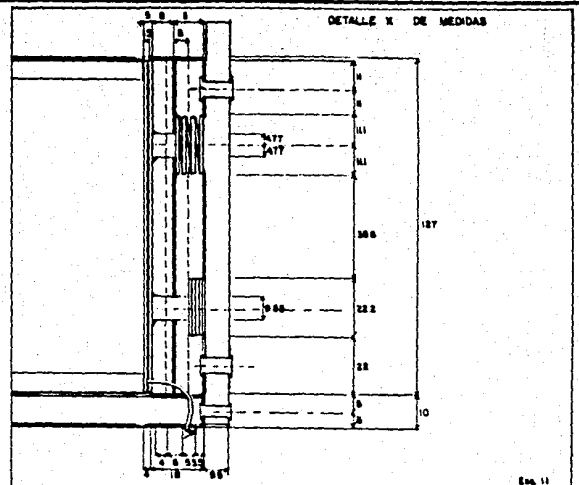
V.F.  
PUERTA MOVIL

V.L.D.

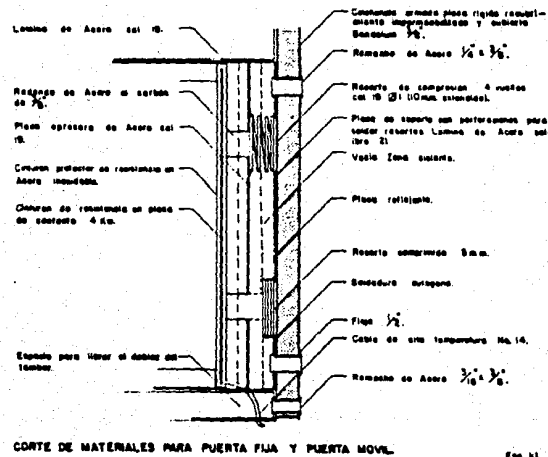
V.G. CORTES Y DETALLES		SOLVENTEC.	
26° Puerta móvil.		CELMA ZARAGOZA IBARRA	
Observación: Lista de materiales.		Cotas: m/m Esc. 1: 33 1/2	
Acero y materiales en plano			
Nº 12		Nº 13	



PUERTA FIJA

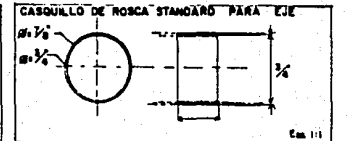
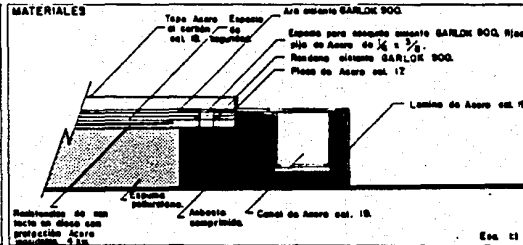
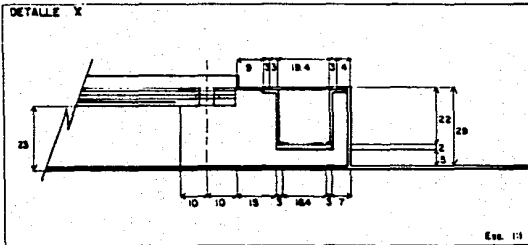
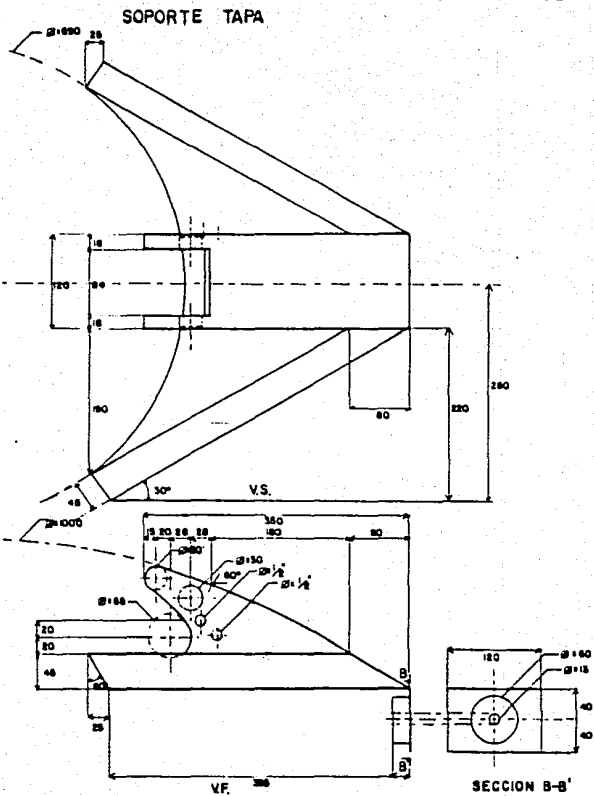
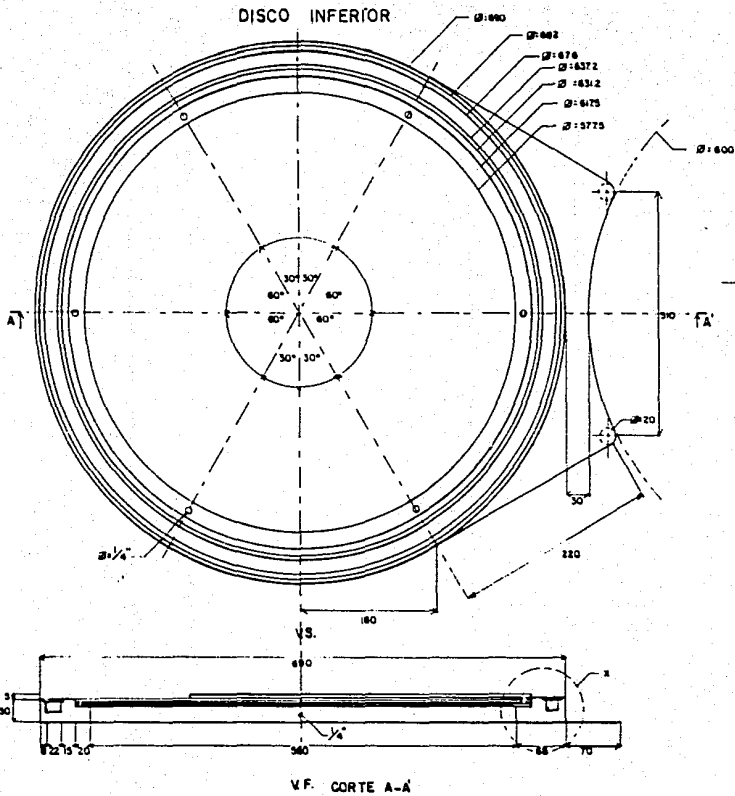


Ex. 11



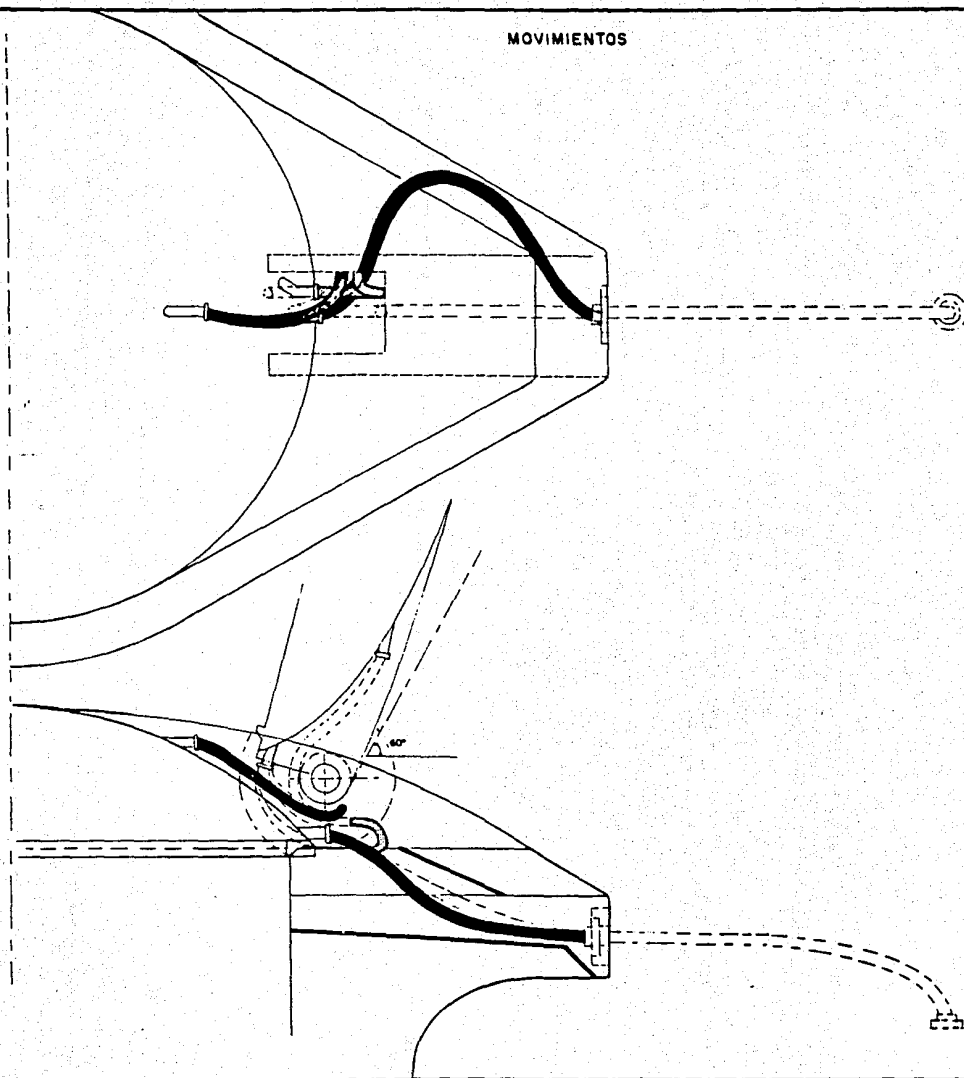
Ex. 11

VISTAS GENERALES Y DIMENSIONES		DETALLE SOLVENTEC	
28- Puerta fija laminado de Acero al carbon cal 18.		CELINA ZARAGOZA	MANA
		Cable m.m.	Ex. 133 1/2
			No. 12



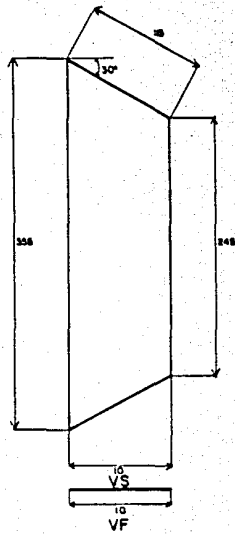
V.G. CORTES Y DETALLES		SOLVENTEC	
E1-Disco inferior de Acero al carbón		CELINA ZARAGOZA BARRIA	
est. 10		Calor. m.m.	Ess. 133/5
E2-SopORTE tapa Acero al carbón			
est. 10			Ess. 14

