

2ej
380

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento de Biología.

IDENTIFICACION Y TOXICIDAD DE CONTAMINANTES EN ALGUNOS
DISOLVENTES ORGANICOS DE USO INDUSTRIAL

Leonor A. Cedillo Becerril.

México

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

1. Resumen.
2. Introducción
3. Antecedentes
4. Objetivos
5. Ambito del estudio
6. Material y métodos
 - 6.1 Estudio de campo
 - 6.2 Análisis químico
 - 6.3 Análisis de datos
7. Resultados
 - 7.1 Descripción General
 - 7.2 Análisis químico
 - 7.3 Toxicidad
 - 7.4 Interacción
 - 7.5 Legislación
8. Discusión
9. Conclusión
10. Recomendaciones
11. Glosario.
12. Bibliografía.

1. RESUMEN.

A partir de una investigación realizada por un grupo interdisciplinario con objeto de detectar los efectos nocivos en la salud generados por las condiciones de trabajo en el área de mantenimiento de Aeronaves de México, S.A.; se detectó que uno de los problemas de incidencia generalizada se debe a la utilización de sustancias químicas, a las que el 66% de los trabajadores se encuentran expuestos y de las cuáles se contaba con una mínima información acerca de su composición química y por lo tanto de su toxicidad específica.

En base a esta detección diseñamos una técnica analítica de cromatografía en fase gaseosa que permitió conocer la composición del grupo químico de uso más extendido, es decir el de los disolventes orgánicos.

Una vez verificada la técnica se analizaron los siguientes solventes: S-7, RL, Polyner, S-900, Turco, Thiner y Resistol; encontrando como componentes de los mismos alcoholes (metanol, etanol, 2-propanol y 1-butanol), ésteres (acetato de etilo, de 1 y 2 butilo y de 1-pentilo), cetonas (acetona, metil-etil-cetona y metil-isobutil-cetona), hidrocarburos alifáticos (n-hexano), hidrocarburos aromáticos (benceno y tolueno) y cloroalcanos (cloruro de metileno).

Se consultaron entonces bibliográficamente los efectos tóxicos de los compuestos identificados así como la legislación vigente para cada uno de ellos.

Asimismo, se hicieron también las asociaciones entre los diversos disolventes estudiados de acuerdo a su composición y entre los compuestos que los conforman dependiendo de sus efectos tóxicos, fué analizado también el comportamiento tóxico de los compuestos derivado de sus propiedades físicas y químicas.

2. INTRODUCCION

Desde hace varias décadas la contaminación ambiental ha sido motivo de múltiples discusiones en todo el mundo, particularmente en los países industrializados ha producido diferentes manifestaciones de diversos sectores de la sociedad.

Inicialmente fué un tema que sólo se debatía en círculos científicos o a nivel de las autoridades, pero poco a poco el interés de la comunidad fué aumentando debido a que el problema ha cobrado cada vez más importancia por su gravedad.

Hoy día casi en cualquier lugar la mayoría de la gente ha tenido contacto con la información que sobre este tema en particular es difundida por los medios masivos de comunicación. Las noticias de tragedias como la que sucedió en la India o en San Juan Ixhuatepec o en Cromatos de México, son las que han ido sensibilizando a la opinión pública de que el problema de la contaminación ambiental es realmente serio.

Por otro lado, ha sido también con el desarrollo de la técnica y la investigación como se ha demostrado que los efectos de la contaminación no son simples molestias sino que influyen notablemente en la salud humana.

Mucho se ha hablado y escrito sobre las consecuencias de la contaminación en el desequilibrio en el medio ambiente la depredación de la naturaleza sobre la salud y sobre el futuro de las especies.

Al transformarse en un problema de dominio público la mayoría de las veces es presentado de manera superficial y parcial por los medios masivos de comunicación. Justamente éste es uno de los aspectos sobre los que queremos llamar la atención.

Mucho se ha denunciado en cuanto a las consecuencias de los factores contaminantes, pero no siempre el enfoque metodológico del tema se ha realizado desde una perspectiva integral totalizadora que intente buscar las causas generadoras y no solo las causas predisponentes o las directas (Albert, 1985).

En nuestro país los medios masivos de comunicación manejan usualmente que la contaminación ambiental es producida por múltiples factores, pero los que más se enfatizan son los provocados por vehículos motorizados o los desechos domésticos de la comunidad, es decir, se presenta como si fuera responsabilidad únicamente de la población. Es más, las campañas publicitarias que buscan hacer conciencia ciudadana para combatir el problema, tratan de convencer a la comunidad de ser más cuidadosa en el mantenimiento de los motores de sus automóviles o en la disposición de sus basuras y desechos.

Este problema es real, sin embargo no es el único, poco se habla de los desechos industriales o de la contaminación intramuros de la fábrica. En México, como en otros países, el desarrollo industrial y la acrecentada incorporación de sustancias químicas a los procesos industriales obliga a considerar a la industria también como una fuente de la cual provienen en gran cantidad agentes contaminantes. Más aún, al observar las experiencias de los países industrializados se puede afirmar que la contaminación ambiental que existe en las grandes ciudades está originada, en gran parte, por los procesos industriales.

Buscar las causas generadoras, desentrañar los mecanismos íntimos de las relaciones económicas sabiendo al mismo tiempo que tanto las causas como las consecuencias tienen responsables, es la única forma de dar respuestas integrales, preventivas y científicas a éste problema (Albert, 1985).

El hombre, como los demás organismos vivos es, a su vez, un sistema. Esto quiere decir, un conjunto de funciones interrelacionadas, algunas de las cuáles (esfera psíquica, respiratoria, circulatoria) tienen un margen muy estrecho de variación y una gran influencia sobre el resto del conjunto.

De igual manera que éstas funciones dependen de los elementos exógenos al propio sistema, su regulación debe ser, también exterior al propio individuo.

Por lo tanto podemos inferir que existe una fisiología del medio ambiente, o sea, una fisiología externa vinculada estructural y orgánicamente con la fisiología del medio interno y que ambas, en conjunto configuran el metabolismo integral del ser social o la fisiología del comportamiento humano (Albert, 1985).

La falta de conciencia del hombre como parte integrante de la naturaleza que conduce a pautas culturales y económicas inadecuadas conforman los patrones de las sociedades modernas.

Es así, como solo se considera al ambiente como fuente de materias primas que hay que obtener a toda costa en el menor tiempo posible y con los menores gastos. La sociedad que se basa en el principio del dominio de una clase sobre otra, transfiere ese concepto a la naturaleza, prevaleciendo así el principio de la dominación y de la subyugación (Albert, 1985).

Lo malsano no es la productividad en sí ni la creación de bienes sino la concepción de un sistema determinado de producción y el carácter inapropiado de las relaciones del hombre con la naturaleza.

La sociedad basada en el consumismo y la explotación de la naturaleza como productora de ganancias es la causa generadora de la falta de control y racionalidad en el uso de la ciencia y de la técnica, las que se convierten así, en factores de agresión contra el ambiente (Albert, 1985).

Los desechos producidos por los asentamientos humanos son básicamente orgánicos y biodegradables, e incluso pueden incorporarse a los ciclos naturales sin alterar peligrosamente a los organismos vivos. Es evidente que en una ciudad como la nuestra se produce una gran cantidad de desechos de este tipo, que rebasan los mecanismos de autopurificación de la naturaleza ya que su capacidad autorreguladora tiene un límite y puede ser sobrepasada, produciéndose entonces modificaciones irreversibles en el medio ambiente que perturban la vida y son causa de enfermedad y muerte.

Tanto los vehículos de transporte como cualquier proceso que requiera de motores de combustión interna arroja contaminantes a la atmósfera como son, entre otros, el monóxido de carbono y los óxidos de azufre, hecho que se ve agravado por la baja calidad de los combustibles y por el estado de los motores. Se puede saber en este caso, cuales son los contaminantes, y las cantidades aproximadas producidas por los transportes. Por lo tanto, se puede inferir que las soluciones, cualesquiera que ellas sean, pueden ser practicadas para disminuir el problema.

Los procesos industriales son muy diversos, y de acuerdo a esto hay diferentes tipos de contaminación producida por ellos.

La contaminación química producida por un sinnúmero de procesos donde se utilizan sustancias orgánicas e inorgánicas, que desprenden polvos (corte o fundición de metales), vapores (uso de disolventes y otras sustancias volátiles), humos (procesos con soldadura), fibras (en la utilización de asbesto o fibra de vidrio), rocíos y neblinas (en el uso de pintura con pistola neumática), gases venenosos (en la fundición o industria química) y los desechos químicos industriales, en general, que pueden ser líquidos o sólidos.

La contaminación biológica, como es el caso de la producida por los procesos de la industria farmacéutica en la que se utilizan antibióticos, bacterias, hongos y hormonas, o de la industria alimenticia que produce una gran cantidad de desechos orgánicos.

La contaminación por agentes físicos como el ruido provocado por motores, troqueladoras, fresadoras; las radiaciones ionizantes y no ionizantes en la industria nuclear.

La contaminación térmica producida por desechos que son vertidos, a altas temperaturas, en los cuerpos de agua naturales o en el drenaje. En fin, una lista interminable de procesos industriales que contaminan continuamente.

En el caso de los agentes químicos contaminantes, además de la gran variedad que se producen y utilizan, el problema se vuelve más complejo debido a que la mayor parte de las veces se desconoce la identidad de los compuestos que los integran, su concentración en el medio ambiente y en general su toxicología.

Conforme a los datos aceptados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) para 1980, las sustancias químicas de uso cotidiano en el mundo eran aproximadamente 63 mil con un incremento anual entre mil y dos mil sustancias (NIOSH, 1980).

En contraste, las sustancias bien estudiadas en cuanto a sus interacciones y efectos a corto y a largo plazo no exceden las dos mil y este número aumenta con gran lentitud debido a la dificultad de los estudios.

En éste caso nos referimos únicamente a las sustancias químicas y particularmente a aquellas que forman el grupo de los disolventes orgánicos industriales. Este término es generalmente aplicado a compuestos orgánicos derivados del petróleo, usados a escala industrial, para disolver, suspender o cambiar las propiedades físicas de otros materiales, estas aplicaciones incluyen la producción y terminado de productos de materiales, disueltos o suspendidos, para las industrias de tintas y pinturas, solventes reactivos para otro tipo de procesos, agentes limpiadores para el mantenimiento y lavado en seco (Anónimo, 1985).

Cualquier líquido orgánico puede actuar como disolvente a escala industrial, teniendo como único requisito que cumpla con tal fin práctico en su uso. Esto quiere decir que los productores pueden no ejercer un control de calidad sobre la composición precisa de éstas sustancias ya que solamente requieren que éstos cumplan con el fin para el cual se están vendiendo. Este hecho es muy atractivo económicamente, ya que no requiere de procesos finos de separación ni de controles estrictos de calidad, situación altamente conveniente tanto para los productores como para los consumidores industriales ya que estos últimos no pagan el costo más elevado que conllevaría otro tipo de proceso.

Por el contrario, lo anterior representa una situación de doble peligro para los usuarios que se encuentran directamente expuestos a este tipo de sustancias, como son los trabajadores, en primer término, y los usuarios domésticos o de exposición no ocupacional, puesto que por un lado se exponen a una sustancia de cuya identidad podría conocer y por otro a las impurezas que tiene la mezcla debido al tipo de proceso de separación del cual ya se habló anteriormente.

Compuestos de éste tipo (impurezas) están presentes usualmente en productos de uso común como por ejemplo el thinner, que se vende sin ninguna especificación referente a su uso o composición. La falta de control y el desconocimiento parcial (por parte de los productores), y total (por parte de los usuarios), trabajadores o no, lleva a un uso indiscriminado de ellos, sin conocer el riesgo que implica su manejo tanto en su uso como para la eliminación de residuos.

En países desarrollados ésta situación se encuentra regulada existiendo cuerpos normativos tales como el "Derecho a Saber" en California y otros estados de la Unión Americana (OSHA, 1984).

Estos cuerpos normativos permiten que tanto los fabricantes como los patronos están obligados a proporcionar información a los trabajadores, así como a la población que la solicite, y contar así con elementos mínimos para abordar el problema de las enfermedades producidas por la contaminación dentro y fuera de la fábrica. Cabe señalar que este tipo de regulación no nació unilateralmente, sino que fue debida a la participación y organización de varias entidades, sindicales y ciudadanas como parte de su lucha por la salud, por mejoras a las condiciones de trabajo y a las condiciones de vida, así como a la conservación de los recursos naturales.

Para mostrar con mayor claridad la magnitud del problema, además de considerar la falta de conocimientos toxicológicos sobre estas sustancias y la irracionalidad en su producción y uso, hay que añadir la forma como se están realizando los desechos industriales de los disolventes orgánicos.

Algunas de las plantas productoras de disolventes o aquellas que los utilizan en diferentes partes de su proceso productivo, vierten sus desechos, por lo general, en forma líquida. En la mayoría de los casos no se les da un tratamiento previo por lo que los residuos de disolvente utilizados se mezclan y diluyen con las aguas negras contaminándolas con desechos que no corresponden al tipo de tratamiento que se les da a estas últimas.

No solamente el agua se contamina de manera directa por los residuos vertidos también la atmósfera que rodea la fábrica, debido a que estos compuestos tienen la propiedad de volatilizarse a temperatura ambiente por lo que se difunden rápidamente por el aire.

