

112252  
21



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

COORDINACION DE SALUD EN EL TRABAJO

CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

**INDICE DE FATIGA EN TRABAJADORES EXPUESTOS Y NO  
EXPOSTOS A HEXANO EN UNA BASE DE MANTENIMIENTO  
DE AERONAVES. MÉXICO, 1996.**

*Vobo*  
*Louise*  
*130897*

TESIS

Que para obtener el Titulo de :

**ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL TRABAJO**

PRESENTA:

**Dra. Martha Rosalía García Gálvez.**

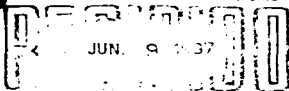
ASESOR:

**Dra. Claudia Juárez Ruiz.**



I. M. S. S.  
COORDINACION DE SALUD EN EL TRABAJO

México D.F., Diciembre



DIVISION DE RIESGOS DE  
TRABAJO E INVALIDEZ

1997

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## ***DEDICATORIAS***

*A mis padres: Martha Rosalía Galvez de García y Jorge Carlos García Orosa, por ser mi orgullo, ya que con su ejemplo de amor, inteligencia, respeto, dedicación y ternura, me guiaron en el difícil camino de la vida.*

*A mis hermanos Georgina, Jacobo y Jorge García Galvez por su amistad y cariño que siempre me han reflejado.*

*A mi compañero Adrián Valenzuela Plata, con todo cariño por su apoyo moral y físico.*

*A mis amigos y profesores por su confianza y apoyo.*

## CONTENIDO

|  | <i>página</i> |
|--|---------------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                    | <b>1</b>      |
| <b>I. ANTECEDENTES</b>                                 |               |
| <b>A) DISOLVENTES ORGÁNICOS</b> .....                  | <b>3</b>      |
| Propiedades.....                                       | <b>3</b>      |
| Clasificación.....                                     | <b>4</b>      |
| Usos industriales y fuentes de exposición laboral..... | <b>5</b>      |
| Aspectos toxicológicos.....                            | <b>6</b>      |
| Efectos tóxicos.....                                   | <b>8</b>      |
| Hexano.....  | <b>9</b>      |
| <b>B) FATIGA</b> .....                                 | <b>10</b>     |
| Concepto.....  | <b>11</b>     |
| Procesos de la fatiga.....                             | <b>12</b>     |
| Mecanismo fisiológico de la fatiga.....                | <b>13</b>     |
| Factores subjetivos de la fatiga.....                  | <b>14</b>     |
| Valoración de la fatiga.....                           | <b>14</b>     |
| <b>C) RELACIÓN DISOLVENTES ORGÁNICOS/FATIGA</b> .....  | <b>15</b>     |
| <b>II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....            | <b>16</b>     |
| <b>III. OBJETIVOS</b> .....                            | <b>16</b>     |
| <b>IV. HIPÓTESIS</b> .....                             | <b>16</b>     |
| <b>V. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....                     | <b>17</b>     |
| Tipo de estudio.....                                   | <b>17</b>     |
| Criterios de inclusión.....                            |               |
| para grupo de expuestos.....                           | <b>18</b>     |
| para grupo de no expuestos.....                        | <b>18</b>     |
| Criterios de exclusión.....                            | <b>19</b>     |
| Criterios de eliminación.....                          | <b>19</b>     |
| Determinación de variables.....                        | <b>20</b>     |
| Descripción general del estudio.....                   | <b>21</b>     |
| <b>RESULTADOS</b> .....                                | <b>22</b>     |
| <b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....                   | <b>27</b>     |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....                              | <b>28</b>     |
| <b>ANEXOS</b>  |               |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                                    |               |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b>                                 |               |

## INTRODUCCIÓN.

Los avances tecnológicos y la industrialización son la característica más relevante de éste siglo XX.

Por medio de éstos fenómenos, el hombre moderno ha visto afectado su modo de vida y, por ende, su estado de salud e integridad física al introducirse a los nuevos sistemas productivos. Como consecuencia de todo ello surge la preocupación en el campo de la Medicina para determinar los riesgos laborales y sus consecuencias sobre los trabajadores.

Es así que en la actualidad ha surgido una nueva especialidad denominada "Medicina del Trabajo" encargada de estudiar y analizar los impactos que se dan al interactuar el hombre con los sistemas productivos e implantar mecanismos preventivos a fin de disminuir al máximo enfermedades profesionales y accidentes de trabajo.