# MOVIMIENTOS

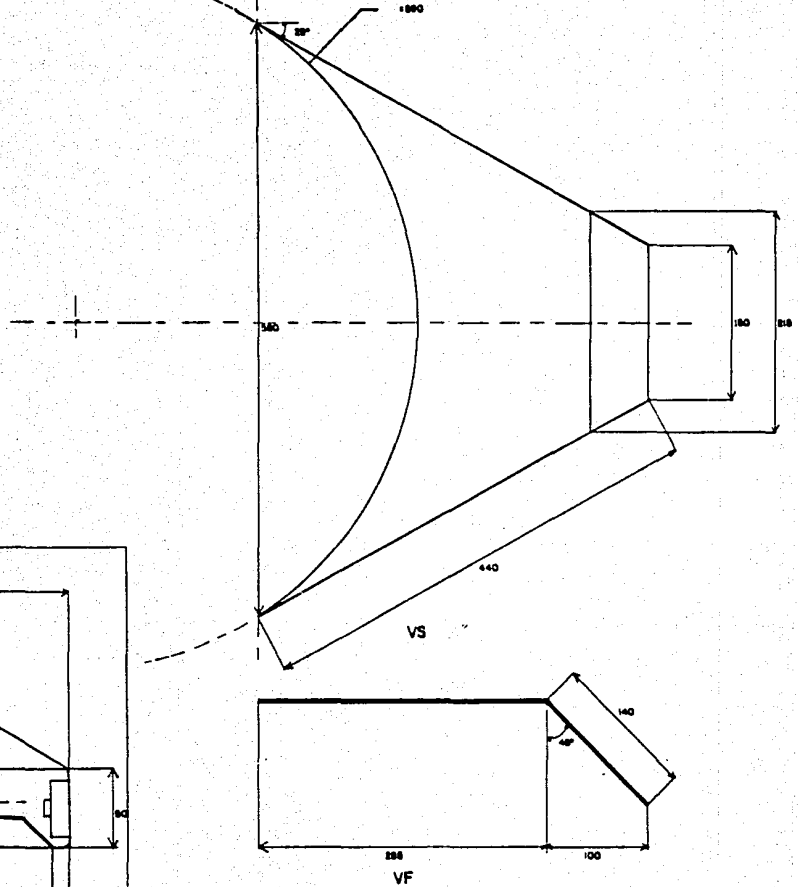


MOVIMIENTOS		SOLVENTEC	
Descripción: Componentes de perfil una de 10 mm anchura y 20 mm		CELINA ZARAGOZA IBARRA	
Entrada de agua hasta de 12 cm		Cotas m.m.	
Salida de agua hasta de 23 cm		Escala: 1:25	
Senda de concreto hasta 23 cm		No. 15	

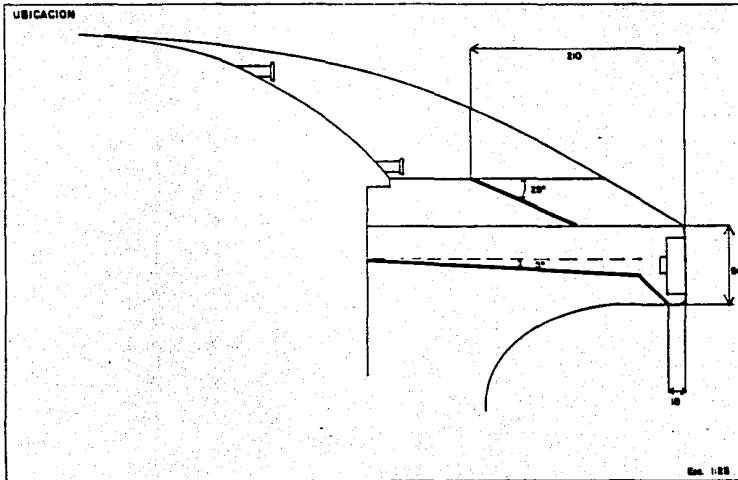
TOPE PARA MANGUERA



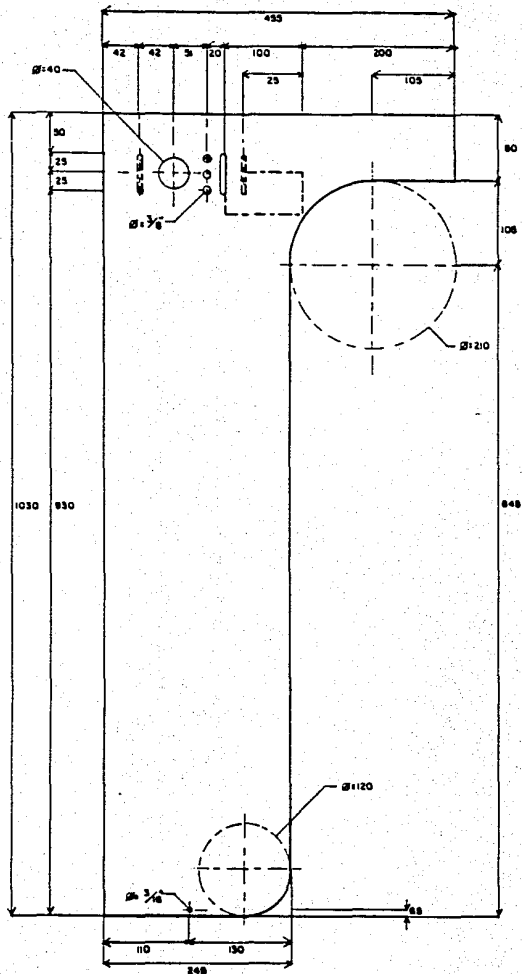
PIEZA DE SEGURIDAD



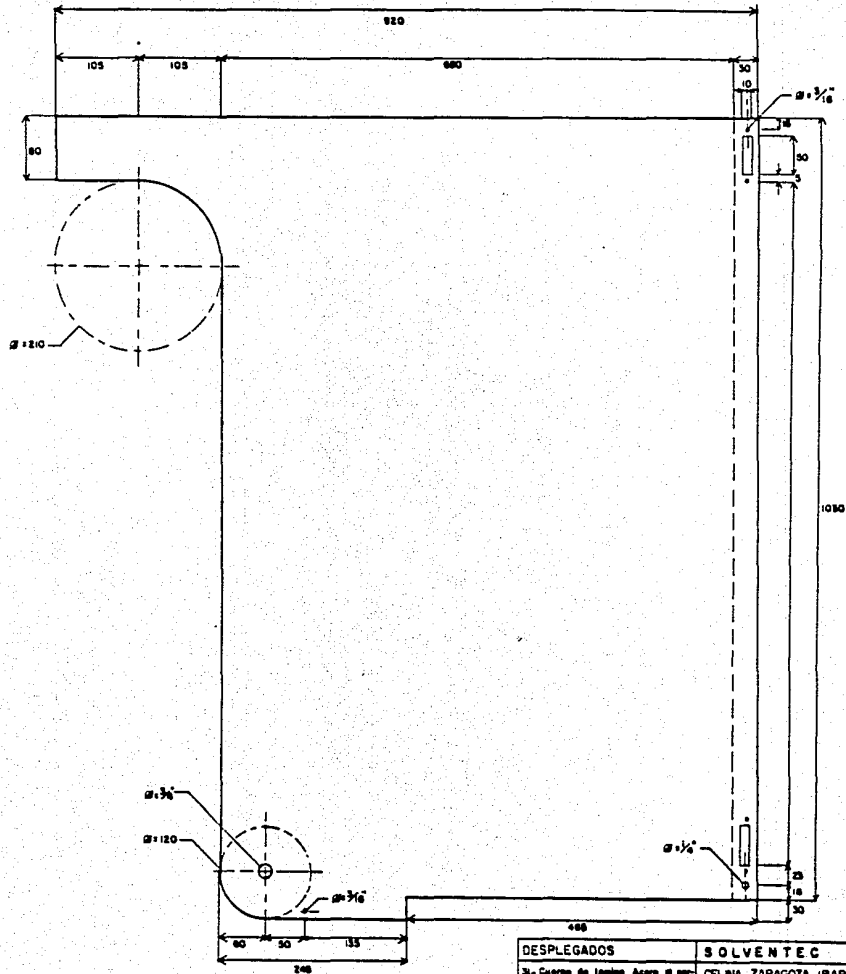
UBICACION



VG. Y UBICACION DE PZAS		SOLVENTEC	
29- Tope para manguera Acero est. 18		CELINA ZARAGOZA IBARRIA	
30- Pieza de seguridad en acero de		Celoso s.s.	Escala: 1:25
		Fugas. Limpio Acero est. 18	
		No. 16	