Sin embargo, para tratar de evitar que todo lo anterior suceda, existen normas y reglamentos que buscan regular el uso de sustancias tóxicas y prevenir sus efectos nocivos sobre la salud humana.

Según la Organización Mundial de la Salud, todas las sustancias químicas son consideradas tóxicas a determinadas concentraciones y tiempo de exposición (OPS, 1976) y por ello debe existir una norma que ofrezca condiciones de uso seguras para el hombre; Existen por tanto restricciones para el uso y manejo de desechos de este grupo de sustancias, en México la Secretaría de Trabajo y Previsión Social y el Instituto Mexicano del Seguro Social son los encargados de regular estas condiciones intramuros, mientras que a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología corresponden las regulaciones hacia afuera de los centros de trabajo. Los instructivos 8 y 10 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo que entraron en vigor en 1984, se refieren a la seguridad e higiene para la producción, almacenamiento y manejo de explosivos en los centros de trabajo y las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas

capaces de generar contaminación en el ambiente laboral (STPS, IMSS, 1984) respectivamente. El último de ellos marca los niveles máximos permisibles de concentración de los contaminantes en el ambiente laboral. Los niveles máximos permisibles pueden definirse como concentraciones cuyo efecto constante, durante periodos largos no produce cambios patológicos o enfermedades, agudas o crónicas detectables por métodos modernos, aunque se reconoce que la fatiga excesiva y los factores que contribuyen a aumentar las tasas de respiración (ejercicio, altura y otros) aumentan un factor importante en el aumento de la sensibilidad a los diferentes tóxicos (MINSAP, 1978).

Un aspecto de gran importancia sobre el cual no se cuenta con normativa alguna en México, es el problema del desconocimiento, aún por parte de los productores, de la composición de algunas mezclas. Entre ellas están los disolventes debido a las características de la producción anteriormente señaladas. Esta situación complica aún más la posibilidad de que el obrero, los sindicatos y la propia comunidad pueda exigir la observancia de otras normas, pues ni siquiera saben con qué compuestos tienen contacto.

Ningún país puede descontaminar cuando la contaminación ha llegado a ciertos límites. Tampoco es la solución crear la industria anticontaminante. Es necesario eliminar los riesgos, valorar objetivamente cada paso que se da en esta larga serie de hechos tratando de cortar la cadena epidemiológica. En este caso y en esta época la solución a los problemas de salud no puede pasar por la medicina curativa (Albert, 1985).

Las políticas en el campo de la conservación del medio ambiente deben ser el fruto del análisis multidisciplinario que se centren en los aspectos fundamentales, es decir, en lo político, económico, filosófico, social, científico y tecnológico (Albert, 1985).

3. ANTECEDENTES.

A partir de una asesoría solicitada por el Sindicato de Técnicos y Trabajadores de Aeronaves de México, S.A. para incluir en su revisión contractual un reglamento de Higiene y Seguridad que les permitiera proteger de una manera preventiva la salud de sus agremiados así como establecer una tabla de enfermedades de trabajo, un grupo de técnicos y trabajadores de la salud nos avocamos al estudio de las condiciones de trabajo en dicha empresa utilizando una metodología que cuenta con la participación activa de los trabajadores y propicia el intercambio de conocimientos, elementos que permiten establecer un cuadro cualitativo respecto a los factores de riesgo y sus repercusiones en la salud (Lozano, 1984). Uno de los factores de riesgo importantes es el referente a la utilización de sustancias químicas entre las cuales se encuentran los disolventes orgánicos industriales de uso generalizado y al cual están expuestos un gran número de trabajadores, hecho que considero representativo de los problemas anteriormente citados de Contaminación antropogénica industrial por agentes químicos.

Usualmente los disolventes industriales son presentados con sus marcas comerciales y sin ninguna especificación sobre su composición química, por lo cual para este caso particular como una segunda fase del estudio se decidió montar una técnica para determinar la identidad de los componentes y su proporción en la mezcla y a partir de esos resultados para conocer su toxicología (Krasov, Saavedra-Cedillo, 1985).

En la literatura abundan los métodos por cromatografía en fase gaseosa de los compuestos constituyentes de los disolventes industriales, ya que al ser aquellos considerados como tóxicos se constituyen en parte de los 117 contaminantes ambientales actualmente aceptados como tales (Anónimo, 1973) y su análisis o monitoreo en una gran variedad de matrices (agua, aire, sedimentos acuáticos, suelos, alimentos y especies animales) se encuentran bien documentados (Klatkis, 1985) (USEPA, 1977) (Sporstol, 1983) (López-Avila, 1983) (Giger, 1974). Sin embargo su análisis en disolventes industriales no ha encontrado mucho espacio en la literatura (Schumeltz, 1983).

En cualquier situación una buena estrategia analítica implica una manipulación mínima de la muestra antes del análisis para evitar cualquier posible error especialmente por contaminación de la muestra. Este es el criterio adoptado en la segunda fase del presente trabajo en el cual la muestra se introduce al cromatógrafo sin tratamiento previo con objeto de conocer la composición cualitativa y cuantitativa de los disolventes utilizados en el área de mantenimiento de la empresa antes citada utilizando cromatografía en fase gaseosa como parte de una evaluación toxicológica completa del ambiente laboral.

Las muestras de disolventes obtenidas fueron analizadas en la UAM-Xochimilco, contando con la asesoría del Dr. Jaime Krasov y la dirección del Quím. Jaime Saavedra del Departamento de Sistemas

4. OBJETIVOS.

I Generales:

- 1) Conocer los principales factores nocivos en un Centro de Trabajo que afectan la salud de los trabajadores.
- 2) Conocer los síntomas y enfermedades generadas por los factores nocivos, presentes en los trabajadores.
- 3) Corroborar las percepciones de los trabajadores respecto a los efectos tóxicos generados por los disolventes orgánicos que utilizan.

II Particulares:

- 1) Conocer la composición química de los disolventes orgánicos que contaminan el Centro laboral estudiado.
- 2) Montar una técnica para el análisis de los contaminantes.
- 3) Conocer bibliográficamente la toxicidad de los componentes identificados en los disolventes analizados.

Biológicos. Las determinaciones se hicieron en el cromatógrafo de gases ubicado en la Planta Piloto de esa Unidad.

La tercera parte del estudio se refirió a la documentación sobre los efectos tóxicos de los contaminantes encontrados y por último el análisis de datos y la revisión total de este documento se llevó a cabo bajo la Dirección del Dr. Manuel Guzmán contando con el equipo de computación perteneciente al Laboratorio de Limnología del ICML de la UNAM.

5. AMBITO DE ESTUDIO.

La primera parte del estudio, correspondiente a la detección y muestreo de los contaminantes se llevó a cabo en el Area de Mantenimiento de la compañía de aviación. Dicha área está distribuida en espacios abiertos y cerrados de diferentes características. Existe un Hangar con espacio suficiente para dos DC-10 y 15 departamentos como son los siguientes: Automotriz, Conservación, Motores y Filtros, Reparaciones, Accesorios, Lámina, Vestiduras, Accesorios (llantas), Pintura, Apariencia, Mecánicos "C", Reparación Mayor, Eléctrico, Tornos y Soldadura (fig. 1), cada uno de los cuales se ubica en un taller y varios de ellos desempeñan su labor en el mismo avión. Los talleres tienen áreas improvisadas debido a que la necesidad de espacio ha crecido, en general son grandes, sin divisiones y de techos altos, asimismo, los ventiladores y extractores cuando los hay, se encuentran distribuidos de acuerdo a como los talleres fueron agrandándose.

En cuanto a la población, esta área cuenta con 1036 trabajadores.

Las actividades se desarrollan en torno al avión cuando éste llega al hangar a recibir mantenimiento que puede ser: Reparación mayor conocida como "overhall" que consiste en el desmantelamiento total de la nave para corregir los defectos que tenga por la acumulación de horas de vuelo. En el Servicio de Línea o pernocta, intervienen mecánicos de aviación, en cuadrillas, con trabajadores generales y técnicos electricistas, dependiendo del tipo de servicio y de avión (Lozano-Noriega, 1984).

En una reparación mayor, entran en actividad más departamentos, para desmantelamiento del avión y corrección de defectos, vestiduras, para el retapizado, Lámina para el fuselaje, Tornos para la rectificación de piezas, además de Mecánicos, Electricistas y otros organismos también por cuadrillas de trabajo.

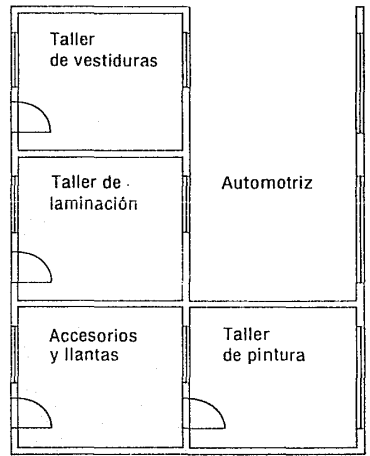
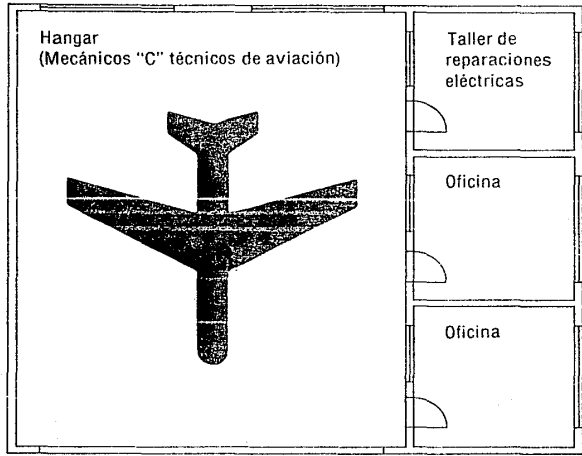


Fig. 1

6. MATERIAL Y METODOS.

1. Metodología del estudio de campo

El método utilizado para el estudio de las condiciones de salud en su relación con el trabajo de los trabajadores de tierra de Aeroméxico, así como algunas de las técnicas, fueron extraídas de la larga experiencia de los trabajadores italianos en los campos de la Medicina Laboral y de la Seguridad e Higiene Industriales que se concreta en el llamado "modelo obrero" o "método italiano". Se basa en tres principios: Socialización del conocimiento, Validación consensual y No delegación.

El primero implica el reconocimiento de una acción coordinada entre trabajadores y técnicos a partir de la cuál existe un intercambio de experiencias y conocimientos.

El segundo principio se refiere al análisis y discusión entre los trabajadores sobre la relación entre sus condiciones laborales y su salud. Para ello se conforman grupos de trabajadores que compartan las mismas condiciones de trabajo, el mismo espacio físico o la exposición al mismo tipo de factores. Para captar la información emanada de estas discusiones se utilizó el Cuestionario de Grupo, en el que se consignaban las respuestas sobre las cuales se logró un acuerdo colectivo.

El tercer principio se refiere a la participación activa de los trabajadores encaminada al control de la nocividad.

Como un primer paso para el estudio se elaboró una Guía de Observación para hacer un reconocimiento sistematizado de las áreas de trabajo y de las diferentes partes del proceso. En las visitas subsiguientes se aplicó a partir de las discusiones de y con los trabajadores el cuestionario de grupo. Paralelamente se hizo una revisión de expedientes, de los cuáles se contó únicamente con 31. Los datos que se buscaron en la revisión fueron: factores de riesgo relacionados con los padecimientos, área de trabajo, antigüedad y edad de los trabajadores.

Una vez colectada la información se procedió a tabularla, para lo que se diseñó una forma de vaciado dividida en dos partes: las indicaciones de los técnicos y las indicaciones de los trabajadores. La primera se divide en los riesgos probables y las recomendaciones y la segunda está basada en los cuestionarios de grupo.

2. Metodología de Laboratorio

Para la identificación de los compuestos que forman parte de los disolventes utilizados, se procedió a coleccionar las muestras directamente de los talleres en donde se ocupa el producto. Al mismo tiempo que se coleccionaron las muestras se aplicó otro pequeño cuestionario para cada disolvente aplicado en el departamento donde se coleccionó la muestra, para lo cual se siguió el

procedimiento antes señalado de "acuerdo colectivo".

El análisis cualitativo y cuantitativo se realizó mediante la técnica de cromatografía en fase gaseosa, sin tratamiento previo de las muestras utilizando secuencialmente dos columnas, una rellena con 3% de sp 2100 y otra con .2% de Carbowax 1500 en carbopack lograndose de manera complementaria una separación cuantitativa y completa de los componentes y su identificación se efectuó por comparación con estándares externos preparados en el laboratorio utilizando sustancias de referencia de alta pureza.

REACTIVOS

Hidrocarburos normales, hexano, heptano, octano, nonano, decano, tetradecano, pentadecano y hexadecano se utilizaron estándares cromatográficos de Polyscience Corporation (Niles, Ill.).

Alcoholes. metanol, etanol, butanol, y 2-propanol se utilizaron grado espectroscópico Merck.

Esteres. acetato de etilo, acetato de propilo, acetato de 2-butilo, acetato de butilo y acetato de amilo el primero grado solvente para cromatografía, los demás grado reactivo purificados por destilación en vidrio suministrados por Eastman Kodak organic chemicals (Rochester, NY).