El transporte, como conjunto de las actividades que tienen por objeto el traslado de personas o mercancías de un lugar a otro de la Tierra, constituye un elemento básico del desarrollo económico y social, siendo un pilar insustituible para el progreso industrial y comercial, a todos los niveles. Dentro del sector terciario de la Economía, su papel en el mundo moderno ha rebasado el de un mero servicio para convertirse en un factor determinante de toda la actividad económica y social, en cualquier país o región. Pero la actividad económica actual precisa de un conjunto de tareas complementarias sin las que ninguna empresa, incluyendo las de transporte, podría perdurar. Se trata, en el presente caso, de las operaciones de conservación, mantenimiento y reparación de vehículos o equipos, además de las que conforman lo que hoy se entiende por empresa de transporte.

Dado que el concepto de transporte se asocia también con el de riesgo, la prevención de éste se convierte en un elemento relevante dentro de los avances en el sector.

Dentro del subsector de transportes, el aéreo constituye la más moderna y en su día revolucionaria modalidad de trasladar personas o mercancías.

La aviación comercial presenta una problemática de salud ocupacional enormemente condicionada por una necesidad de integración preventiva en el proceso de la actividad, aunque es obvio que presenta diversas facetas además de la propiamente aeronáutica. Cabe, en general, distinguir dos grupos de actividades laborales en este sector: las de tierra

y las de vuelo. Nos ocuparemos en este trabajo de las actividades de tierra, específicamente las de revisión y mantenimiento de aeronaves

El grupo de trabajadores dentro de esta área presenta actividades laborales extensivamente idénticas a las que pueden ser tratadas con carácter general para todos los talleres de cualquier tipo de transporte, con una especialidad señalable por los muy elevados niveles de presión sonora (más de 120 dB) en muchos puestos de trabajo próximos o relacionados con la prueba y revisión de reactores. Asimismo y entre otros, cabe incluir la presencia en el ambiente laboral de sustancias volátiles inhalables (disolventes orgánicos). Ambos son temas de difícil resolución dada la enorme dificultad para controlar dichos agentes desde la fuente que los produce y en el ambiente laboral, por lo que como última opción, se han reforzado actividades para la protección del trabajador.

Algunos autores (Heuser et al., 1993) refieren que la exposición a agentes químicos neurotóxicos, entre ellos los disolventes orgánicos, inducen sintomatología neurológica y psiquiátrica.

Así, el propósito de este estudio fue medir la concentración de disolventes orgánicos en el ambiente de trabajo y la correlación entre estos y el índice de fatiga atribuible a la exposición a ellos en los trabajadores de un taller de mantenimiento perteneciente a una línea aérea comercial.

# I. ANTECEDENTES.

## A) DISOLVENTES ORGÁNICOS.

La denominación de "disolventes orgánicos" se utiliza de manera genérica en el medio laboral para referirse a un grupo de sustancias que tienen dos propiedades fundamentales en común, a saber:

1. Son compuestos químicos de tipo orgánico, esto es, su estructura molecular está conformada en base al carbono
2. Son utilizados o tienen el potencial para disolver sustancias

En particular, el término disolvente se refiere al medio en el cual se dispersan solutos para constituir mezclas homogéneas.

### PROPIEDADES.

Las características de los disolventes orgánicos están determinadas por sus propiedades fisicoquímicas, dos de las cuales ( presión de vapor y coeficiente de partición) condicionan su interacción biológica dentro del organismo. La volatilidad de los disolventes orgánicos, determinada por su presión de vapor, está relacionada con la disponibilidad real de vapores en la llamada "zona respiratoria" del trabajador. El coeficiente de partición expresa la distribución en diferentes fases (p.e. agua/lípido, gas/sangre) y se correlaciona con el grado de absorción por vía cutánea o respiratoria, así como con la farmacocinética y farmacodinámica del disolvente.

Otras propiedades fisicoquímicas (presión de vapor, punto de ebullición, etc.) que no necesariamente tienen implicaciones toxicológicas, adquieren importancia desde el punto de vista de la Seguridad e Higiene, considerando las precauciones que deben tenerse para su manejo durante los procesos de trabajo

## CLASIFICACIÓN.

La exposición laboral a disolventes orgánicos generalmente ocurre en puestos donde se manejan mezclas de disolventes, y sólo por excepción, a un solo grupo químico. Sin embargo y para fines de nomenclatura, se distinguen 10 grupos, a saber:

1.  *Hidrocarburos alifáticos*

Son cadenas lineales o ramificadas de átomos de carbono, saturadas con hidrógeno.