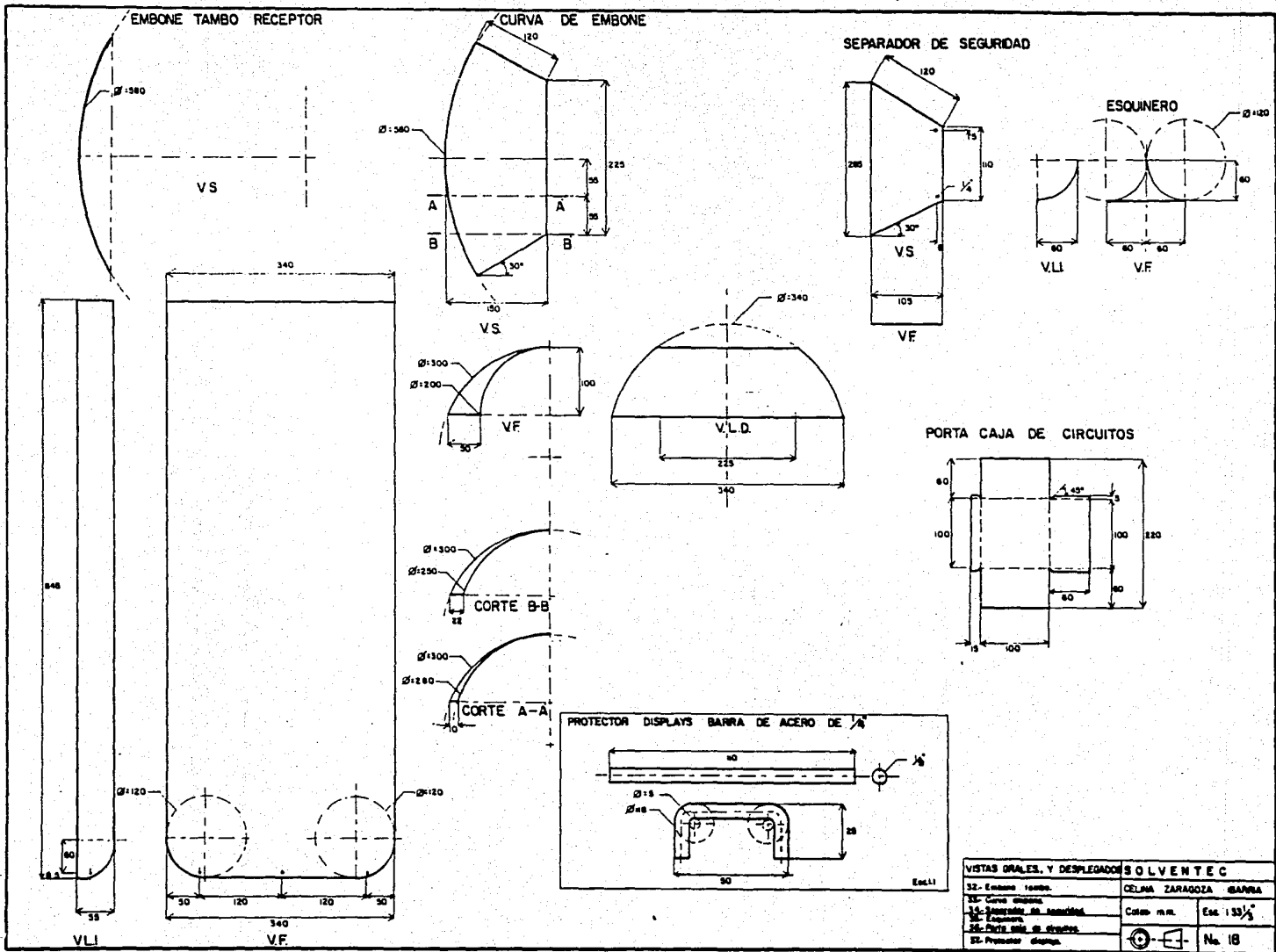
PIEZA DELANTERA



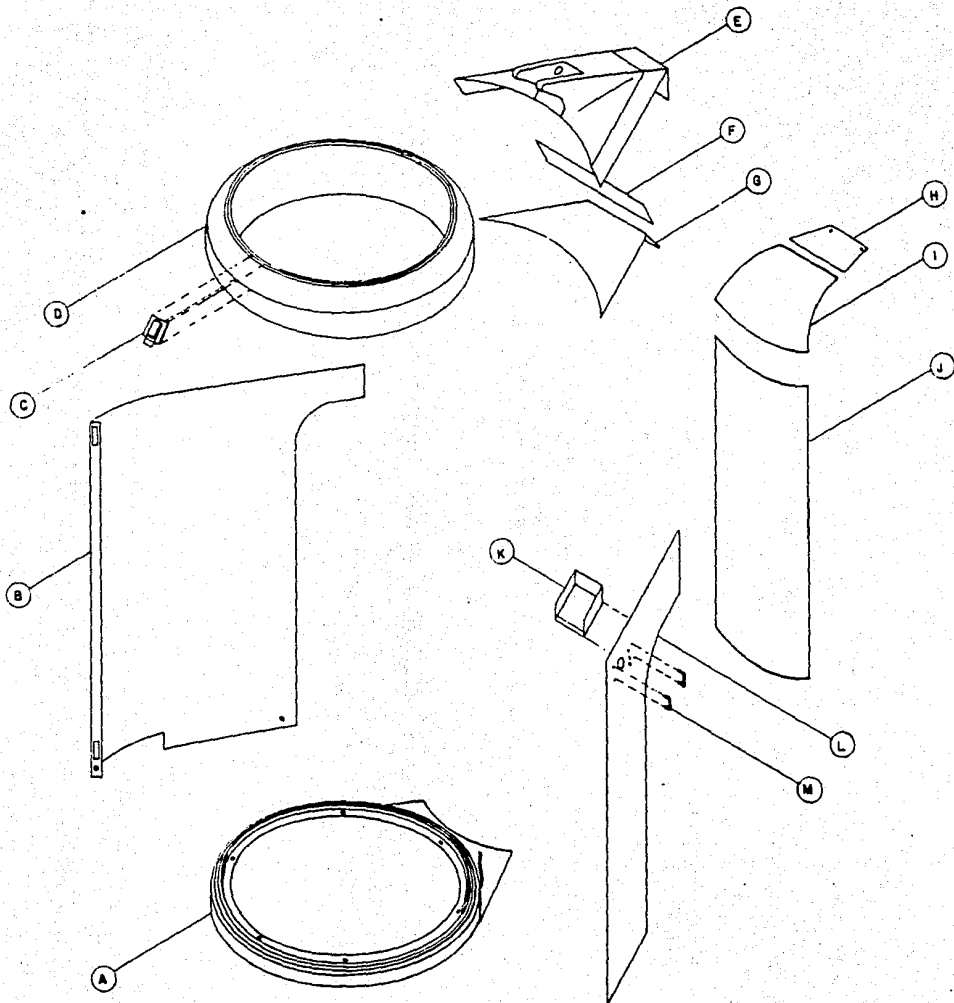
CUERPO

PIEZA POSTERIOR

DESPLIEGADOS	SOLVENTEC
31.- Cuerpo de lomo Acero a ser-	CELINA ZARAGOZA IBARRIA
lón no. 18.	Cotero n.º. Eje $\times 33 \frac{1}{2}$
	⊕ ⊖ No. 17



VISTAS GRALES. Y DESPLEGADOS		SOLVENTEC	
32- Embudo tambo.	CELINA ZARAGOZA (BARBA)		
33- Curva embone.			
34- Separador de seguridad.	Carlos m.m.	Esc. 1:30	
35- Esquinero.			
36- Porta caja de circuitos.			
37- Protector displays.			
			No. 18

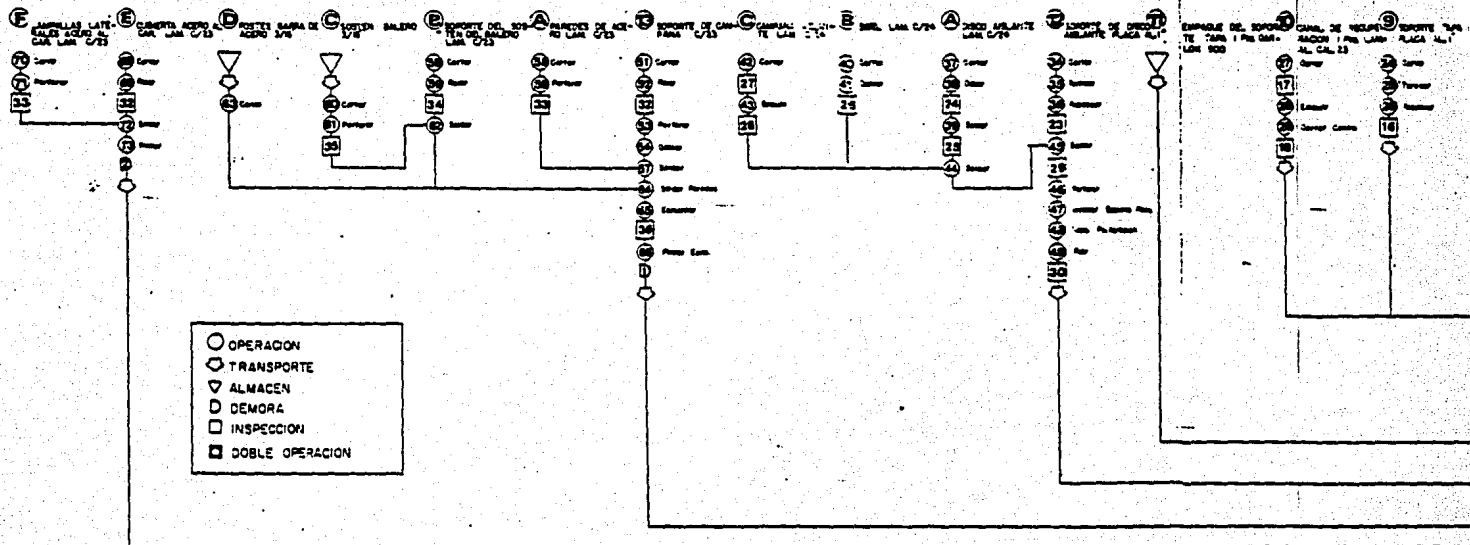


M	Z	Procesos	Acero	Densidad	Peso
L	I	Fracta	"	Carbono	"
K	I	Plata solda	"	Densidad	"
J	I	Embrase tornos	"	Resista	"
I	I	Curva superior	"	Resista	"
H	I	Salida superior por el superior	"	Carbono	"
G	I	Superficie	"	Carbono	"
F	I	Tapa	"	Carbono	"
E	I	Superficie superior	"	Acero	"
D	I	Disco superior	"	Acero	Plata
C	I	Bracha	"	Carbono	Grueso
B	I	Troqueles	"	Resista	"
A	I	Disco inferior	Acero	Acero	Plata
N <sup>o</sup> Ct		Designación	Material	Proceso	Acabado
EXPLOTADO				SOLVENTEC	
CUERPO				CELINA ZARAGOZA IBARRIA	
					Esc. 1:75
					N <sup>o</sup> 19