Cetonas. 2-propanona (acetona), 2-butanona (metiletilcetona, MEK), 4-metil-2-pentanona (metilisobutilcetona, MIBK) fueron suministradas por Polyscience Corporation (Niles, Ill.).

Hidrocarburos aromáticos. benceno, tolueno grado espectroscópico, o-xileno, m-xileno y p-xileno grado reactivo destilados en vidrio antes de su uso fueron comprados a Eastman Kodak organic chemicals company (Rochester, NY).

Fases estacionarias. SP2100, SP1200, Bentone-34 y Carbowax C recubierto con .02% Carbowax 1500 fueron adquiridos a Supelco Inc. (Bellefonte, Penn)

COLUMNAS

Las columnas fueron preparadas en el laboratorio utilizando tubo de acero inoxidable de la mejor calidad (Supelco) de 1/8" diámetro externo por 2 mm de diámetro interno. Antes de empacar las columnas el tubo se lavó escrupulosamente con hexano, agua destilada, HNO₃, agua destilada, acetona y se secaron con una corriente de nitrógeno seco. Los soportes se prepararon recubriendo Chromosorb W-HP de 100/120 mallas con SP2100, SP1200 y Bentone-34 en proporción de 3, 5 y 1.75%, respectivamente utilizando la técnica reportada por Supina (Supina, 1976). Todas las columnas se terminaron con un pequeño tapón de lana de vidrio salinizada y se unieron al cromatógrafo mediante férulas de Vespel y tuercas de acero inoxidable de 1/8". El único soporte que se compró ya preparado fué el de Carbowax-1500 en Carbowax C (Supelco, Inc. Bellefonte, Penn.). Las columnas rellenas con

SP2100, y Carbopack median 20 pies, en tanto la empacada con la mezcla SP-Bentone media tan solo 6 pies.

Antes de ser usadas todas las columnas se acondicionaron a su temperatura de operación máxima bajo una corriente de nitrógeno de 20 ml/min-1 durante 48 horas.

Antes de los análisis cromatográficos se midió el flujo de gas acarreador utilizando un flujómetro de burbuja y un cronómetro.

ESTANDARES

Se prepararon tres tipos de estándares; uno conteniendo hidrocarburos alifáticos y aromáticos, otro que contenía alcoholes, cetonas y ésteres y un tercero era una mezcla de los dos anteriores. Las soluciones se prepararon tomando volúmenes iguales, 20 microlitros medidos con micropipeta-aplicadora para cromatografía en placa delgada (Merck, Darmstadt) de cada uno de los componentes. Cada uno de los estándares se colocó en viales de 0.5 y 1 ml de capacidad con tapa roscada perforada y sellados mediante septa protegida con lámina de Teflón (PTFE).

INSTRUMENTOS

Se utilizó un Cromatógrafo de gases marca Varian modelo 3700 equipado con un detector simple de ionización de flama de hidrógeno. El inyector de tipo calentado estaba alineado con tubo de vidrio silanizado. Se utilizó además un registrador Varian modelo 9176 provisto de doble plumilla. Los parámetros instrumentales utilizados para cada columna aparecen en la tabla III.

MUESTRAS

Las muestras se obtuvieron de los solventes recién abiertos y se muestrearon cada mes por un espacio de tres meses; se recolectaron en tubo de vidrio Pyrex con tapón roscado y sellados con cinta de teflón. Los tubos se lavaron escrupulosamente siguiendo una técnica de lavado de material de vidrio utilizado para análisis de trazas (Devic, 1977). Los disolventes industriales analizados fueron: Poliner, solvente turco, solvente RL, solvente Skydrol, thinner, turbosina de aviación, petróleo diáfano, solvente S-7, solvente 900 y solvente Resistol.

ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

Con el objeto de orientar sobre la probable composición de las muestras se utilizó primero la columna no polar de SP2100 después de haber analizado los 3 estándares ya mencionados con el fin de conocer con anterioridad los tiempos de retención de cada uno de los compuestos. Una vez analizados estándares y muestras se cambió a la columna con fase polar y se repitió el procedimiento anterior, finalmente para comprobar la presencia de compuestos aromáticos se utilizó la columna de SP1200-Bentone sólo en aquellos casos en que habían sido detectados en las dos primeras

columnas.

En todos los análisis se introdujo la muestra mediante un microinyector de 0.1 l Hamilton (Reno, NV). Tanto muestras como estándares se inyectaron por triplicado.

La identificación de los compuestos separados se efectuó por el método de salpicado, esto es añadiendo a la muestra después del análisis pequeñas cantidades de estándar para volver a analizar asignando a los picos aumentados el compuesto correspondiente al tiempo de retención del estándar que correspondía en cada caso perfectamente.

Las áreas se midieron manualmente con ayuda de un Vernier según el producto de la altura del pico y su amplitud medida a media altura (Bebbrecht, 1977).

Para una misma columna se promedió las áreas para las tres determinaciones de las tres muestras de cada disolvente inyectado en triplicado como se mencionó anteriormente y su composición se determinó mediante el método de normalización de Area (Bebbrecht, 1977). Para cada disolvente se calculó la desviación estándar.

Asociación entre variables.

Se realizó un análisis factorial (Harman, 1976) entre los diversos disolventes con base en sus componentes, entre los disolventes y los síntomas ocasionados por ellos según datos bibliográficos y otro más, entre los disolventes y los síntomas referidos por los trabajadores en el estudio de campo para determinar el grado de asociación entre las variables.

Como primer paso se obtuvo una matriz de correlaciones parciales de Pearson (Sneath y Sokal, 1973), posteriormente a partir de dicha matriz se realizó un análisis factorial, el algoritmo utilizado para las raíces características y vectores es el método Householder - Ortega - Wilkinson (Buhoff, 1982). Se graficaron los tres principales factores que totalizan la mayor varianza porcentual "Eigenectores" del sistema.

7. RESULTADOS.

7.1 Descripción General:

De acuerdo a la clasificación propuesta para los factores de riesgo en el Modelo Operario (Metodología utilizada en la primera parte de este trabajo). El Grupo II de Factores de Riesgo comprende los factores nocivos estrictamente relacionados con la actividad concreta del trabajo: polvos, humos, gases, vapores, sustancias químicas líquidas o sólidas, radiaciones, vibraciones y otras formas de energía como micro ondas y rayo laser. Estos factores son nocivos para el hombre cuando alcanzan ciertas concentraciones. En algunos casos el valor óptimo debería ser cero.

La percepción sensorial de los trabajadores se da con el olfato, el tacto y la vista; sin embargo se perciben molestias en el organismo por su presencia en el medio ambiente ya que al estar en continuo contacto con ellos el trabajador tiende a habituarse a su presencia p.e. a olerlos, sin embargo el organismo no se adecúa sino que su equilibrio se ve roto manifestándose así las molestias y los síntomas que seguramente si no son atendidos lo llevarán a que este desequilibrio sea definitivo, pudiéndose diagnosticar así alguna enfermedad cuando quizás sea demasiado tarde.

Entre los factores más nocivos en el área de mantenimiento se encontraron las sustancias químicas en forma líquida que afectan al 66 % de los trabajadores o en forma de gases o vapores (17 %). A través de la visita de observación de las reuniones de análisis y discusión en la aplicación de cuestionarios de grupo, pudimos constatar que es en esta área de mantenimiento en la que hay más trabajadores expuestos a riesgo y a una gran variedad de factores nocivos, lo que se manifiesta también al ser el grupo que más molestias, enfermedades inespecíficas y enfermedades profesionales presentó. Estos elementos se ratificaron, no sólo con los procedimientos mencionados, sino con la revisión de expedientes clínicos.

Fueron detectados problemas de contaminación del ambiente por sustancias tóxicas (factores de riesgo del grupo II) en 12 de los 15 departamentos del Área de mantenimiento, siendo 7 los más afectados por esta causa, lo cual representa un 61 % de la población total de esta área.

Las sustancias químicas utilizadas se pueden agrupar de la siguiente manera: disolventes, pegamentos, resinas y lubricantes. De éstos, los de uso más extendido y que se utilizan en mayor cantidad son los disolventes. Al tratar de conseguir información más precisa sobre dichas sustancias nos encontramos con lo siguiente: los trabajadores conocen únicamente el nombre comercial de los productos, los envases no son los originales y no se pudo obtener más información. En la Tabla 1 se presenta la información referente a su uso así como los nombres comerciales de los disolventes.

DISOLVENTES INDUSTRIALES UTILIZADOS EN MANTENIMIENTO DE MATERIAL AEREO

DISOLVENTE	FABRICANTE	USO MAS COMUN
SOLVENTE POLYNER	NERVION	LIMPIEZA DE SUPERFICIES, DILUYENTE
SOLVENTE S-7	DUPONT	SOLVENTE DE PRIMER
SOLVENTE 900	RESISTOL	DILUYENTE DE PINTURA VINILICA
SOLVENTE RESISTOL	RESISTOL	REMOVEDOR PARA VESTIDURAS, LIMPIADOR
SOLVENTE TURCO	TURCO S DESCALZI	LIMPIEZA DE PARTES ELECTRICAS
SOLVENTE SKYDRÖL	MONSANTO	LUBRICANTE METALNECANICO
SOLVENTE RL	TURCO S DESCALZI	LIMPIEZA DE RUEDAS Y MASAS
THINER	QUIMICA MEXICANA	LIMPIEZA Y LAVADO DE METALES

TABLA 1

La información obtenida de los cuestionarios para la recolección de muestras se presenta en la tabla No. 2 que contiene el nombre del producto colectado, el tiempo de exposición diario y los síntomas y malestares que se asocian particularmente con el uso del producto.

Como resultado del estudio general sobre las condiciones de trabajo en su relación con la salud de los trabajadores, se obtuvo una tabla de enfermedades que se dividió en 8 grupos, de los cuales, los cuatro siguientes tienen que ver directamente con el uso de sustancias químicas:

1. **Enfermedades de los ojos:** Conjuntivitis irritativa, Pterigión, Catarata postraumática y por radiaciones, Blefaritis y Presbicia.

Estas enfermedades se incluyeron por haber encontrado presentes en el ambiente de trabajo, los siguientes factores causales: solventes como el Skydrol, thinner, derivados del petróleo, y cetonas; polvos y humos: metálicos (aluminio), de soldadura, de tierra, etc.; radiaciones (soldadura autógena, solares y pantallas) y la iluminación deficiente.

La principal sintomatología que los trabajadores relacionaron con los agentes antes planteados fue: irritación e infección de los ojos, vista cansada, dolor de cabeza, lagrimeo constante, inflamación de los párpados, visión borrosa, rechazo a la luz, carnosidades y algunos manifestaron tener visión doble. (La sintomatología se presenta como la refirieron los trabajadores en el cuestionario de grupo).

Este tipo de respuestas lo dieron en 80 % de los departamentos en las áreas estudiadas.

2. **Enfermedades de las vías respiratorias:** Laringitis, Bronquitis industrial, Neumoconiosis (por fibra de vidrio, níquel, magnesio, aluminio, fierro, cobre, estaño, y otros metales) y Neumonitis por irritantes químicos.

En el 50 % de los departamentos estudiados los trabajadores refirieron que en el desarrollo de sus actividades respiran polvos de: madera, metal, fibra de vidrio, telas; humos de la combustión de gasolina, turbosina y diesel; neblinas y rocíos derivados de pinturas, aceites, solventes y petróleo en actividades donde se juntan con el aire comprimido para el lavado de piezas metálicas; gases y vapores derivados del petróleo, solventes o como en el caso de la soldadura, el ozono.

En mantenimiento el 63 % de la población manifestó estar expuesta y en el aeropuerto el 64%. Además, en la revisión de expedientes, se encontraron 2 casos de bronquitis industrial por solventes.

3. **Dermatosis:** Por factores químicos: Dermatitis por contacto, Foliculitis, Lesiones unguiales y periunguales; por

Sintomas - Disolventes.

Disolv. Depto. T. exp.	Thin Pin 6	S900 Pin 4	S-7 Pin 4	RL Acc 7	Poly Pin 8	Turc Acc 3	Res Vest 8	Tot Hs	%
1 Dolor Cabeza			1		1	1	1	4	16.67
2 Nauseas						1		1	4.17
3 Vomito								0	0.00
4 Vertigo								0	0.00
5 Mareo	1	1				1	1	4	16.67
6 Irritacion nariz			1	1				2	8.33
7 Irritacion gargan.			1	1				2	8.33
8 Resequedad V.Resp.								0	0.00
9 Laringitis			1		1			2	8.33
10 Neumonitis								0	0.00
11 Edema glotis								0	0.00
12 Edema pulmonar								0	0.00
13 Piel seca							1	1	4.17
14 Piel agrietada								0	0.00
15 Irritacion Piel				1			1	2	8.33
16 Dermatitis								0	0.00
17 Dist.Visual								0	0.00
18 Lagrimeo			1		1			2	8.33
19 Irritacion ojos				1				1	4.17
20 Dilatacion pupilar								0	0.00
21 Ceguera								0	0.00
22 Quemaduras de ojos								0	0.00
23 Fotofobia								0	0.00
24 Inflamacion Cornea								0	0.00
25 Vision Borrosa								0	0.00
26 Dolor Abdominal								0	0.00
27 Dist.Digestivo								0	0.00
28 Fatiga			1		1			2	8.33
29 Fatiga muscular								0	0.00
30 Debilidad								0	0.00
31 Hormigeo								0	0.00
32 Entum. Miembros								0	0.00
33 Atonia Muscular								0	0.00
34 Andar Zig-Zag								0	0.00
35 Laxitud								0	0.00
36 Anorexia								0	0.00
37 Parestesia								0	0.00
38 Hematemesis								0	0.00
39 Confusion								0	0.00
40 Depresion SNC								0	0.00
41 Euforia								0	0.00
42 Insomnio								0	0.00
43 Somnolencia								0	0.00
44 Nerviosismo								0	0.00
45 Narcosis							1	1	4.17
46 Tinnitus								0	0.00
47 Inconciencia								0	0.00
48 Coma								0	0.00
Numero de Sintomas	1	1	6	4	4	3	5	24	4.17
%	4	4	25	17	17	12	21	100	

TABLA No. 2

factores físicos: Dermatitis solar y Dermatitis por radiaciones ionizantes y no ionizantes; por factores mecánicos: queratosis cutánea, callosidades, grietas y fisuras.