2.  *Hidrocarburos cíclicos*

Son cadenas de carbono enlazadas por los extremos, constituyendo así estructuras anulares, saturadas o insaturadas con hidrógeno.

3.  *Hidrocarburos aromáticos*

Se denomina de este modo a aquellos compuestos que contengan un anillo bencénico (estructura anular de seis carbonos con un hidrógeno en cada uno), unidos de diversas maneras para formar estructuras de resonancia que determina el comportamiento de éstos compuestos.

4.  *Hidrocarburos halogenados.*

Son compuestos que resultan de reacciones químicas de adición o sustitución de uno o más átomos de algún elemento halógeno por uno o más átomos de hidrógeno del hidrocarburo.

5.  *Alcoholes.*

Un átomo de hidrógeno es sustituido por un radical hidroxilo (-OH).

6.  *Glicoles.*

Son llamados también dialcoholes, ya que dos hidrógenos son sustituidos por dos grupos -OH.

7.  *Éteres.*

Son compuestos donde dos átomos de hidrógeno son sustituidos por radicales alifáticos o aromáticos.

8.  *Cetonas.*

Al oxidarse un carbono secundario, se forma un grupo carbonilo (-C=O), que se denomina genéricamente grupo "ceto".

9.  *Esteres.*



Son compuestos resultantes de la reacción entre un ácido carboxílico y un alcohol.

#### **10. Misceláneas**

Se incluye en estas categorías a las sustancias de importancia industrial con estructuras químicas diversas no incluidas en las familias anteriores, pero que presentan las propiedades físicoquímicas de los disolventes orgánicos, tales como el disulfuro de carbono, el óxido nitroso, entre otros.

### **USOS INDUSTRIALES Y FUENTES DE EXPOSICIÓN LABORAL.**

Los disolventes orgánicos tienen una vasta aplicación en la industria y en innumerables procesos y operaciones de trabajo. Se utilizan como diluyentes de pinturas, barnices, lacas, tintas, pigmentos, pegamentos, desmanchadores de telas, desengrasantes de piezas metálicas, fijadores de materia orgánica, anticongelantes, desecadores en la fabricación de fibras sintéticas, anestésicos, agentes de limpieza, reactivos de laboratorio, materia prima para la síntesis de compuestos orgánicos, etc.

Respecto a las fuentes de exposición laboral, tenemos a continuación un marco de referencia general:

| <i>DISOLVENTES ORGÁNICOS</i>   | <i>FUENTE DE EXPOSICIÓN LABORAL</i>  |
|--|--|
| <b>Hidrocarburos alifáticos (C5 a C8)</b>  | Refinerías de petróleo, impresión y artes gráficas, pinturas, etc.   |
| <b>Hidrocarburos aromáticos (benceno, tolueno, xileno)</b>                                   | moldado de hule, aplicación y mezcla de "cemento", impresión y artes gráficas, pinturas, lacas, barnices, etc. |
| <b>Hidrocarburos halogenados (tricloroetileno, tetracloruro de carbono, percloroetileno)</b> | Desengrasado de metales, industria huletera, artes y oficios, industria química, laboratorios, etc.            |
| <b>Alcoholes (metílico, etílico, butílico, isopropílico, etc.)</b>                           | Industria química, farmacéutica, lacas, barnices, perfumería, etc.   |
| <b>Glicoles (etilenglicol, dietilenglicol)</b>   | Refrigerantes, lacas, industria farmacéutica, etc.   |
| <b>Cetonas ( metil etil cetona, metil isobutil cetona, etc.)</b>                             | Impresión y artes gráficas, formulación de tintas, plásticos, etc.   |
| <b>Eteres (etilico, monometílico de etilenglicol -metilcelosolve-, etc.)</b>                 | Resinas, nitrocelulosa, lacas, pinturas, barnices, tintas, etc.  |
| <b>Misceláneas (disulfuro de carbono, gases anestésicos, óxido de etileno, etc.)</b>         | Industria del rayón, anestesia, esterilización de equipo e instrumental médico.                                |

## ASPECTOS TOXICOLÓGICOS.

La cantidad de disolvente orgánico que ingresa al organismo es proporcional a la vía de entrada, así, es mayor la cantidad que ingresa a través de piel en contacto con disolventes en estado líquido, en tanto que es mucho menor cuando la exposición ocurre sólo a los vapores de los disolventes contenidos en el aire.