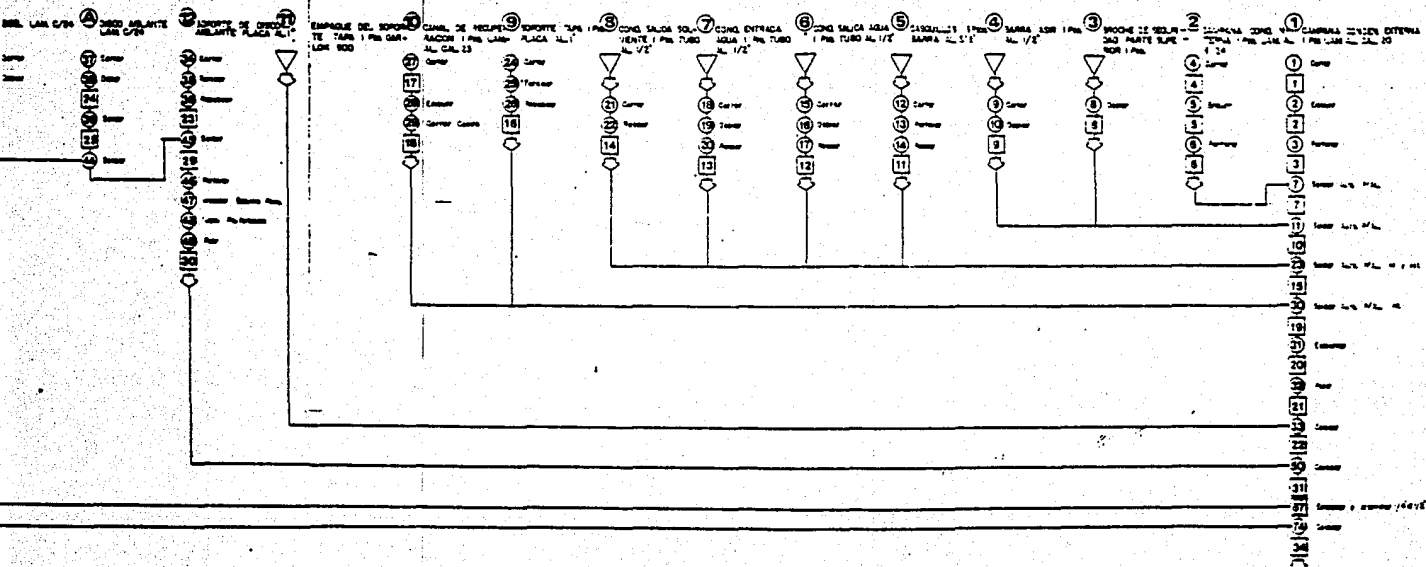


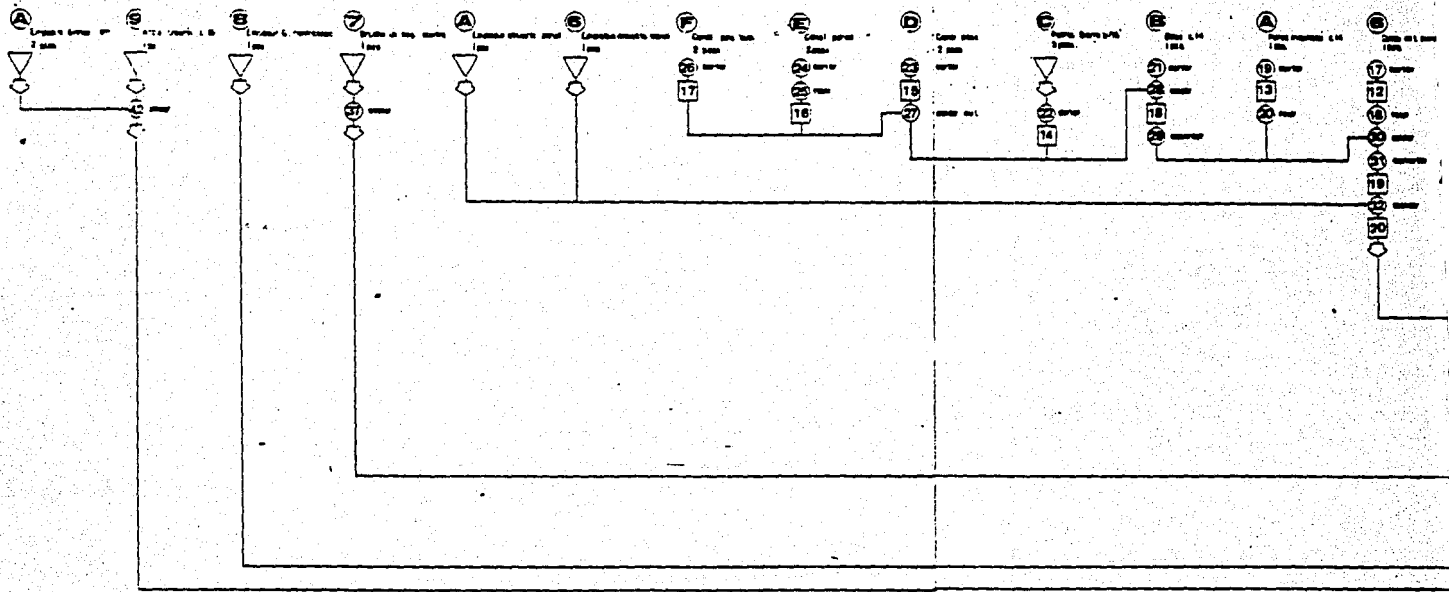


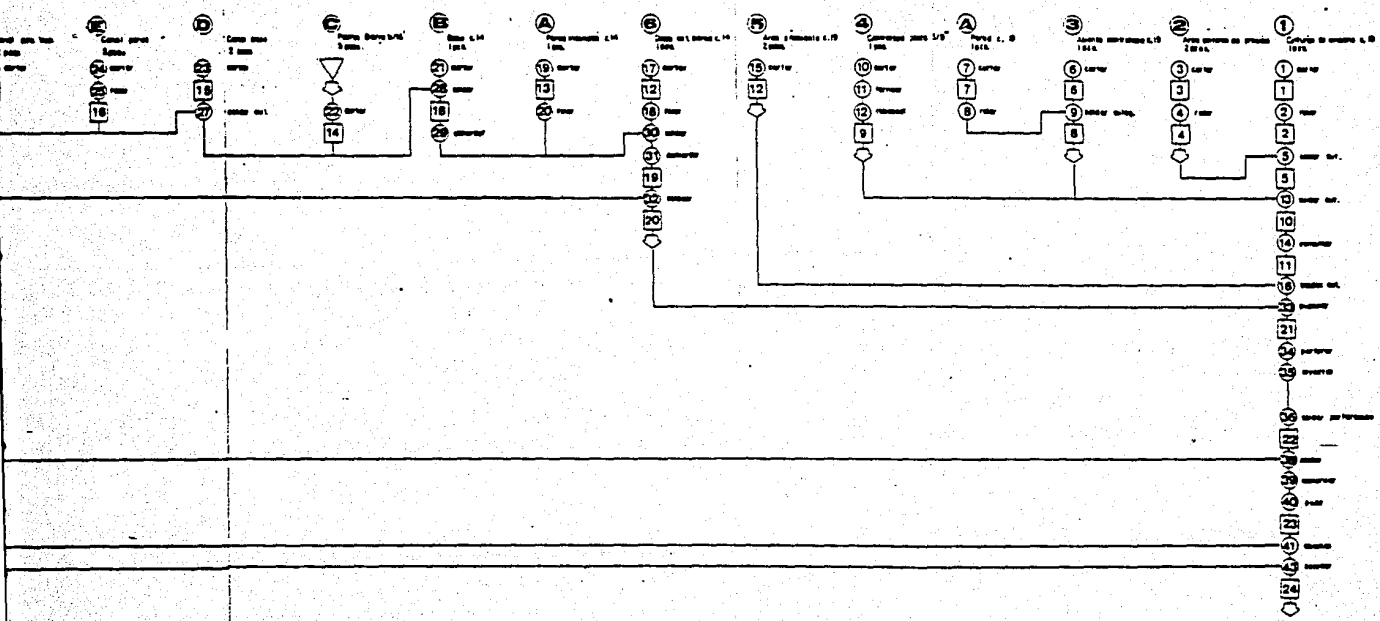
# Diagrama de Flujo

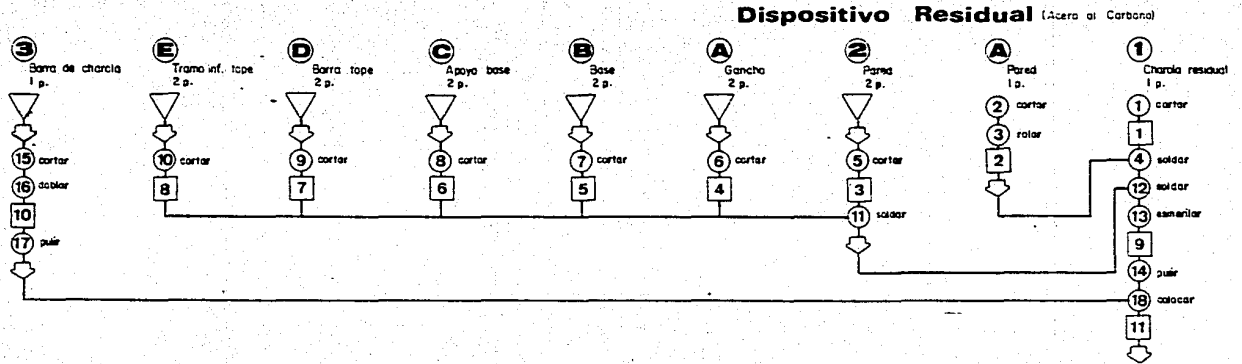


Ensamble General Tapa Condensadora

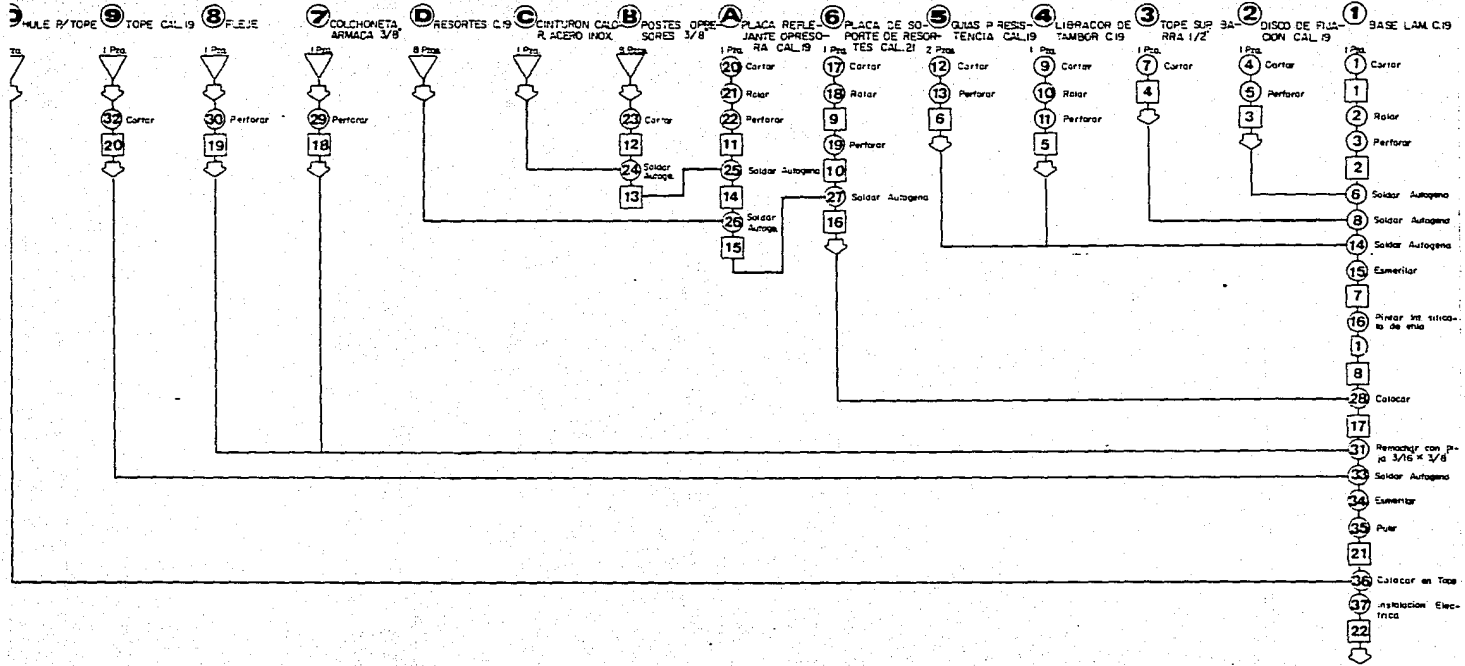