En el 56 % de los departamentos estudiados se refirió exposición a los factores antes mencionados. (90 % en Mantenimiento y 38 % en Aeropuerto).

4. **Intoxicaciones:** por metales: plomo, cromo, fiebre de los metales. por disolventes orgánicos y por hidrocarburos.

Este tipo de patología se puede presentar en los departamentos en lo que hay contaminación por humos metálicos: pintura y soldadura. Entre los solventes más utilizados en los talleres se encuentran: thinner, el turcosol y las anilinas. Los departamentos donde los trabajadores se exponen a estas substancias representan el 66 % del área de Mantenimiento.

En los departamentos visitados y en especial en el de pintura, los trabajadores refirieron síntomas que coinciden con el cuadro de intoxicación por solventes: dolor de cabeza, sueño, mareos, ganas de vomitar, calambres, temblor de manos, irritación de la nariz y garganta, piel seca, sangrados nasales, pérdida de la memoria y desmayos (Lozano, Noriega, 1984).

7.2 RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO.

En cuanto a la utilización más importante de disolventes tal como fue definida por los trabajadores y presentada aquí en la tabla No. 1 para la gran mayoría de los productos existen usos comunes, éstos son limpieza de superficies y diluyente de recubrimientos. Sólo en dos casos el uso que se les da a estos disolventes es totalmente distinto que los anteriores. Así el skydrol es utilizado como lubricante para ensamblado de piezas y la turbosina es utilizada exclusivamente como combustible de motores y turbinas de aviación.

Los recubrimientos, principalmente pinturas y barnices, necesitan algún tipo de disolvente para poder ser aplicados, dichos disolventes generalmente mejoran las propiedades de fluidez además de hacer posible un secado más rápido del producto; para poder cumplir con dichos objetivos los disolventes industriales contienen mezclas de compuestos de naturaleza orgánica, los cuales en su estructura molecular exhiben algunos pocos grupos monofuncionales simples como por ejemplo: hidrocarburos alifáticos y aromáticos, alcoholes con 1-4 átomos de carbono, ésteres principalmente acetatos de alquilo, cetonas de 3-5 átomos y cloroalcanos de 1 a 4 átomos de halógeno.

Todos estos compuestos tienen en común poseer temperaturas de ebullición relativamente bajas (<250 C, además de otras propiedades tales como presión de vapor, y entalpías de vaporización bajas, etc. lo cual condiciona que dichos compuestos individualmente o en mezcla posean una volatilidad alta. Dicha propiedad o característica tan deseada para un secado rápido de los recubrimientos resulta en otra no tan deseable al estar

directamente relacionada con el deterioro del medio ambiente, en este caso del ambiente laboral. En la tabla 3 se listan algunas propiedades fisicoquímicas para algunos componentes importantes de los disolventes industriales, las columnas dan valores numéricos para peso molecular, densidad, y puntos de ebullición. En el análisis cromatográfico de los disolventes no existe un criterio general que nos dicte la utilización de una columna u otra. Si consideramos que el problema de separación no es tan complejo como en el caso del monitoreo del ambiente, sólo el sentido común y la intuición analítica nos llevó a seleccionar unas pocas columnas o fases estacionarias. Si recordamos que solo algunos grupos funcionales se encuentran presentes en los disolventes industriales, podemos en general y atendiendo a la polaridad de los compuestos no-polares y a aquellos que por su estructura molecular poseen un cierto grado de polaridad. En el primer grupo podemos colocar a los hidrocarburos y los demás compuestos agruparlos en el segundo grupo. En la separación de hidrocarburos es común utilizar en fases estacionarias no polares tales como grasas de silicona (Apiezones), metilsiliconas (SE-30, OV-101, SP2100, etc.) o en hidrocarburos (Escualano, Escualeno) todas estas fases poseen la característica de poder ser trabajadas a altas temperaturas >300 C. Las columnas empleadas para la separación de mezclas de hidrocarburos están de acuerdo con la complejidad de la separación que se desea obtener, así para el análisis de productos del petróleo (gasolinas o petróleos ligeros) una columna de 50 m. proporciona separaciones satisfactorias. En nuestro caso en el cual nos encontramos interesados en identificar solo los compuestos más volátiles es suficiente una columna empacada con una fase no polar y su longitud no será mayor de 30 pies rellena con SP2100 la cual nos provee de una separación de hidrocarburos aromáticos y alifáticos como podemos apreciar en la figura 1 para la mezcla de estándares, la columna posee los platos teóricos suficientes como para separar casi completamente los isómeros del xileno.

Para separar hidrocarburos alifáticos de aromáticos se han utilizado una gran variedad de fases estacionarias generalmente polares. Sin embargo el único compuesto capaz de una total separación de los isómeros del xileno es Bentone 34 la cual es una arcilla, a la que se le ha incorporado una sal de amonio cuaternaria, dimetildioctadecil amonio la cual generalmente se utiliza, mezclada con una fase polar del tipo éter polifenílico, SP2100, etc. Esta fase fue utilizada para corroborar la presencia de hidrocarburos aromáticos.

Para el análisis cromatográfico de sustancias polares se ha empleado una gran cantidad de fases estacionarias la mayor parte de las cuales poseen cierto grado de polaridad. Otro tipo de soporte que se ha empleado ampliamente son los polímeros porosos, los cuales son capaces de separar compuestos tan polares como las aminas y los glicoles, este tipo de soportes separa además alcoholes, ésteres y cetonas y su aplicación más importante ha sido como material de atrapado de compuestos volátiles, los más empleados, son Chromosorb 101, Porapak P y Q, etc.

CONSTANTES FISICAS DE LOS COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES.

Familia:	Compuesto	Peso molecular	Densidad	Punto de ebullición
Hydrocarburos alifáticos:	n-hexano	82.60	.66	68.90
Hydrocarburos aromáticos:	benceno	78.10	.88	80.20
	tolueno	92.10	.87	110.20
Cloroalcanos:	cloruro de metileno	38.90	1.32	39.80
Alcoholes:	metanol	32.00	.79	64.60
	etanol	46.10	.80	78.00
	2-propanol	60.10	.79	82.40
	1-butanol	74.10	.81	117.70
Cetonas:	acetona	58.10	.79	55.60
	metil etil cetona	72.10	.80	80.00
	metil isobutil cetona	100.20	.80	115.00
Esteres:	etil acetato	88.10	.90	76.50
	2-butil acetato	116.20	.81	98.00
	1-butil acetato	116.20	.88	127.00
	1-pentil acetato	130.00	.88	142.00

TABLA No. 3

Un tipo de soporte merece la atención debido a que su manejo es mucho más simple que los polimeros porosos, nos referimos al carbón de grafitado y convenientemente reactivado por calcinación en ambiente reductor y que se produce comercialmente con los nombres de Carbo-pack o Graphpack-CO, generalmente se le adicionan pequeñas cantidades de una fase estacionaria polar, Carbowax o similares. Para separar los compuestos volátiles se utilizó una columna rellena con 0.2 % de Carbowax 1500 en Carbo-pack C, que se probó para la separación de 12 compuestos polares de variada funcionalidad y que en condiciones cromatográficas utilizadas son separados casi totalmente con excepción del cloruro de metileno, acetona y 2-propanol en cuyo caso la separación es solo parcial.

La tabla 4 muestra los tiempos de retención para aquellos compuestos volátiles de interés separados de varios tipos de columnas y las condiciones de temperatura de columna de la separación, se incluyen en esta tabla las columnas utilizadas en el presente estudio, una comparación de eficiencia de 12 sistemas no es posible debido a que las condiciones de la separación no se especifican totalmente, cloroalcanos e hidrocarburos no se incluyeron en la mayor parte de las separaciones ya que no todas las columnas fueron operadas a la misma temperatura o con la misma programación de temperatura. Sin embargo, a pesar de obtener tiempos de retención más altos los factores de separación para cualquier serie homóloga analizada es mejor en nuestras columnas. Además un sacrificio en la resolución es el tiempo de análisis, no es aconsejable reducirlo cuando se desconoce la complejidad de la muestra y la naturaleza de esta. Se ha reportado en la literatura (Schumetz, 1983) que este tipo de soporte separa mediante mecanismos de adsorción inespecíficos, sin embargo otro estudio (Anónimo, 1983) en el cual se analiza el comportamiento de los carbonos grafitados en cromatografía líquida de alto rendimiento concluye que el mecanismo de separación cromatográfica se realiza con fuerzas de tipo hidrofóbico, el tipo de separación en cromatografía gas-líquido merece ser estudiado con mayor detenimiento ya que una explicación por adsorción no-específica no corresponde a nuestros hallazgos.

La tabla 5 muestra la composición porcentual de los solventes industriales analizados. Se puede observar que la composición no es homogénea y que las combinaciones de solventes con algunas pocas excepciones nos dice muy poco respecto a la utilización del disolvente. Se podría relacionar la composición respecto al número de componentes del disolvente; así observamos que existen tres mezclas binarias; solvente RL (fig 2) solvente Polymer (fig 3) y solvente 900 (fig 4). Siendo el primero una mezcla alcohol-cetona, el segundo alcohol-éster y el tercero cetona-éster. El solvente S-7 (fig 5) representa una mezcla ternaria de ester-cetonas y los otros tres restantes son mezclas complejas; Así el solvente Turco (fig 6) esta formado por un ester-cloro-alcano una mezcla compleja de hidrocarburos (petróleo), los solventes thiner y resistol (fig 7 y Fig 8) son mezclas alcohol-cetonas-hexano-benceno-tolueno conteniendo trazas de otros alcoholes, ésteres o acetona, estas trazas pueden deberse a que por utilizar solventes poco

TIEMPOS DE RETENCIÓN DE ALGUNOS COMPUESTOS ORGÁNICOS EN VARIOS SOPORTES Y FASES ESTACIONARIAS

Temperatura de la Columna (°C)

	75	100	Programa	Programa	100	100	100	100	157	190	190	190
Fase Estacionaria	Bentone	Carbo.	Carbo.	3%	20%	10%	20%	15%	Carbo.	Chrom.	Chrom.	Chrom.
SopORTE	SP-1200	SP-100	CW-1500	SP-2100	SP-2100	SP1000	SP2401	Theed	Q	100	103	105
COMPUESTOS:												
Metanol		0.65	5.33		1.12	4.00	1.10	3.00	1.11	0.46	0.46	0.50
Etanol		0.75	8.24		1.24	4.10	1.25	3.35	2.20	0.57	0.57	0.79
2 Propanol		0.88	11.52		1.42	4.20	1.40	3.00	3.80	0.71	2.36	1.17
1 Butanol		1.55	27.73		2.98	10.10	2.50	7.65		1.31	1.41	3.00
Acetona		0.90	10.89		1.38	3.10	2.18	1.43	3.50		0.43	1.06
Metil Etil Cetona		1.25	19.03		2.10	3.90	3.12	1.75		1.03	0.67	2.03
Metil Isobutil Cetona		1.71	35.14		4.56	5.90	6.12	2.28				
Etil Acetato		1.45	17.80		2.33	3.50	2.53	1.30		1.01	0.64	2.09
2 Butil Acetato		5.05	28.38		5.05		5.46	1.81				
1 Butil Acetato		5.90	44.44		5.90		6.48	2.25			1.66	8.24
Pentil Acetato			50.81									
Cloruro de Metileno		0.90	10.28		1.68	4.10	1.05	1.15	4.20	0.77	0.51	
N-Hexano	0.68	2.85	19.83	4.24	2.40	2.10	1.33	0.79	13.5			
Benceno	2.02	2.23	26.75	6.04	3.25	4.60	2.22	1.41	14.50	1.60		
Tolueno	4.57	6.35	50.00	13.51	5.79	6.90	3.47	1.91				

TABLA No. 4

DISOLVENTES Y SUS COMPUESTOS (PROPORCIÓN) %

	S-7	RL	POL	S-900	TUR	THN	RES
Compuestos							
1 metanol						.26	
2 etanol		53.46					
3 2-propanol			26.48			.26	
4 1-butanol						10.49	18.38
5 etil-acetato							9.30
6 1-butil acetato					41.28		
7 2-butil acetato							.86
8 1-pentil acetato	73.32		73.40	12.31			
9 acetona		46.52				3.68	
10 metil etil cetona	21.63					7.38	1.27
11 metil isobutil cetona	5.03			57.52		.67	.65
12 n-hexano						12.55	2.00
13 benceno						7.21	9.53
14 tolueno						63.26	57.11
15 cloruro de metileno					10.54		
16 petroleo					45.93		
17 no identificado	.02	.02	.12	.17	2.25	.24	.89

TABLA No. 5

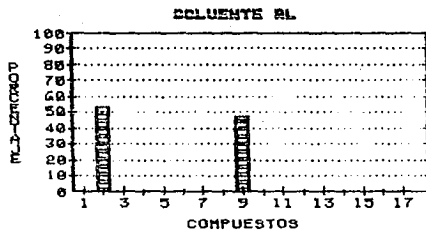


Fig. 2

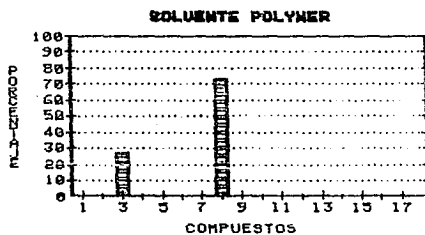


Fig. 3

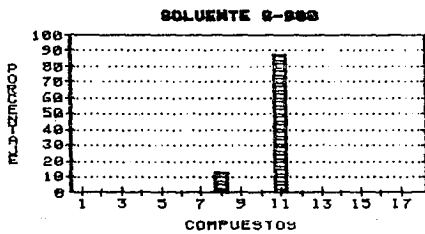


Fig. 4

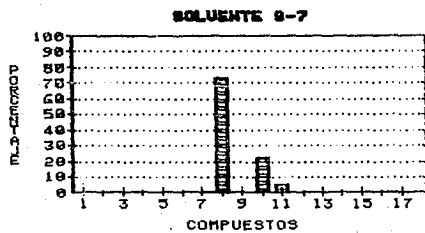


Fig. 5

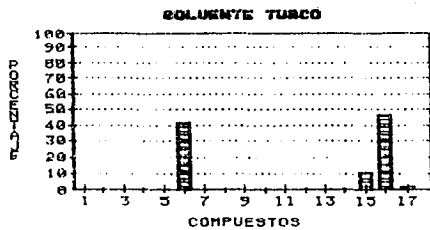


Fig. 6

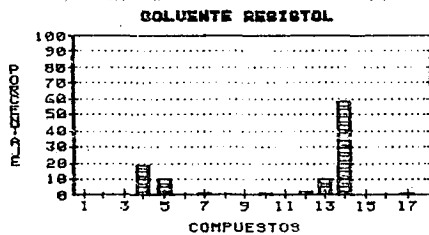


Fig. 7

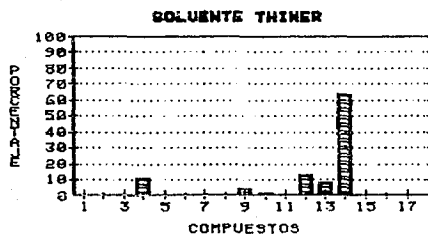


Fig. 8

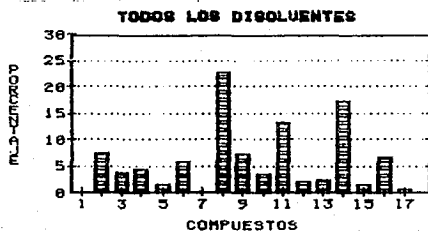


Fig. 9

purificados estos formen parte como contaminantes de algunos de los contaminantes mayores.

Podemos relacionar las mezclas esteres-cetonas-alcoholes como procesos de limpieza y en algún tipo de recubrimiento como disolventes de los mismos, la mezcla alcohol-cetona es un desengrasante poco poderoso y su papel como limpiador de partes muy lubricadas no estaría de acuerdo con dicha composición, tampoco queda muy claro el papel que jugaría el petróleo en la limpieza de partes eléctricas debido a su volatilidad más bien escasa.

En un histograma (fig 9) se representan la proporción de los componentes en el total de las muestras analizadas, podemos apreciar que los más abundantes son de mayor a menor Isopentil acetato, tolueno y metil isobutil cetona.

7.3 TOXICIDAD.

Como hemos citado anteriormente cualquier sustancia puede causar intoxicaciones en algún nivel de concentración y determinadas condiciones de exposición. Las intoxicaciones se pueden dividir esquemáticamente en:

- Intoxicación medicamentosa
- Intoxicación profesional
- Intoxicación alimentaria
- Intoxicación por productos diversos.

En este caso particular nos referimos a las intoxicaciones profesionales que con la industrialización han adquirido importancia desde principios de siglo, donde los trabajadores se exponen a los efectos de líquidos, vapores y polvos tóxicos en el desarrollo de sus actividades. Aparte de las intoxicaciones agudas hay que pensar en la alteración de la salud de los trabajadores provocada por la absorción continua de pequeñas dosis de sustancias tóxicas, lo cual se refiere a intoxicaciones crónicas. De ello resulta la aparición de toda una serie de nuevas enfermedades, denominadas enfermedades profesionales (Fabrè-Truhant, 1976), como el saturnismo y la silicosis entre muchas otras.

La penetración de las sustancias tóxicas al organismo se da principalmente: 1) por vía digestiva; 2) por vía respiratoria y 3) por la piel y las mucosas. Generalmente se denominan rutas de entrada y son por ingestión, inhalación y absorción respectivamente.

Podemos decir que las rutas importantes en cuanto a las enfermedades ocupacionales son por inhalación y por absorción ya que la ingestión es considerada generalmente como un accidente.

La penetración por la vía respiratoria es muy frecuente en las intoxicaciones industriales. En este caso particular de los disolventes orgánicos podemos observar en la tabla referente a las

características físicas de los compuestos encontrados (tabla 3) que son altamente volátiles, lo cual se traduce en una tendencia a esparcirse en la atmósfera aún cuando son usados en forma líquida, por lo cual penetran directamente en el organismo del trabajador al respirar, las concentraciones que ingresan al organismo son proporcionales a aquellas que existen en el aire y varían dependiendo de las condiciones ambientales como la temperatura y la ventilación, así como de las condiciones del local y de la variedad de las sustancias con las cuales se está trabajando, ya que de acuerdo a sus propiedades químicas pueden reaccionar entre ellas traduciéndose en efectos cinérgicos (que se potencializan) en las reacciones que se llevan a cabo en los organismos.

Los tóxicos que penetran por el aparato respiratorio (gases y vapores) pueden producir una irritación local o actuar sobre el mecanismo de la respiración. Algunos atraviesan las vías respiratorias sin provocar lesión y su acción se manifiesta a partir de entrar en ese punto particular del organismo. La acción irritante se manifiesta igualmente sobre el epitelio pulmonar por la aparición de un edema más o menos generalizado y quemaduras a menudo irreversibles (Fabrè, Truhant, 1976).

Muchas enfermedades ocupacionales resultan de la acumulación de tóxicos en el sistema respiratorio y otros son causados por el paso de las sustancias a través de los pulmones.

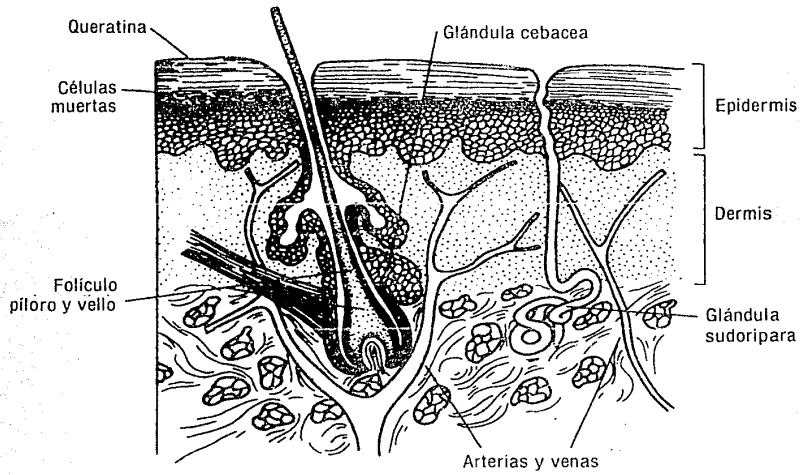
La piel es otra vía de penetración de las sustancias químicas, está formada por varias capas (fig 10) y juega un papel de protección frente a los diversos agentes agresivos físicos, químicos o biológicos. Pero la afinidad de algunos de ellos con los lípidos cutáneos les permite atravesar la epidermis y a nivel de dermis entrar a la circulación general.

El contacto de los tóxicos con las mucosas, en virtud de su vascularización, es todavía más peligrosa. Las mucosas del ojo y de las vías lagrimales absorben enérgicamente algunos tóxicos, la mucosa faríngea, en breve cubre todo si está inflamada y absorbe también rápidamente (Fabrè-Truhant, 1976), por lo que la exposición a polvos o partículas que generan inflamación, potencializan la acción de tóxica de otras sustancias.

Las mucosas de uretra, vagina, útero, están dotadas igualmente de un gran poder de absorción.

Los disolventes clorados como el Cloruro de Metilo, a consecuencia de su acción irritante en la piel producen dermatitis, dicha acción se ve favorecida por el calor y la impregnación alcohólica.

Los tóxicos pueden también penetrar al organismo por vía oral, generalmente en forma accidental, pueden producir quemaduras en el tracto digestivo y absorberse pasando a sangre y de allí a otros órganos. Cabe señalar que desde que llega a la sangre sea cual sea el tóxico será transportado en 23 seg. a todo el organismo.



Las propiedades físicas y químicas de cada tóxico son las que determinarán su modo de acción y por consiguiente los órganos que se verán afectados y la sintomatología que se presentará.

Efectos de los tóxicos sobre la médula ósea y el sistema reticulopendotelial. La lesión de los órganos generadores de las células sanguíneas pueden manifestarse por una hipoplasia medular seguida de hiperplasia reaccional. Según las dosis, en el caso del benceno, pueden provocar:

Dosis masivas: destrucción del tejido medular / en consecuencia, aplasia.

Dosis débiles: hiperplasia, después aplasia medular.

Resultan diferencias notables en los exámenes hematológicos según la intensidad de la acción generadora (Fabre-Truhaut, 1976).

Acción sobre el hígado: el hígado se ve afectado por un gran número de sustancias tóxicas, debido a que recibe por la Vena Porta, al lado de los productos resultantes del metabolismo digestivo las sustancias tóxicas que se hayan ingerido. Además la glándula hepática recibe la sangre de la circulación general por la arteria subhepática que irriga ampliamente, y su poder fijador o metabolizante se ejercerá también frente a los elementos extraños que llegan con la circulación.

Entre otras muchas sustancias químicas, los disolventes clorados industriales son, en grados variables, tóxicos para el hígado, lo que permite explicar manifestaciones hepáticas diversas observadas en industrias que utilizan este tipo de solventes (Fabre-Truhaut, 1976). De los componentes encontrados, el Cloruro de Metilo y el Tolueno provocan daño hepático.

Corazón y vasos: Entre los tóxicos que actúan sobre el entorno cardíaco se encuentran los alcoholes. Aumentan la frecuencia del pulso por encima de 80 pulsaciones por minuto (Fabre-Truhaut, 1976).

Riñón y secreción urinaria. La alteración del glomérulo o del epitelio de los tubos contorneados provoca nefritis o modificaciones de la secreción urinaria. El examen de la orina y de la sangre es importante para la aportación de datos en el estudio de los tóxicos acumulados en el filtro renal.

Entre los disolventes clorados, el Cloruro de Metileno es generador de nefritis lo mismo que algunos tóxicos aromáticos como el Tolueno. Frecuentemente en las intoxicaciones crónicas aparecen signos más o menos precisos de insuficiencia renal, pero deben observarse para seguir su evolución y permitir a veces el diagnóstico en el caso de las Enfermedades Profesionales.

Sistema Nervioso. Casi todas las sustancias tóxicas provocan trastornos o lesiones más o menos importantes en el sistema nervioso.

En general estos efectos son muy complejos ya que suelen atacar a más de una función del sistema nervioso.

Pulmones y sistema respiratorio. Los efectos tóxicos pueden determinar en estos casos, irritación leve o actuar sobre el mecanismo de la respiración. Algunos atraviesan las vías respiratorias sin provocar lesión y su acción se manifestará desde entonces en tal particular del organismo.

Los órganos afectados por las sustancias de éste estudio se encuentran resumidas en la Tabla 6.

La mayoría de los componentes encontrados provocan dermatitis por contacto, irritación de mucosas, narcosis por inhalación y en general efectos sobre el sistema nervioso central, pero lo más grave es que todos ellos pueden llegar a producir síndrome orgánico cerebral por exposiciones repetidas, constantes durante largos periodos de tiempo. Esta enfermedad supone un daño estructural al encéfalo, que se manifiesta clínicamente por síntomas neurológicos y psiquiátricos, es irreversible por lo que solamente pueden emplearse medidas paliativas como vasodilatadores cerebrales, tranquilizadores menores y antidepresivos, aunque si es detectada en su etapa funcional, que ya representa una intoxicación crónica, es posible que los cuadros clínicos sean reversibles en la medida que las alteraciones sean de orden químico solamente, sin deterioro o muerte de neuronas (IMSS, 1984).

En la tabla 3 se presentaron algunas constantes físicas para los compuestos identificados así como la agrupación en familias químicas de los mismos.