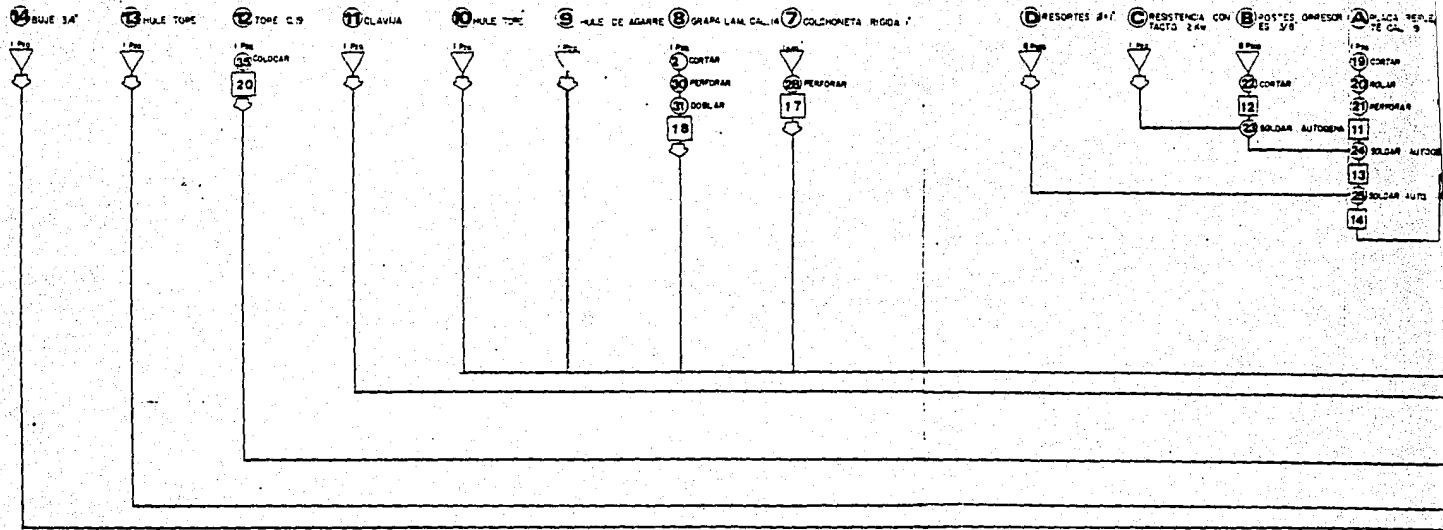




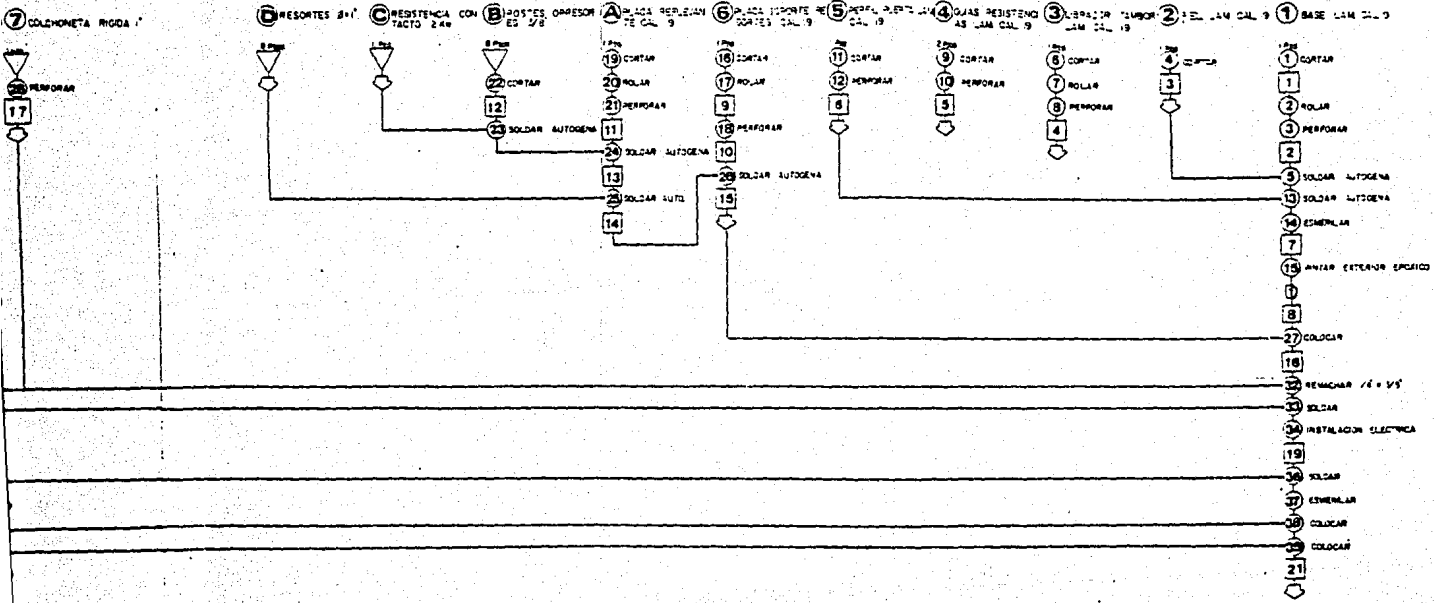
**Perta Fija (Acero al Carbono)**



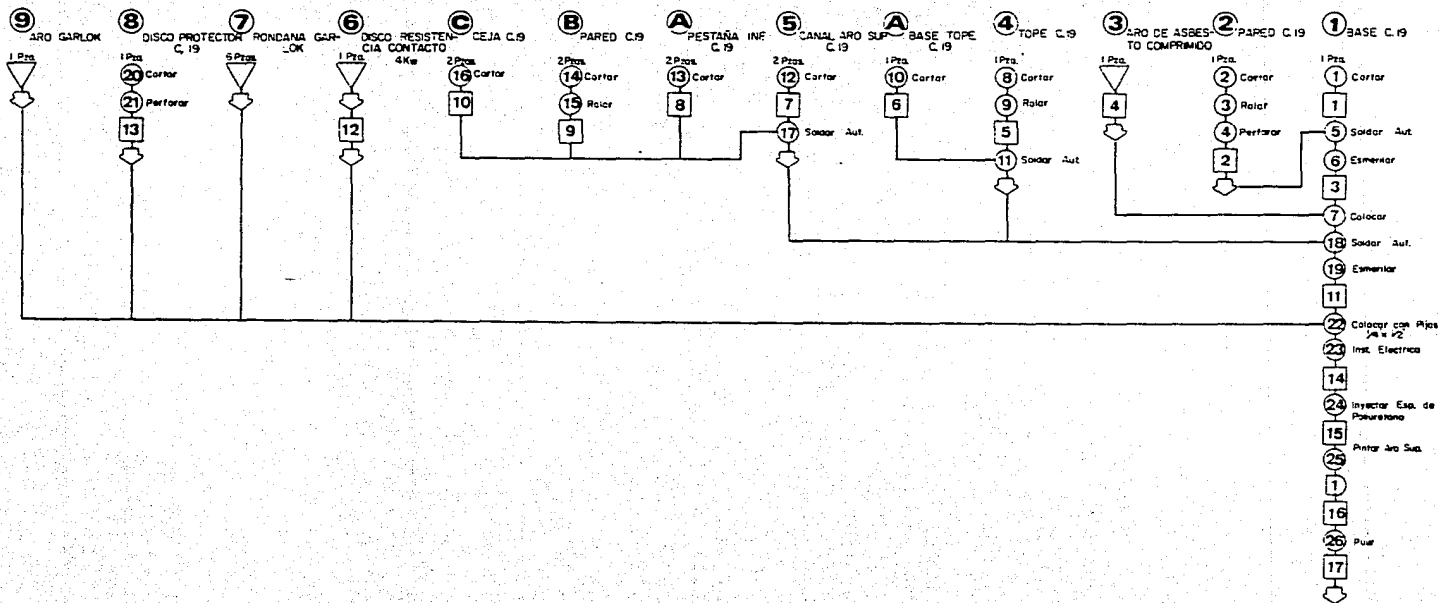




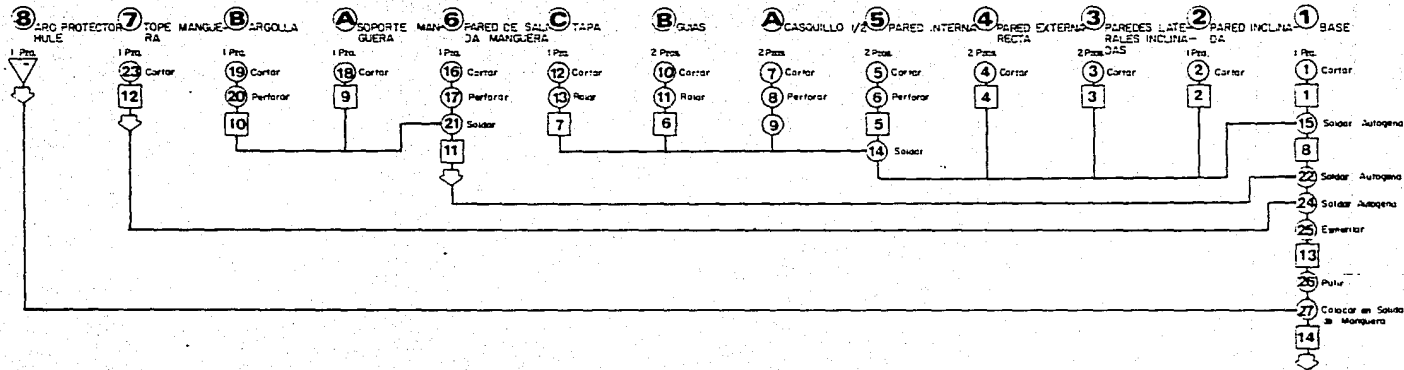
**Puerta Movil** (Acerca de Color 1)