En la familia de los alcoholes tenemos: metanol, etanol, 2-propanol y 1-butanol, que con respecto a su acción química se puede generalizar lo siguiente: se oxidan moderadamente dando aldehídos o cetonas, la oxidación puede ser total cuando se llega a agua y bióxido de carbono. El que la oxidación sea total o parcial dependerá del tamaño de la molécula y por lo tanto de su peso molecular, se puede decir entonces que las moléculas más pequeñas se oxidarán totalmente, esto también sucederá dentro del organismo, con una variable más, la de la dosis (cantidad de alcohol que penetre en el mismo).

El metanol se oxida dando aldehído fórmico que es capaz de reaccionar con nitrógeno en el organismo, con el que está contenido en las aminas, por ejemplo, ejerciendo otra reacción nociva. Químicamente el siguiente paso de esta oxidación es el ácido fórmico que tiende a acumularse haciendo más lenta la oxidación.

El etanol, que es uno de los alcoholes más estudiados debido a su presencia en las bebidas alcohólicas, se oxida dando acetaldehído, ácido acético y bióxido de carbono y agua cuando penetra en cantidades pequeñas.

ORGANOS AFECTADOS POR ALGUNOS COMPUESTOS ORGANICOS

ORGANOS:	S. RESP.	PIEL	OJOS	SANGRE	SNC	MED.O.	PULMON	GI.	S.V.	HIGADO	RINON
COMPUESTOS:											
METANOL		x	x		x			x		x	
ETANOL										x	
2 PROPANOL	x	x	x								
1 BUTANOL	x	x	x								
ACETONA	x	x									
MEK					x		x				
MIBK	x	x	x		x						
ETIL ACETATO	x	x	x								
2 BUTIL ACETATO	x	x	x								
1 BUTIL ACETATO	x	x	x								
PENTIL ACETATO	x	x	x						x	x	x
CLORURO DE METILENO		x	x		x			x			
N HEXANO	x	x	x								
BENCENO	x	x	x	x	x	x				x	x
TOLUENO		x			x						

TABLA No. 6

El butanol y el 2-propanol tienen una oxidación del mismo tipo que la del alcohol etílico pero más lenta por ser moléculas más grandes. El 2-propanol como primer paso en su oxidación da una cetona a diferencia de los otros tres tipos de alcoholes debido a que el grupo OH no es terminal.

Los ésteres encontrados son el acetato de etilo, acetato de 2-butilo, acetato de 1-butilo y acetato de 1-pentilo. En cuanto a la familia química se puede generalizar que se hidrolizan produciendo ácido y alcohol para hidrolizarse necesitan un pH ácido por lo que podemos deducir que cuando son ingeridos causan un problema menor ya que cuenta con el pH requerido para su hidrolización total. En presencia de amoníaco formará una amina o un ácido. En presencia de agua se formará un ácido o un alcohol. Si está nitrogenado, el hígado se encarga de pasarlo a la urea y de ahí a los riñones para su secreción.

Los efectos anestésicos decrecen con la solubilidad de los acetatos en agua, el 1-pentil y el butil acetato son menos solubles por lo que tendrán un efecto anestésico mayor que los otros dos acetatos reportados aquí. Los ésteres tienden a acumularse en el pulmón tal vez debido a que no se hidrolizan por la ausencia de un pH ácido.

En cuanto al grupo de las cetonas (acetona, metil-etil-cetona y metil-isobutil-cetona) de acuerdo a su reactividad química se puede generalizar que se oxidan moderadamente produciendo uno o dos ácidos o un ácido y bióxido de carbono.

De la familia de los Hidrocarburos alifáticos únicamente se encontró el n-hexano, las características químicas de la familia incluyen el ser poco reactivos ya que necesitan mucha energía para oxidarse totalmente y la otra opción de reactividad es la halogenación.

Los hidrocarburos aromáticos (Benceno y Tolueno) son compuestos nucleofílicos fácilmente oxidables, la oxidación del Benceno da Fenol en un primer paso y la del Tolueno da Acido benzóico. Son de los compuestos más tóxicos encontrados en el presente estudio y de los que más información se tiene, inclusive el Benceno se sabe que es cancerígeno y su uso está prohibido en otros países, probablemente su alta toxicidad se debe a la existencia del anillo en su conformación.

En cuanto al Cloruro de metileno, perteneciente a la familia de los cloroalcanos, pueden convertirse por catálisis en el alcohol correspondiente.

En cuanto al peso molecular de los compuestos se puede generalizar que todas las propiedades físicas aumentan o disminuyen proporcionalmente al peso molecular lo cual se puede extrapolar también en lo que se refiere a sus efectos anestésicos.

Las sustancias de peso molecular más bajo tienen una mayor facilidad para ingresar al organismo, pero también de reaccionar y

ser desechadas.

La absorción de las sustancias a nivel de piel se relaciona directamente con su poder disolvente para penetrarla disolviendo las grasas, el cual guarda relación directa con la viscosidad y la tensión superficial del compuesto para que éste abarque una mayor superficie de contacto.

En cuanto a la diferencia entre contacto con piel y mucosas y la absorción a través de las mismas se puede decir que se refiere a la profundidad de la penetración, una sustancia con un mayor poder disolvente y de tamaño pequeño penetrará más profundamente, es decir será absorbida e ingresará a otros niveles del organismo mientras que una sustancia con un menor poder disolvente, de peso molecular mayor, con una tensión superficial y viscosidad menores causará efectos locales en un nivel superficial, causando por ejemplo las irritaciones de piel y mucosas.

Con base en los efectos nocivos en el organismo humano reportados en la bibliografía, se elaboró la tabla 7, con los signos y síntomas reportados para cada uno de los compuestos presentados arbitrariamente debido en parte a que no hay una homogeneidad por ser reportados por diferentes autores y por que estos efectos varían un poco también dependiendo de la ruta de entrada al organismo así como de las diferentes dosis y tiempos de exposición que se hayan tomado en cuenta.

Entre los tóxicos que producen depresión del Sistema Nervioso Central se encuentran los acetatos, alcoholes, cetonas y halogenuros; y entre las sustancias químicas industriales que producen irritaciones importantes de piel y mucosas se encuentran: acetona, 1-pentil acetato, benceno, 1-butil-acetato, 1-butanol, acetato de etilo, metil-etil-cetona, metil-isobutil-cetona y tolueno, (Stellman-Daum, 1973).

En la tabla 8 se presentan: el Departamento que dió las muestras para el Análisis, el número de trabajadores de cada uno de éstos y los síntomas que asocian con cada uno de los disolventes en específico.

7.4 Interacción.

Asociación entre disolventes en relación a su composición.

De acuerdo a la fig. 9, cada uno de los disolventes presentan en conjunto una composición porcentual de un total de 17 componentes, los cuales pueden estar o no presentes en cada uno de los disolventes. En las fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, se presenta graficamente la composición de cada uno de ellos.

El resultado del análisis factorial se observa en la fig. 11, el primer factor se identifica en su parte positiva con el compuesto 1 Pentil acetato, los disolventes asociados a este compuesto son el S-7 y el Polyner, y en su parte negativa identificada por el Tolueno, se encuentran el Thiner y el Resistol, a su vez estos cuatro disolventes se encuentran en la

Compuesto - Sintonas.

	Mel	Etan	2-Pro	1-But	E-Ace	II-Ace	ZB-Ace	IP-Ace	Acet	ME-Ce	NIBX	n-Hex	Hexc	Tolu	M.Cir	Total	%
1 Dolor Cabeza	1	1		1		1										13	14
2 Nasugas	1		1													2	1
3 Vomito	1		1													4	4
4 Vertigo				1												5	6
5 Mareo									1	1	1	1	1	1	1	4	4
6 Irritacion nariz	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	14	12
7 Irritacion garganta	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	14	12
8 Resequedad V. Resp.						1		1								2	2
9 Laringitis															1	2	2
10 Mucoñitis													1			1	1
11 Edema glotis									1							1	1
12 Edema pulmonar					1											1	1
13 Piel seca	1		1		1	1										5	6
14 Piel agrietada				1								1				2	2
15 Irritacion Piel	1		1	1											1	3	3
16 Dermalitis	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	10	11
17 Dist. Visual	1															1	1
18 Lagrimeo				1											1	2	2
19 Irritacion ojos	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	12	14
20 Dilatacion pupilar															1	1	1
21 Ceguera	1															1	1
22 Oseñaduras de ojos	1															1	1
23 Fotofobia					1										1	2	2
24 Inflamacion Cornea					1											1	1
25 Vision Borrosa					1											1	1
26 Dolor Abdominal			1										1			2	2
27 Dist. Digestivo	1															1	1
28 Fatiga		1							1				1	1	1	5	5
29 Fatiga muscular															1	1	1
30 Debilidad															1	2	2
31 Hormigueo																1	1
32 Entum. Miembros													1		1	2	2
33 Atonia Muscular													1			1	1
34 Andar Zig-Zag													1			1	1
35 Laxitud														1		1	1
36 Anorexia														1		1	1
37 Parestesia															1	1	1
38 Heraltesis			1													1	1
39 Confusion								1						1		2	2
40 Depresion SNC			1										1			2	2
41 Euforia															1	1	1
42 Insomnio															1	1	1
43 Somnolencia	1	1		1		1	1	1						1	1	7	7
44 Nerviosismo															1	1	1
45 Marcosis			1	1	1			1				1				5	5
46 Tinitus								1								1	1
47 Inconciencia				1								1				2	2
48 Coma			1													1	1
Nuero de Sintonas	9	9	8	13	6	6	5	11	6	5	10	9	13	14	11	151	111
%	10	10	9	14	7	7	6	12	7	6	11	10	14	16	12	150	

TABLA No. 7

Compuesto - Sintomas.

	Met	Etan	2-Pro	1-But	E-Ace	IB-Ace	2B-Ace	IP-Ace	Acet	ME-Ce	MIBX	n-Hex	Benc	Tolu	M.Clr	Total	%
1 Dolor Cabeza	1	1			1		1		1				1			13	14
2 Nauseas	1		1										1			1	1
3 Vomito	1			1									1			1	1
4 Verlugo					1								1	1		1	1
5 Mareo									1	1						1	1
6 Irritacion nariz		1	1	1	1		1		1	1			1			11	12
7 Irritacion garganta		1	1	1	1				1	1			1			11	12
8 Resequedad O.Resp.								1								1	1
9 Laringitis									1							1	1
10 Neumonitis													1			1	1
11 Edema glotis									1							1	1
12 Edema pulmonar						1										1	1
13 Piel seca		1			1		1	1			1					5	6
14 Piel agrietada						1					1					2	2
15 Irritacion Piel		1			1											3	3
16 Dermatitis		1			1				1	1			1	1		10	10
17 Dist.Visual	1															1	1
18 Lagrimeo					1											1	1
19 Irritacion ojos	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	14
20 Dilatacion pupilar																1	1
21 Ceguera	1															1	1
22 Quemaduras de ojos	1															1	1
23 Fotofobia					1										1	1	1
24 Inflamacion Cornea					1											1	1
25 Vision Borrosa					1											1	1
26 Dolor Abdominal				1										1		2	2
27 Dist.Digestivo	1															1	1
28 Fatiga		1						1							1	5	5
29 Fatiga muscular													1			1	1
30 Debilidad															1	1	1
31 Hormigueo																1	1
32 Entum. Miembros													1			2	2
33 Atonia Muscular																1	1
34 Andar Zig-Zag													1			1	1
35 Laxitud																1	1
36 Anorexia																1	1
37 Parestesia																1	1
38 Hematenesis				1												1	1
39 Confusion								1								1	1
40 Depresion SNC				1										1		2	2
41 Euforia																2	2
42 Insomnio																1	1
43 Somnolencia	1	1			1		1	1							1	7	7
44 Nerviosismo																1	1
45 Narcosis				1	1	1					1					5	5
46 Tinitus									1							1	1
47 Inconciencia					1							1				2	2
48 Coma				1												1	1
Número de Sintomas	9	9	8	13	6	6	5	11	5	10	9	13	14	14	11	151	111
%	10	10	9	14	7	7	6	12	6	11	10	14	16	16	12	150	111

TABLA No. 7

Sintomas - Departamentos.