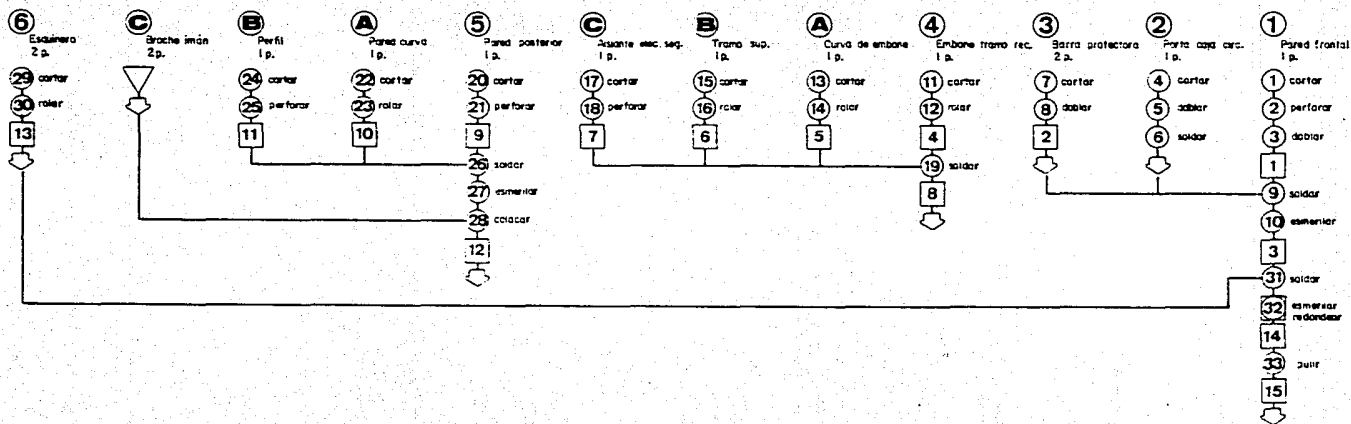


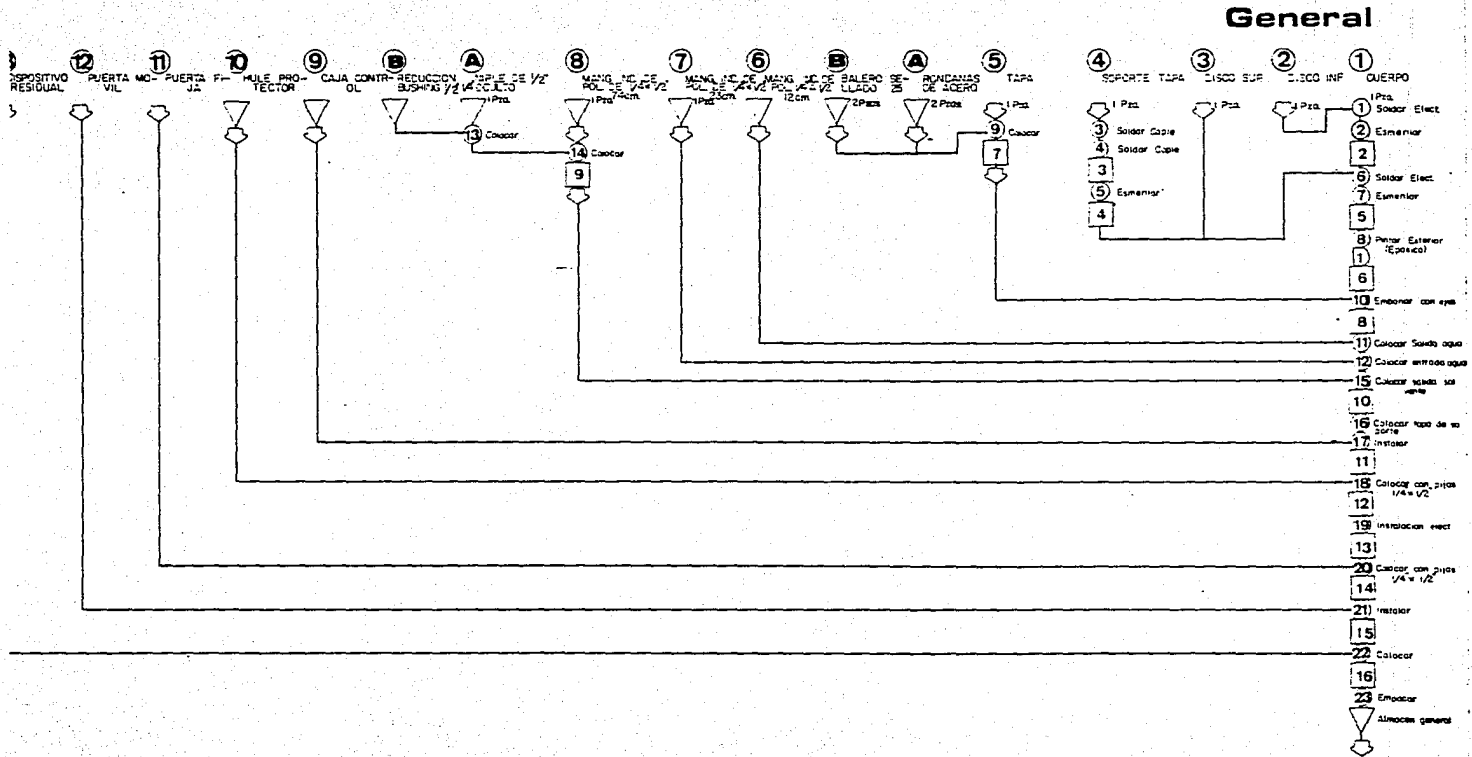
## Disco Inferior (Acera al Carbono);



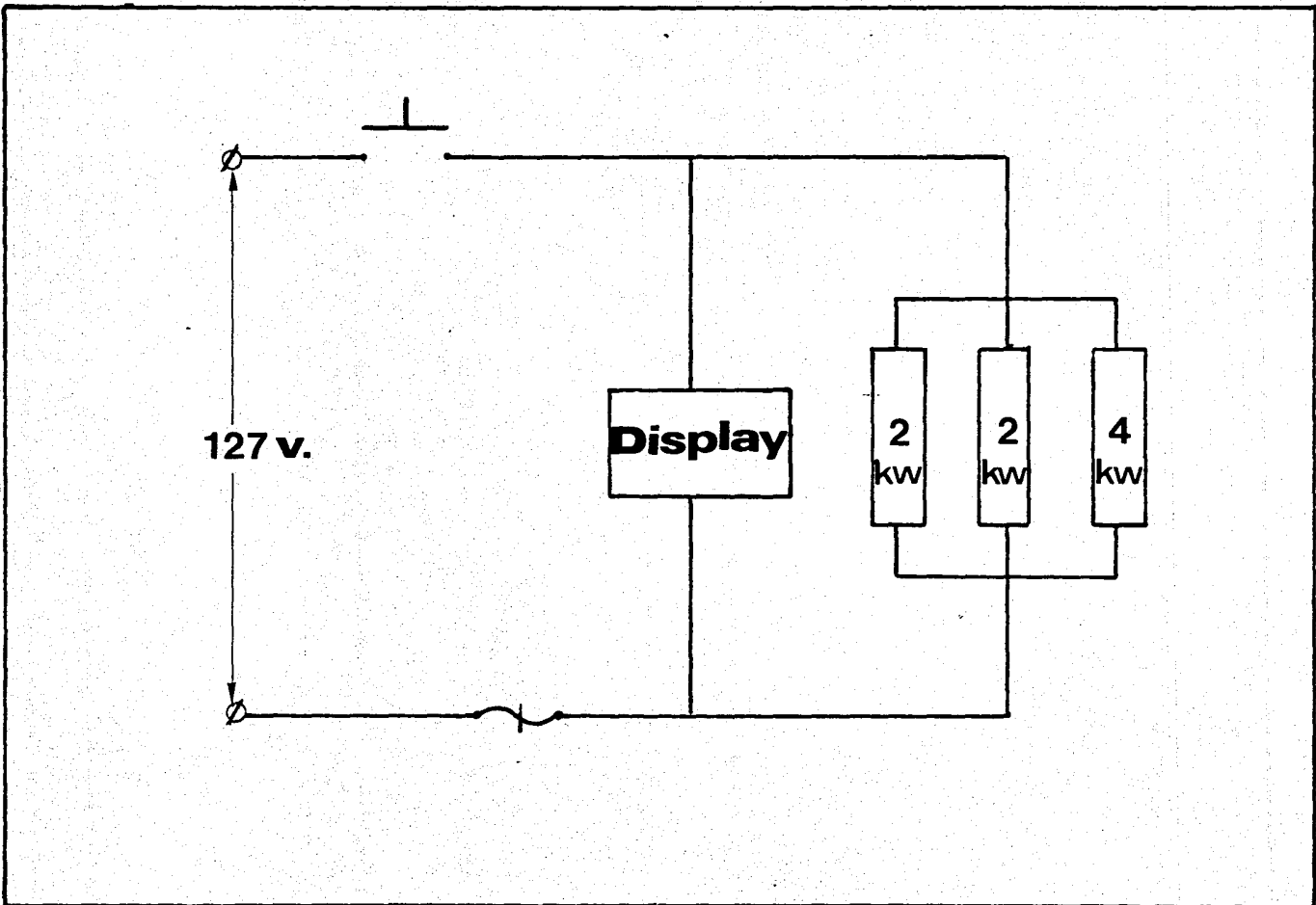
**Soporte Tapa** (Lam. Acero al Carbono Cal.19)



**Cuerpo** (acero al carbón ast. 19)



# Diagrama Eléctrico







# COSTO DE TAPA

Nombre	Cantidad	Material	Costo Unidad	Costo Total	Mano de Obra	Costo Neto
Campana externa cat. 20 (3.70 pie <sup>2</sup> ).	1	Aluminio	15,979.30		90,000.00	105,979.30
Campana interna cat. 24 (3.40 pie <sup>2</sup> ).	1	Aluminio	9,764.28		90,000.00	99,764.28
Broche de seguridad.	1	Aluminio	650.00			650.00
Casquillos. 3/8" (1.25 cm).	6	Aluminio	72.68	436.08	3,450.00	3,886.00
Conducto salida de agua 1/2".	1	Aluminio	753.18		2,300.00	3,053.18
Conducto entrada de agua 1/2" (3.5cm)	1	Aluminio	131.80		2,300.00	2,431.80
Conducto salida solvente 1/2" (4 cm).	1	Aluminio	150.63		2,000.00	2,150.63
Barra para asir 1/2" (43 cm).	1	Aluminio	2,197.81		2,250.00	4,447.81
Canal cal. 24 (.904 pie <sup>2</sup> ).	1	Aluminio	2,623.75		15,000.00	17,623.75
Base tapa 1".	1	Aluminio	63,728.09		28,750.00	92,478.09
Soporte disco.	1	Aluminio	10,137.97		10,200.00	20,337.97
Disco aislante.	1	Aluminio	8,529.30		8,050.00	16,579.30
Campana de disco aislante (2.19 pie <sup>2</sup> ).	1	Aluminio	7,322.29		19,550.00	26,872.29
Aislante.		Poliuretano exp.	436.54		500.00	936.54
Empaque.	1	Garlok 900	1,983.50			1,983.50
Soporte tapa cal. 19.	1	Acero	857.59		7,750.00	8,607.59
Sosten balero.	2	Acero	54.98	109.96	2,600.00	2,709.96
Eje.	2	Acero	137.45	274.90	6,050.00	6,324.90
Postes.	6	Acero	3.3	19.80	1,500.00	1,519.80
Soldadura.						8,625.00
Empaque tipo rondana 1/4.	6	Hule	150.0	900.00		900.00
Pijas para lamina 1/4 x 1/2"	6	Acero	98.0	588.00		588.00
						428,449.77





## SOPORTE TAPA

Nombre	Cantidad	Material	Costo Unidad	Costo Total	Mano de Obra	Costo Neto
Amazon cal. 19.	1	Acero	3,938.14		7,750.00	11,688.14
Casquillo redondo 1/2"	2	Acero	30.00	60.00	1,875.00	1,935.00
Aro proteccion.	1	Hule	400.00			400.00
Soldadura.						1,575.00
						15,598.14

## CUERPO

Nombre	Cantidad	Material	Costo Unidad	Costo Total	Mano de Obra	Costo Neto
Estructura cal 19.	1	Acero	24,663.46		90,000.00	114,663.46
Barra protectora 1/4"	2	Acero	52.04	104.08	2,250.00	2,354.08
Broche p/puerta de iman.	2	Comercial	1,000.00	2,000.00		2,000.00
Soldadura.						8,325.00
						127,342.54

## INSTALACION GENERAL

Nombre.	Cantidad	Material	Costo Unidad	Costo Total	Mano de Obra	Costo Neto
Pintura silicato de etilo.	200ml.	Inorganico de zinc	4,500.00		2,000.00	6,500.00
Pintura epoxico gris pizarra metal.	600ml.		10,800.00		8,000.00	18,800.00
Cople reforzado standard 1/2"	2	Fierro	980.00	1,960.00		1,960.00
Niple de 1/2"	1	Fierro	412.00			412.00
Reduccion bushing 1/2" - 1/4"	1	Fierro	1,000.00			1,000.00
Manguera industrial 1/4" acopl. 1/2"	1	Polielileno reforzado	2,500.00			2,500.00
Manguera 23 cm.	1	Polielileno reforzado	5,750.00			5,750.00
Manguera 74 cm.	1	Polielileno reforzado	7,112.00			7,112.00
Protector 1/2" · 3.52cm.	1	Hule	4,584.58			4,584.58
Baleros doble sello.	2	Acero	5,000.00	10,000.00		10,000.00
Rondana 1/4"	6	Acero	7.66	45.96		45.96
Pijas 1/4" x 1/2"	11	Acero	98.00	1,078.00		1,078.00
Caja pirometro y timer (Displays).	1	Diversos	500,000.00			500,000.00
Cable 12 alta temperatura 210.	1	Comercial	14,500.00	30,450.00		30,450.00
Cable uso rudo 2 x 12. (3mts).	1	Comercial	2,100.00	6,300.00		6,300.00
Soldadura.						5,000.00

Nombre	Cantidad	Material	Costo Unidad	Costo Total	Mano de Obra
Clavija de seguridad 15-20 amper.	1	Comercial	2,000.00		