Depto. No T.	RyF 70	R.Ma 65	T.Av 236	Acce 70	Pint 56	Vest 25	Lam 107	Tot 629	%
1 Dolor Cabeza	1	1		1	1	1	1	6	5
2 Nauseas	1	1	1	1	1	1	1	7	6
3 Vomito	1	1		1				3	3
4 Vertigo				1	1	1	1	4	2
5 Mareo	1	1	1	1	1	1	1	6	5
6 Irritacion nariz	1	1	1	1	1	1	1	7	6
7 Irritacion gargan.	1	1	1	1	1	1	1	7	6
8 Resequedad V.Resp.			1		1	1	1	4	3
9 Laringitis					1	1	1	3	3
10 Neumonitis								0	0
11 Edema glotis								0	0
12 Edema pulmonar								0	0
13 Piel seca				1	1	1	1	4	3
14 Piel agrietada				1	1	1	1	4	3
15 Irritacion Piel		1	1		1	1	1	5	4
16 Dermatitis		1	1	1	1	1	1	6	5
17 Dist.Visual				1	1	1	1	3	3
18 Lagrimeo					1	1	1	3	3
19 Irritacion ojos	1	1		1	1	1	1	6	5
20 Dilatacion pupilar					1			1	1
21 Ceguera								0	0
22 Quemaduras de ojos			1			1		2	2
23 Fotofobia								0	0
24 Inflamacion Cornea	1				1			2	2
25 Vision Borrosa	1	1			1			3	3
26 Dolor Abdominal					1	1	1	3	3
27 Dist.Digestivo						1	1	2	2
28 Fatiga								0	0
29 Fatiga muscular		1						1	1
30 Debilidad								0	0
31 Hemiciego					1			1	1
32 Entum. Miembros		1		1	1	1	1	5	4
33 Atonia Muscular								0	0
34 Andar Zig-Zag	1			1	1		1	4	3
35 Laxitud								0	0
36 Anorexia								0	0
37 Parestesia								0	0
38 Hematemesis								0	0
39 Confusion					1			1	1
40 Depression SNC								0	0
41 Euforia								0	0
42 Insomnio					1			1	1
43 Somnolencia	1	1		1	1	1	1	6	5
44 Nerviosismo	1			1	1	1	1	5	4
45 Narcosis					1		1	2	2
46 Tinitus								0	0
47 Inconciencia			1					1	1
48 Coma								0	0
Numero de Sintomas	12	13	9	15	27	20	22	118	847
%	10	11	8	13	23	17	19	100	

TABLA No. 8

parte positiva del 2o. Factor, identificado por la Metil etil cetona, en su porción negativa se encuentra el RI y el Turco, esta parte es representada por el Etanol y el 1 Butil acetato, también identifican la parte negativa del factor 3, el disolvente S-900, se encuentra ligeramente situado en la porción positiva del factor 1 y 2, y en la negativa del 3, es representado por la Metil isobutil cetona.

Esta asociación entre disolventes, permite estimar que los efectos nocivos provocados por ellos tengan una relación similar.

Asociación entre Compuestos en relación a los síntomas ocasionados.

De acuerdo a la tabla 7, cada uno de los compuestos de los disolventes provoca un grupo determinado de síntomas, de acuerdo a este análisis, los compuestos se asocian de acuerdo a que provocan síntomas comunes.

En la fig. 12 se presentan los 15 compuestos asociados según el análisis.

El factor 1 en su parte positiva está identificado con síntomas generales (Ejemplos 1 al 5), todos los compuestos en mayor o menor grado se encuentran en este factor positivo, los principales compuestos son: 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10 y 11. En la parte negativa se encuentra el 14, se identifica como disturbios visuales, circulatorios, musculares y del sistema nervioso central. El factor 2, en su parte positiva se encuentran los compuestos 6 y 7, que ocasionan somnolencia y afecciones en la piel, en las vías respiratorias. El factor 1, en su parte negativa se encuentran diversos compuestos, entre los más importantes están el 3, 9, 11 y 13; los síntomas son irritaciones en vías respiratorias superiores y en ojos. El factor 3, en su parte positiva, representados por los compuestos 1, 3, 12, 13 y 15, que se asocian por provocar náuseas, irritación de ojos y somnolencia, el resto de los compuestos quedan en la parte negativa del factor 3, siendo los más importantes el 2, 4, 5, 6 y 9, los síntomas ocasionados son el resto de los mencionados.

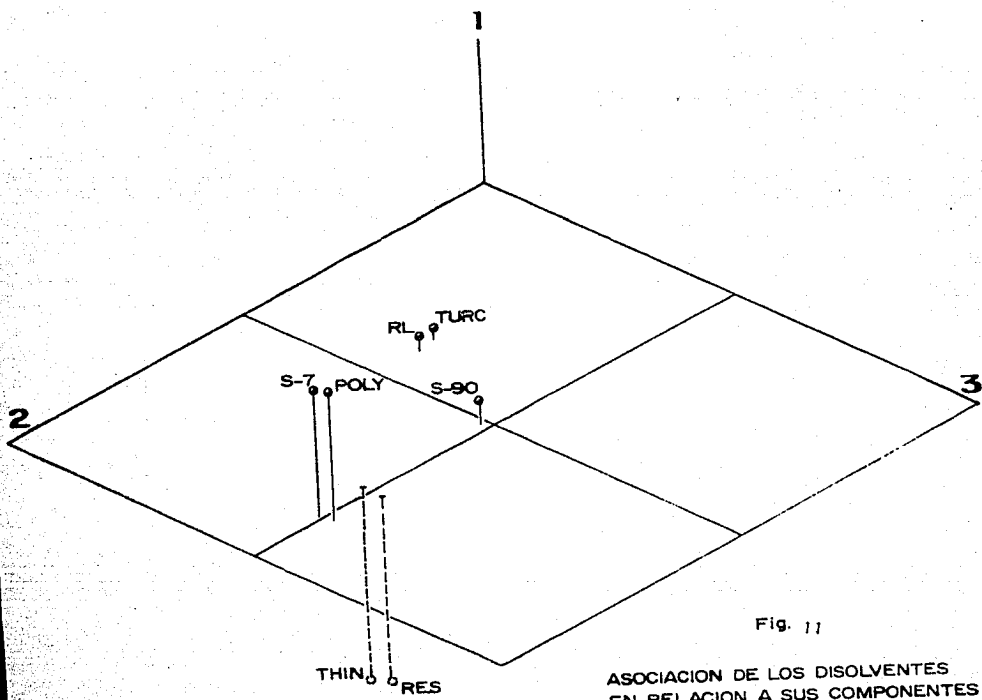


Fig. 11

ASOCIACION DE LOS DISOLVENTES
EN RELACION A SUS COMPONENTES

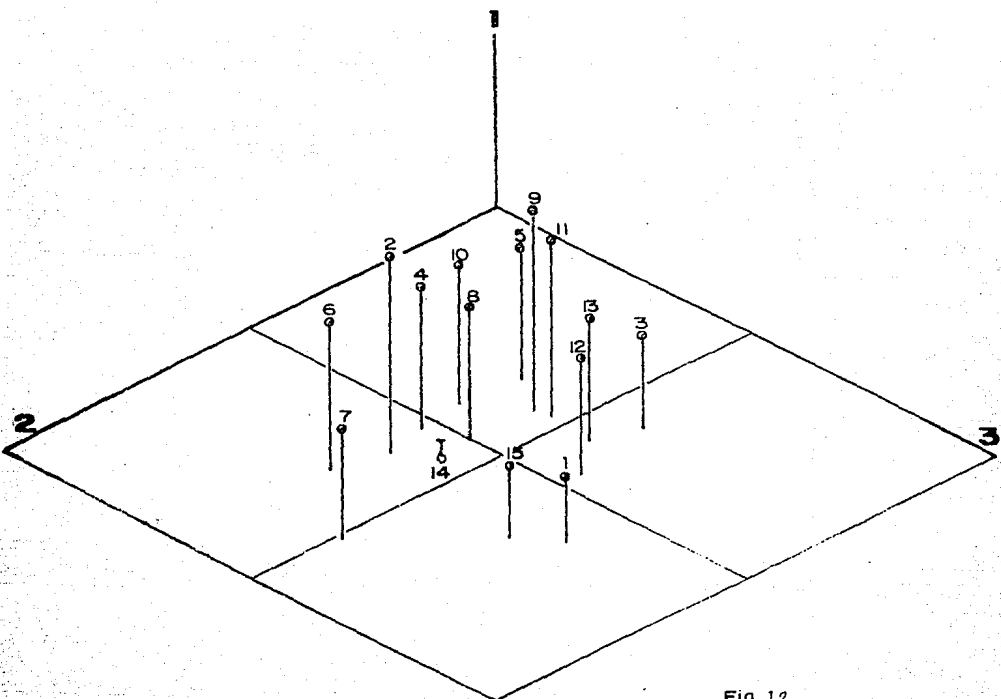


Fig. 12

ASOCIACION DE LOS COMPONENTES
EN RELACION A LOS SINTOMAS

7.5 Legislación.

Los Niveles Máximos permisibles vigentes en México se encuentran en el Instructivo No. 10 del Reglamento General de Higiene y Seguridad en el Trabajo relativo a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el ambiente laboral.

Los niveles Máximos Permisibles se refieren a la máxima concentración de los contaminantes en el ambiente de los Centros de Trabajo para jornadas de ocho horas.

Presentamos una gráfica con los valores máximos permisibles en la cuál se puede apreciar las concentraciones permitidas, comparativamente de los compuestos que nos atañen. Estos valores seguramente son inversamente proporcionales a sus efectos tóxicos, lo cuál, por ejemplo en el caso del benceno parece coincidir, incluso hay una especificación en dicho Reglamento que indica que el valor permitido, indicado será reducido en tres años a 10 PPM en lugar de 16 PPM, debido a que éste compuesto es reconocido como altamente tóxico y de los estudiados en el presente trabajo es el que tiene un límite permisible menor; aunque cabe señalar que su uso es prohibido en otros países.

La OMS ha señalado que el problema de los máximos permisibles en los países en desarrollo involucra la consideración de numerosos factores como: posibles diferencias genéticas y biológicas, malnutrición y posibles enfermedades parasitarias endémicas, condiciones climáticas externas, datos precisos sobre el grado de exposición y otros (OMS, 1969).

Creemos que aún faltan datos necesarios para establecer unos límites más apegados a nuestra realidad, pero que la aprobación de los Instructivos del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo tendientes a regular las concentraciones en los centros de trabajo, es positivo. El problema principal, sin embargo, no es lo inexacto que pueda ser el límite, sino la incapacidad de hacer que éstos sean cumplidos como ha sucedido repetidamente con algunas otras regulaciones sobre las condiciones de trabajo, ya que la adaptación de éstas regulaciones a nuestra realidad pudiera ir dándose en la práctica a partir, por ejemplo, de estudios epidemiológicos que conocieran con exactitud las concentraciones con las cuales se trabaja y esto no puede darse mientras no haya una inspección real y continua en los centros de trabajo.

En cuanto a la Legislación Relativa al agua y su Contaminación (SARH, 1974), que se refiere entre otros a los dispositivos particulares para la eliminación de los desechos, no señala nada en específico para las sustancias en cuestión.

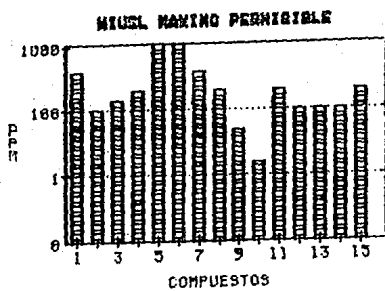


Fig. 13

8. DISCUSION

Prácticamente en cualquier actividad laboral existen factores nocivos para la salud del trabajador. No obstante, en diversos lugares (talleres, fábricas, etc.) no se conoce con mucha precisión en que cantidad existe, y en otros, ni siquiera se puede asegurar si están presentes o no en el ambiente laboral.

Para responder al problema anterior, la medicina del trabajo y la higiene industrial proponen técnicas que van desde el reconocimiento general y cualitativo del ambiente de trabajo hasta la medición de los niveles en que se encuentran los factores nocivos.

Ante esta situación existe una metodología de investigación del ambiente laboral en la cual se parte del reconocimiento que hacen los trabajadores de la existencia de factores nocivos y los efectos que éstos ocasionan en su salud, pues sus autores señalan que de esta manera se tiene una aproximación más real del ambiente laboral y se pueden establecer hipótesis de trabajo apegadas a una experiencia de muchos años de observaciones (Odone, 1977).

En este sentido tomamos como antecedente inmediato a la realización del presente estudio los resultados obtenidos de un trabajo amplio realizado con los trabajadores de los hangares de una compañía de aviación (Lozano-Moriega, 1984), en el que, de acuerdo a las observaciones realizadas por los trabajadores y a sus percepciones, se reconoció la presencia de sustancias tóxicas en el área de trabajo.

Se corroboró lo anterior con los expedientes médicos de algunos trabajadores del hangar en donde los especialistas del IMSS reportaron intoxicaciones crónicas provocadas por disolventes.

Los componentes encontrados en el análisis corresponden a los siguientes grupos de disolventes: hidrocarburos alifáticos y aromáticos, hidrocarburos halogenados, ésteres y cetonas.

Dentro de éstos existen algunos especialmente tóxicos para el ser humano que corresponden a los siguientes compuestos: hexano, benceno, tolueno, metil-etil-cetona, MIBK, cloruro de metileno, cuya sintomatología reportada bibliográficamente concuerda con aquella referida por los trabajadores en los cuestionarios de grupo, aunque cabe señalar que no totalmente, pero éste hecho puede ser debido a que parte de los efectos reportados en la bibliografía se refieren a diagnósticos ya elaborados que los trabajadores no manifiestan.

Los procesos industriales contribuyen en gran escala a la contaminación del medio ambiente, tanto por la diversidad de materiales usados, algunos de ellos de alta peligrosidad aún en pequeñas dosis, como por las características mismas de los

procesos.

Los trabajadores son los primeramente afectados por el manejo de materiales tóxicos y ésta cuestión se agrava por la presencia de otros factores de riesgo como los causantes del stress, que sensibilizan al organismo haciéndolo más vulnerable a los efectos de dichos materiales.

La falta de regulaciones en algunos casos y la inoperatividad de las mismas cuando existen son carencias que afectan en primer grado a los trabajadores y también a la población en general, donde el trabajador se ve afectado por una doble exposición.

Este trabajo es una primera etapa en lo que sería la evaluación de las concentraciones de vapores en el ambiente.

9. CONCLUSIONES

Los objetivos particulares 1 y 2 se cumplieron en su totalidad, ya que se obtuvieron resultados satisfactorios respecto a la identificación de los contaminantes aún en aquellas pequeñas cantidades denominadas traza. La técnica montada fue útil y debido a la inyección directa de las sustancias problema en el cromatógrafo así como al hecho de realizar tres análisis con diferentes muestras permitió por un lado no contaminarlas y por otro obtener resultados más confiables.

El tercer objetivo particular podría haberse mejorado pero existe una gran cantidad de fuentes informativas, muy dispersas y con una variedad de enfoques considerable, ya que el problema de los contaminantes químicos y sus efectos tóxicos son abordados desde diferentes disciplinas. Los hechos anteriormente mencionados hacen deseable un estudio específico para la consulta y el análisis de la información existente al respecto.

En cuanto a los objetivos generales se puede afirmar que se conocieron en un primer acercamiento los principales factores nocivos de manera cualitativa.

Cabe señalar que el Método utilizado para abordar el reconocimiento de las condiciones de trabajo en su relación con la salud denominado "Modelo Italiano" tuvo su primera aplicación en México en el estudio aquí referido y que dió la base para la investigación analítica cuantitativa de los disolventes orgánicos.

En base a los síntomas que son detectados por los trabajadores como generados por los factores nocivos se elaboró una Tabla de Enfermedades, cuya descripción en cuanto al uso de los disolventes orgánicos es correspondiente a los compuestos identificados en el estudio y a la sintomatología reportada bibliográficamente.

10. RECOMENDACIONES

Es necesario normar y vigilar las condiciones de trabajo que pueden ser nocivas, y hacer lo mismo sobre los residuos industriales, así como ejercer un control de calidad en las sustancias químicas industriales lo cual puede dar como resultados en orden de complejidad los siguientes:

- a) El conocimiento exacto de la composición de las sustancias en cuestión.
- b) Evitar la presencia de compuestos traza, que no son necesarios, sino que son impurezas que como ya hemos mencionado y pueden causar efectos graves por exposición continua.
- c) En algunos casos, la sustitución de algún (os) componente (s) por otro (s) menos nocivo (s), por ejemplo tratar de sustituir el benceno por algún otro compuesto.

Promover una mayor información y participación activa para el mejoramiento de las condiciones de vida y de trabajo, lo cual se traduce directamente en una serie de acciones que reducirían la contaminación.

Participación en grupos interdisciplinarios que puedan abordar los problemas de la contaminación industrial dentro de la fábrica y fuera de ella desde un punto de vista integral.

Para el caso específico, llevar a cabo un monitoreo ambiental para detectar las concentraciones de las sustancias identificadas en el ambiente y corroborar si es que se encuentran en las concentraciones admitidas por la legislación.

11. GLOSARIO.

Anorexia. Falta de apetito.

Aplasia (medular). Desarrollo incompleto o defectuoso de la médula.

Ataxia. Falta o irregularidad de la coordinación, especialmente de los movimientos musculares, sin debilidad o espasmo de éstos.

Atonia muscular. Falta de la fuerza o tono normal en un músculo.

Calambre abdominal. Contracción espasmódica, involuntaria, dolorosa y transitoria, del músculo o músculos de la parte del cuerpo comprendida entre el tórax y la pelvis.

Ceguera. Privación o pérdida de la vista.

Coma. Estado de sopor profundo con abolición del conocimiento, sensibilidad y movilidad, que aparece en el curso de ciertas enfermedades o después de un traumatismo grave.

Confusión. Mental. Estado morboso caracterizado por torpeza intelectual e incoherencia de ideas, con imposibilidad de coordinarlas y de apreciar exactamente las sensaciones recibidas. Secundaria, debida a estados infecciosos o tóxicos; amnesia, estupidez.

Debilidad. Falta o pérdida de fuerza.

Depresión. Mental. Trastorno caracterizado por la disminución del tono afectivo, tristeza o melancolía; hipotimia.

Dermatitis por contacto. (venenata). Inflamación de la piel por contacto de sustancias diversas.

Diarrea. Evacuación intestinal frecuente, líquida y abundante.

Dilatación. Aumento distensivo normal de que es susceptible un órgano.

Dolor. Impresión penosa experimentada por un órgano o parte y transmitida al cerebro por los nervios sensitivos.

Entumecimiento. Entorpecimiento o dificultad de movimientos, con sensación de pesadez.

Euforia. Sensación de bienestar, de satisfacción, natural o provocada. Euxexia.

Fatiga. Estado y sensación de las partes del cuerpo después de

la exagerada actividad de las mismas.

Fatiga muscular. Disminución de la respuesta muscular normal.

Fotofobia. Intolerancia anormal para la luz, especialmente la provocada por afecciones oculares.

Hiperplasia. Multiplicación anormal de los elementos de los tejidos; hipertrofia numérica.

Hipoplasia. Disminución de la actividad formadora productora.

Hormigueo. Sensación más o menos molesta en la piel, comparable a la que producirían las hormigas bullendo en la misma; mirmestesia.

Inconsciencia. Sin consciencia o conocimiento.

Inflamación. Estado morboso complejo con fenómenos generales, diversamente definido, que en sustancia se reduce a la reacción del organismo contra un agente irritante o infectivo y que se caracteriza esencialmente desde los tiempos de Celso, por los cuatro síntomas cardinales: rubor, tumor, calor y dolor, a los que Galeno añadió el de functio laesa (trastorno funcional), que se traduce por vasoconstricción primitiva, seguida de vasodilatación, lentitud de la corriente sanguínea, acumulación, y emigración de leucocitos, exudación de líquido y fase de cicatrización.

Insomnio. Falta de sueño, desvelo anormal.

Irritabilidad. Personalidad psicopática de los individuos que reaccionan exageradamente a la influencias exteriores.

Irritación. Estado de sobreexcitación o sensibilidad exagerada de una parte.

Lagrimeo. Dacriorrea. Flujo lagrimal profuso.

Lasitud. Debilidad, desfallecimiento, cansancio, agotamiento.

Laringitis crónica. Forma consecutiva a la afección caracterizada por la tumefacción de la mucosa con exudación de moco o de mocopús y acompañada de tos, disfagia, afonía o ronquera, disnea o fiebre; o consecutiva a las irritaciones repetidas, con exudados mucopurulentos y ulceraciones superficiales de la mucosa.

Mareo. Malestar general con náuseas y vértigo y tendencia al síncope.

Náusea. Basca, sensación penosa que indica la proximidad del vómito y esfuerzos que acompañan la necesidad de vomitar.

Narcosis. Estado de estupor e inconsciencia producido por un

narcótico; sueño artificial.

Nefritis. Inflamación del tejido renal.

Nerviosidad. Excitabilidad nerviosa exagerada o morbosa.

Neumonía por aspiración. Inflamación del tejido pulmonar, debida a inhalación de alimentos o de un material nocivo o infectivo.

Parestesia. Sensación anormal, rara, alucinatoria, táctil, térmica, etc., de los sentidos o de la sensibilidad en general.

Quemadura. Lesión producida en los tejidos por el calor en sus diversas formas. Según la intensidad de sus lesiones se dividen en 3 grados: 1o., eritema; 2o., flictenas; 3o., escaras.

Signo. Fenómeno, carácter, síntoma objetivo de una enfermedad o estado que el médico reconoce o provoca.

Síntoma. Manifestación de una alteración orgánica o funcional apreciable por el médico o por el enfermo.

Somnolencia. Deseos irresistibles de dormir y pesadez o torpeza motivada por los mismos. Sopor.

Tinnitus. Sensación subjetiva de campanilleo o retintín.

Vértigo. Alteración del sentido del equilibrio, caracterizada por una sensación de inestabilidad y de movimiento aparentemente rotatorio del cuerpo o de los objetos presentes.

Vómito. Expulsión violenta por la boca de materias contenidas en el estómago.

12. BIBLIOGRAFIA.

- ALBERT, L.A. (EDITOR). 1985. Toxicología Ambiental. Curso Básico. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. 371 pp.
- ANONIMO. 1969. Informe Técnico No. 415. 6o. Informe del comité mixto OIT/OMS de higiene en el trabajo. Ginebra, Suiza.
- ANONIMO, 1971. Legislación relativa al agua y su contaminación. S.A.R.H., México, 143 pp.
- ANONIMO, 1973. Environmental Quality; 95th Congress 1st Session Committee Print 95-7 Toxic Substances Control Act, 1973.
- ANONIMO. 1974. Diccionario tecnológico de ciencias médicas. Salvat 11_a, Barcelona, España, 1073 pp.
- ANONIMO. 1977. Sampling and analysis procedures for screening of industrial effesects for prioritys pollutants USEPA, EFFLUENT GUIDELINES DIVISION, WASHINGTON (April, 1977)
- ANONIMO. 1979. Hazardous and toxic effects of industrial chemicals. Marshall Sittig, New Jersey, U.S.A. 429 pp.
- ANONIMO, 1980. Registry of Toxic Effects of Chemical Substances. NIOSH. Cincinnati, Ohio. E.U.A.
- ANONIMO, 1980. Principios y métodos para evaluar la toxicidad de las sustancias químicas. Parte 1. Criterios de salud ambiental 6. OPS, 1980. Wash. E.U.A. p 1. 287 pp.
- ANONIMO, 1983. Encyclopedia of Chemical Technology Vol. 21. John Willey and Sons. U.S.A., 377-401 pp.
- ANONIMO, 1983. Unger Porous Carbon Packing for Liquid Chromatography. Anal. Chem., 341A-375A pp.
- ANONIMO, 1984. Right to Know. Section 5 194 Title B. California Administrative code act for general Industry Safety Order. OSHA REGISTRER (76, No. 10-3-6-76) March 1984.
- ANONIMO, 1984. Instructivos 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. STPS, IMSS. 1a. México. 100 pp.
- ANONIMO. 1984. El síndrome orgánico cerebral por disolventes orgánicos. I.M.S.S. México, 20 pp.
- BAHYOFF, V.G., et al. 1982. Statistical processing System Version 4.2. for Apple II. Central Michigan Univ. Michigan, U.S.A. 104 pp.

- DEVIC, D.M., SUNDERMAN, F.W. y NOMOTO, S. 1977. Method for nickel analysis in serumandurine by electrothermal atomic absorption spectrometry. *Clin. Chem.*, 23, 948-956 pp.
- DREISBACH H.R. 1981. Manual de envenenamientos. Prevención diagnóstico y tratamiento. Manual Moderno. México. 380 pp.
- FABRE, R. Y TRUHAUT, R. 1976. *Tratado de Toxicología*. Tomo I. Paraninfo, Madrid, España, 360 pp.
- GAFAFER W. M. 1964. *Enfermedades ocupacionales*. Guía para su reconocimiento. S.S.A. 386 pp.
- GIGER W. y M. BLUMER. 1974. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Enviroment, *Anal. Chem.* 46, 1663-1671 pp.
- HARMAN, H.H. 1976. Modern Factor Analysis. Univ. of Chicago. Chicago, U.S.A. 487 pp.
- KRAZOV, J.J., SAAVEDRA, C.J., CEDILLO B.L. Análisis de disolventes orgánicos por cromatografía gas-liquido. *Reporte de Investigación* No. 42. UAM - Xochimilco. 1985. México. 20 pp.
- LOPEZ-AVILA V. R., NORTHENTT, M. WICKHAM. 1983. Detn. of 51 priority Organic Comp. after extraction from standard reference materials., *Anal. Chem.*, 55: 881-889 pp.
- LOZANO, A.R. y NORIEGA, E.M. 1984. Un método para el estudio de la relación trabajo-salud: el caso de los trabajadores de tierra de Aeroméxico. mimeo. México. 45 pp.
- LOZANO, A.R. 1984. Una experiencia de participación activa de los trabajadores en la investigación de condiciones de trabajo y daños a la salud. Mimeo. México 150 pp.
- MACKINSON W.F. Y STRICOFF S.R. 1978. Pocket guide to chemical hazards. NIOSH/OSHA. Washigton, U.S.A. 191 pp.
- MINSAP. 1978. *Curso de medicina del trabajo*. Urbe. La Habana, Cuba. 425 pp.
- ODDONE IVAR, et al. 1977. *Ambiente di Lavoro*. Editrice Sindicale Italiana, Roma. 244 pp.
- SCHUMELTZ, C., J. MATASKESAND y E. RATCHIK. 1983. Gas Chromatographie determination of solvent residues and other materials in chemical and fermentation wastes., *J. Chromatogr.*, 268: 31-48 pp.
- SOKAL, R.R. y JAMES R.F. 1969. *Biometry*. W. H. Freeman. San Francisco, 776 pp.
- SPORSTOL, S., N. GJOS y G. CARBERG. 1983. Extraction diments, *J. Chromatogr.*, 268: 7-8 pp.

STELLMAN J.M., y DAUM S.M. 1978. *Work is Dangerous to your health.* Vintage Books. New York, U.S.A. 447 pp.

ZLATKIS, A., F.S. WANG & H. SHANFIELD: 1983. Direct Gas-Chrometographic Analysis of Aqueous Samples at the part-per-billion and part-per-trillion levels, *Anal. Chem.* 55, 1848-52 pp