Costo	Neto
	2,000.00
	603,492.00

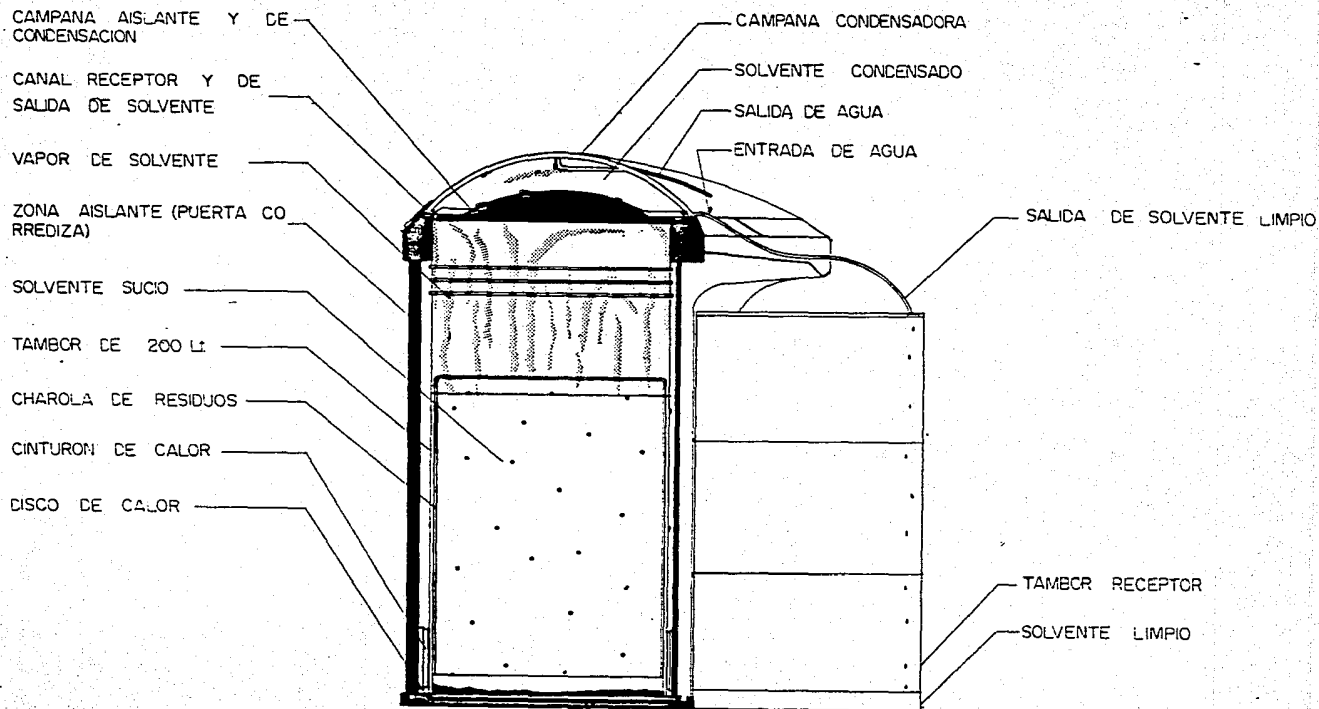
### SUMA DE COSTOS NETOS

Pieza
Tapa
Disco superior
Deposito residual
Puerta fija.
Puerta movil.
Disco inferior
Soporte tapa
Cuerpo
Instalacion general
Calcomanias y displays adhesivos
Empaque
Gastos indirectos
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>
<b>COSTO ESTIMADO DE VENTA</b>

Costo
426,449.77
121,157.56
17,686.20
238,576.35
350,320.43
286,579.79
15,598.14
127,342.54
603,492.54
17,250.00
20,000.00
40,000.00
<b>2'266,453.30</b>
<b>5'212,842.60</b>

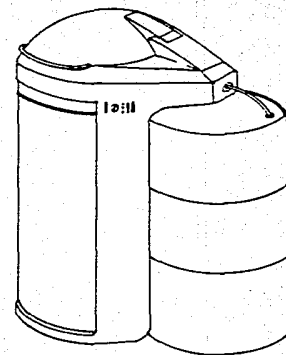
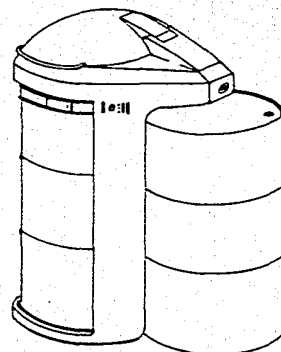
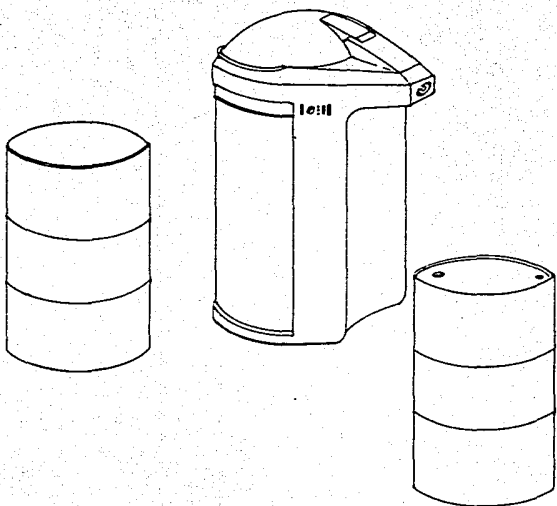
# Memoria Gráfica

## CORTE GENERAL

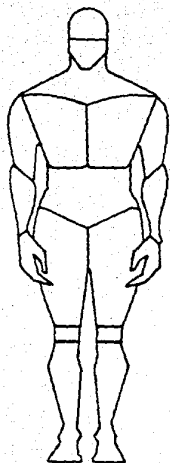




## POSICIONES

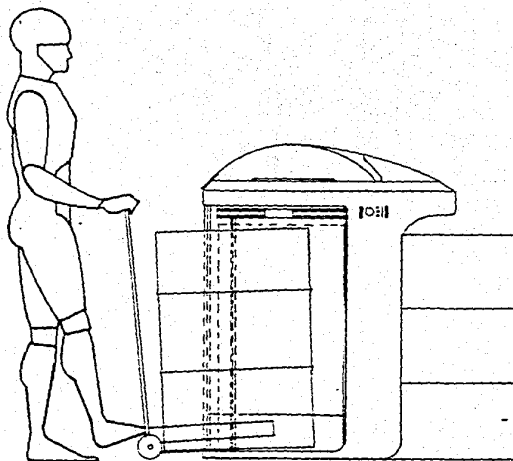


## ANTROPOMETRIA Y ERGONOMIA



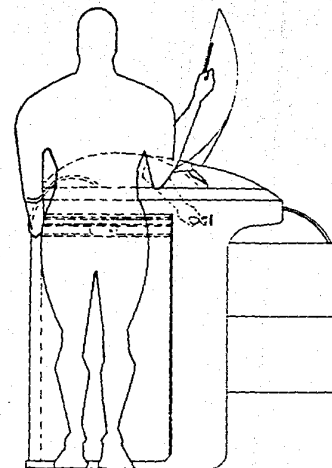
**A-**

1- Comparación Antropométrica.



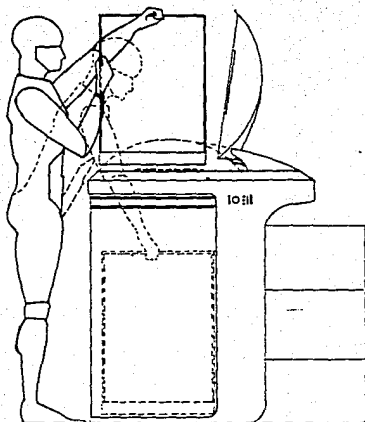
**B-**

- 1- Colocación del tambor contenedor ya sea vacío o lleno (con ayuda de un diablo, antes colocar recipiente residual.)
- 2- Colocación del tambor receptor.

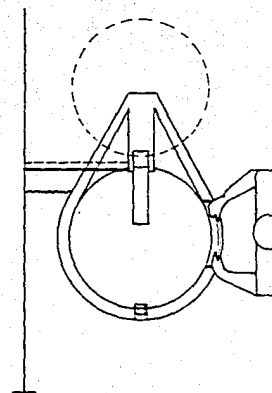


**C-**

- 1- Colocar cinturón de seguridad y cerrar la puerta.
- 2- Si el tambor está vacío, abrir tapa y colocar el recipiente residual, para posteriormente llenar.
- 3- Asegurar tapa.
- 4- Sacar manguera de salida de solvente y roscar al tambor.
- 5- Encender el timer.

**D.-**

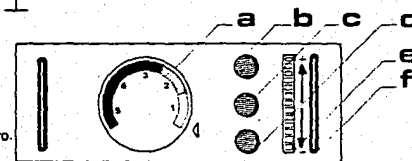
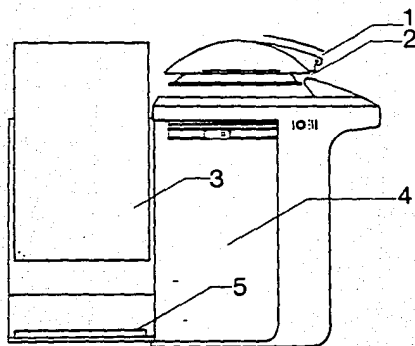
- 1- Checar término de proceso.
- 2- Sacar charola residual.
- 3- Guardar la manguera de salida del solvente.
- 4- Retirar tambor receptor.
- 5- El tambor contenedor vuelve a ligarse y comienza el proceso.

**INSTALACION**

- Toma de agua corriente.
- Salida de agua (recuperable).
- Toma eléctrica.

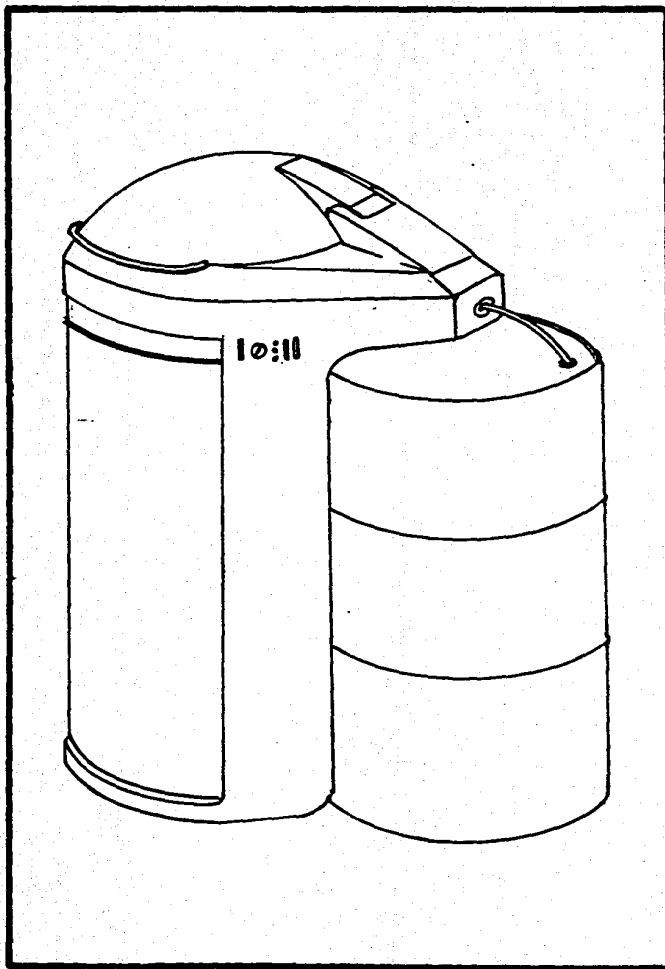
**MANTENIMIENTO**

- 1- Cambio de mangueras.
- 2- Reparación del sistema condensador.
- 3- Cambio de calchoneta aislante.
- 4- Reparación del sistema de calentamiento.
- 5- Reparación del sistema eléctrico.

**TABLERO**

- a-** Reloj de cuenta regresiva de 1 a 5 hrs.
- b-** Indicador luminoso de encendido (verde).
- c-** Indicador luminoso de término de proceso (anaranjado).
- d-** Alarma intermitente, para control de temperatura (roja).
- e-** Indicador de temperatura (alta o baja).
- f-** Postes proyectores.

**Memoria Descriptiva**

MEMORIA DESCRIPTIVA

El Proyecto SOLVENTEC, ha sido elaborado pensando en la pequeña y mediana industria de México, y surge de la necesidad que el medio exige para aminorar los problemas de contaminación, escasez y aumento de precios; obteniendo como resultado la reducción de costos de materias primas y el evitar su desperdicio, aunado a infinidad de beneficios consecuentes.

SOLVENTEC, es un sistema de recuperación de solventes sucios, que tiene como fin lograr la separación de impurezas, lodos, grasas y aceites.

El proceso comienza con el calentamiento del solvente para lograr un cambio en su estado físico, convirtiéndolo en vapor, dejando abajo la materia pesada, para posteriormente por medio de enfriamiento lograr un cambio de vapor a líquido obteniendo así, un solvente limpio y aprovechable nuevamente.

El método de separación intermitente o por lotes, y de un solo paso.

El equipo está construido casi en su totalidad

lidad de acero al carbono, por las propiedades que ofrece tanto de resistencia y factibilidad de producción, como su bajo costo.

El sistema funciona de la siguiente forma: el usuario deberá contar con dos tambores de 200lt; uno el contenedor del solvente sucio y otro el receptor del solvente limpio. El tambor contenedor se colocará dentro del sistema, ya sea lleno o vacío, cuidando que lleve el dispositivo residual, para que así, la materia pesada quede depositada en el fondo de ésta y pueda ser retirada más fácilmente al terminar el proceso. Si el tambor se coloca vacío se fija con un anillo de presión y posteriormente se levanta la tapa superior para llenar el tambor, utilizando el sistema que esté más al alcance del usuario; una vez lleno el tambor aproximadamente a 2/3 partes, por cuestiones de seguridad, la tapadera se cerrará asegurando que selle bien, mediante el broche de presión y evitar así la fuga de vapores y demás riesgos que esto pueda provocar.

En caso de que el tambor se introduzca lleno, únicamente se asegurará con el anillo de presión y finalmente se cierra la puerta móvil,

que al llegar a su tope, sella totalmente aislando la parte externa del sistema, del calor de su interior.

En cuanto al tambor receptor del solvente, debe estar colocado del lado derecho, y antes de activar el proceso se coloca la manguera de salida del solvente a la boquilla más pequeña del tambor.

Una vez asegurando que todo esté en su lugar, el proceso puede comenzar, el reloj (timer) se enciende y se coloca en la gama que corresponde al punto de destilación del solvente, éstas están divididas de acuerdo al rango de destilación de los diferentes solventes ligeros y medios. Si el solvente es muy ligero su período de destilación será muy corto, sin necesidad de llegar a la temperatura más alta que alcanza el sistema.

Así el proceso seguirá hasta que el reloj marque su fin, anunciando con una alarma intermitente que éste ha terminado.

Mientras el sistema se encuentra en funcionamiento, en el interior, es necesario lo-

grar un cambio de fase de líquido a vapor que se logra mediante calentamiento con resistencias eléctricas de contacto de acero inoxidable, que alcanzan una temperatura máxima de 170°C. Las resistencias están divididas en tres. La primera se encuentra en la parte inferior del equipo y las otras dos forman un cinturón, colocadas una en la puerta móvil y otra en la fija, ambas abrazando la parte inferior del tambor, éstas están fijadas a unos resortes que permiten el contacto necesario entre las resistencias y el tambor. Las resistencias están selladas para no correr riesgos en casos de derrame, aisladas con materiales especiales, espacios de seguridad y láminas reflejantes de calor.

Una vez que el solvente se calienta y empieza su etapa de destilación los vapores suben y llegan a una zona de condensación que en este caso también es la tapa del equipo. La zona condensadora está formada por una sección esférica por la cual circula agua corriente a razón de 40 GPH, a temperatura ambiente. Al entrar los vapores a esta zona, se condensan, sobre las paredes de la cúpula, cayendo a un canal que trasladan el líquido hasta el tambor receptor.

La campana condensadora está construida en aluminio material de buena conductividad térmica, soporta temperaturas hasta de 400°F (205°C), posee una elevada resistencia a los vapores, aguas dulces, saladas y disolventes orgánicos, además de ser un material muy ligero, lo cual es una gran ventaja para el funcionamiento físico del elemento.

Entre la etapa de calentamiento y la de condensación, existe una zona aislante, que ayuda a mantener fresca la campana condensadora, además de servir al proceso como etapa de agotamiento; cuando el solvente entra a esta etapa llega más débil haciendo más fácil su condensación.

Todas las áreas que rodean las zonas de calentamiento están aisladas con espuma de poliuretano para proteger al usuario, acelerar el proceso y ahorrar energía.

Además de estas zonas de aislamiento, contamos con otra más, que en este caso se encuentra tanto en la puerta fija, como en la móvil que son las que están más cercanas a la zona de calor, y por lo tanto necesitan otro-

tipo de aislante más resistente, para lo cual las colchonetas rígidas de fibra de vidrio, resulta ser lo más adecuado, soportan temperaturas hasta de 450°C, además de tener un recubrimiento impermeabilizante y una capa metálica para reflejar el calor.

En cuanto a los empaques se utilizó un material especial para vapores y aceites llamado Garlok 900, que resiste temperaturas hasta de 399°C. Este material está fabricado de asbesto y teflón comprimidos.

Una vez conociendo cuál es el proceso de recuperación de solventes, se dará una lista de las características de diseño.

- Recupera entre un 90-95% del solvente.
- Su capacidad máxima es de 140 lt.
- Su manejo es muy simple, y no necesita personal especializado.
- El proceso se realiza entre 1 y 5 horas dependiendo del solvente.
- El sistema está contemplado para recuperar de 1000-3000 lt. de solvente al mes.
- El calentamiento es eléctrico.
- El sistema de condensación es por agua co-

rriente a temperatura ambiente a razón de de 40 GPH.

- Los recipientes contenedores de solvente son tambores de 200 lt.
- El sistema está sellado totalmente para evitar vapores y cualquier contacto con el usuario.
- Separa impurezas, lodos, grasas y aceites.
- El dispositivo residual está considerado para lodos hasta de 5 kg. Este recipiente se retira al término del proceso para evitar el lavar constantemente el tambor, -- así solamente se limpiará cuando sea necesario.
- Puede ser conectada a cualquier toma eléctrica monofásica.

Cuenta con sistemas de seguridad como:

- Inicio de proceso motivando el timer. Si la puerta no está bien cerrada, el indicador luminoso de inicio no enciende.
- Cuando la temperatura se eleva más de lo que es debido, se activa una alarma.
- Una alarma intermitente indicará que el proceso ha terminado.
- La manguera del solvente y las del agua,



están aisladas totalmente del sistema eléctrico, en caso de fuga el líquido sale y cae sobre la tapa del tambo.

- Las resistencias están selladas totalmente para evitar problemas de seguridad en caso de derrame.

Fácil acceso a mantenimiento y reparación.

- La puerta fija puede quitarse en caso de ocupar reparación eléctrica.
- La tapa superior de la zona en que se encuentran las conexiones de las mangueras se retira para reparación.
- La campana condensadora, tiene un disco aislante que puede retirarse en caso de reparación, al disco o a la campana.
- En cuanto a la limpieza del equipo:
  - . El cuerpo en general basta limpiarlo -- con un trapo húmedo.
  - . El tambo contenedor del solvente sucio puede utilizarse cuantas veces se desee, usando el recipiente residual, que será retirado cada vez que el proceso termine, se lava, se coloca de nuevo en el tambo y se vuelve a usar. El tambo se lavará hasta cuando sea necesario.

#### Precauciones

- + El equipo deberá ser colocado en un lugar ventilado.
- + Deberán tenerse presentes todas las precauciones necesarias de no fumar, no tirar basura, no motores cerca del área, -- uso de extinguidores, etc.
- + Sólo se pueden manejar solventes ligeros y medios menores de 160°C.
- + Si el proceso ha terminado y no se ha destilado todo el solvente, el timer se pondrá sólo el tiempo necesario para terminar la destilación.
- + No deberán destilarse compuestos con plomo y alcohol metílico.
- + Deberá usarse el equipo necesario para el manejo de solventes.

#### Costo

- + Su costo de fabricación es de \$2'266,453.3
- + Su costo estimado de venta es de \$5'212,000.00
- + Su periodo de amortización es de 1 a 5 - meses.

**Bibliografía**

BIBLIOGRAFIA

## MANEJO DE SOLVENTES

1. Disolventes y Plastificantes  
Blas Alvares, Luis.  
Segunda Edición. Corregida y Aumentada.  
Editorial Aguilar. Madrid, 1962.
2. Distillation Control.  
F.G. Shinskey.  
Mc Graw Hill  
U.S.A. 1977
3. Fundamentos y Modelos de Procesos de Separación. Charles D. Holland.  
Editorial Prentice/Hall Internacional  
México, 1987.
4. Industrial Solvents Handbook  
Ibert Mellan. Second Edition.  
Noyes Data Corporation.  
U.S.A. 1977

## QUIMICA

1. Diccionario de Química  
RIODUERO.  
México, 1980.
2. Enciclopedia de Tecnología Química. Raymond  
E. Kirk y Donald F. Othmer.  
UTEHA. U.S.A. 1966
3. Manual del Ingeniero Químico  
Robert H. Perry, Cecil Chilton  
Edición en Español. Mc Graw Hill  
Vol. I,II,III. México, 1987.
4. Principios Básicos de los Procesos Químicos  
Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau  
El Manual Moderno. México, 1985.
5. Química Orgánica  
Morrison y Boyd. Ed. en español  
Fondo Educativo Interamericano  
México, 1985.

## ARTICULOS ESPECIALES

1. Leyes y Convenios de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y de Desarrollo Urbano y Ecología, junto con la Asociación Nacional de Fabricantes de Pinturas y Tintas, A.C. y la Sección 31 de Pinturas y Tintas para las Artes Gráficas de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, para reducir las emisiones a la atmósfera de disolventes y productos orgánicos.
2. La Importancia de recuperar los Solventes  
James M. Teale  
Chemical Engineering.  
Enero 31, 1977
3. Solvent Recovery  
C.H. Chatfield Handy y Harman  
Vol. 18

## ANTROPOMETRIA Y ERGONOMIA

1. Human Factors Design Handbook  
Wesley E. Woodson  
Mc Graw Hill, U.S.A. 1981
2. Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores.  
Julius Panero, Martín Zelnik  
Ediciones Gustavo Gill. México, 1984

## APOYO DE INVESTIGACION

1. Resistencias RAF  
Ing. José Luis Mora  
Guadalajara, Jal.
2. ALPOSA  
Ing. Severiano Rodríguez C.  
Guadalajara, Jal.
3. PROMETAL  
Ing. Prisciliano Zaragoza C.  
Ing. Mauricio Zaragoza I.