Alguna porción de los vapores de disolventes son biotransformados enzimáticamente por el sistema microsomal, a metabolitos polares resultantes de la conjugación con compuestos hidrosolubles y son excretados por orina. Algunas fracciones regresan a los pulmones por medio de la sangre venosa y contribuyen al proceso de equilibrio que ocurre en los alveolos. Muchos disolventes orgánicos son eliminados sin sufrir transformación a través del aire espirado.

La biotransformación de los disolventes orgánicos determina su vida media biológica, y algunas veces resulta en la formación de productos intermedios de reactividad elevada que pueden unirse por enlace covalente a los componentes críticos de las células blancas y causar daño irreversible.

La acción tóxica de los disolventes corresponde a dos categorías:

1. Inducida por compuestos químicos sin biotransformar. Se refiere a efectos inespecíficos determinados por las propiedades fisicoquímicas del disolvente.
2. Determinada por los metabolitos resultantes de la fase I de la biotransformación. Corresponde a efectos específicos relacionados con la estructura química.

El peligro potencial de los disolventes orgánicos sobre la salud de los trabajadores varía de acuerdo al tipo de compuesto químico, por lo que, a manera de guía práctica, Pérez Lucio y Mateos Papis (\*) proponen la siguiente categoría:

1. **Disolventes relativamente inocuos:** pentanos, heptanos, alcohol etílico, éter etílico.
2. **Disolventes poco tóxicos,** debido a su baja volatilidad y cuyas condiciones de uso rara vez son peligrosas: etilenglicol, butilglicol, dibutilftalato.
3. **Disolventes moderadamente peligrosos:** los que pueden ser tolerados por los trabajadores dentro de las concentraciones máximas permisibles por periodos cortos, sin alteraciones notorias o efectos peligrosos posteriores: tolueno, xileno, percloroetileno, naftas, nitróetano, alcohol butílico, acetato de propilo, ciclohexano.
4. **Disolventes definitivamente peligrosos,** los cuales no pueden ser tolerados por los trabajadores ni aun por periodos cortos, excepto a concentraciones extremadamente pequeñas; estos disolventes no representan la posibilidad de efectos peligrosos posteriores o lesiones que disminuyan la capacidad de trabajo: benceno, disulfuro de carbono, tetracloruro de carbono, alcohol metílico, óxido de etileno, tricloroetileno, nitrobenzoceno, metil-n-butilcetona.

Algunos factores ambientales pueden modificar la toxicidad de los disolventes orgánicos. Considérese así la exposición a un solo disolvente o a mezclas de disolventes, la calidad y cantidad de alimentos consumidos previamente a la exposición, y la ingesta reciente de etanol.

## **EFFECTOS TÓXICOS.**

Se distinguen efectos tóxicos por exposición aguda y crónica

En el primer caso se trata de los efectos inmediatos posteriores a la exposición y se deben a la composición química original del disolvente orgánico, es decir, antes de su biotransformación. Estos efectos son inespecíficos y se relacionan con el efecto lipofílico de los disolventes, lo cual determina su rápido efecto sobre las células del sistema nervioso central y su efecto depresor inmediato a este nivel. Este se atribuye a interferencia en el intercambio iónico necesario para la despolarización de la membrana de las células nerviosas, lo que reduce su excitabilidad.

En el ambiente laboral, la exposición a disolventes orgánicos ocurre por lo común a concentraciones relativamente bajas o moderadas. Los efectos agudos se manifiestan por alguno (s) de los siguientes síntomas: preincoercivos, cefalea, euforia, confusión mental, acufeno, vértigo, náusea, vómito, alteraciones en la marcha, hipoxemia, somnolencia, alucinaciones, así como efectos irritativos localizados.

En el contexto laboral, la toxicidad crónica de los disolventes orgánicos se refiere a las alteraciones que producen en la salud de los trabajadores por lo menos tres meses después de la exposición cotidiana o repetida a concentraciones relativamente bajas o moderadas de éstos compuestos químicos en el ambiente de trabajo.

La toxicidad crónica de los disolventes orgánicos está determinada fundamentalmente por la acumulación de efectos nocivos debidos a la acción del disolvente en su composición original o por sus metabolitos.

Los efectos tóxicos crónicos sistémicos son generalmente mediados por metabolitos reactivos que dan lugar a daño acumulativo en diversos órganos y sistemas, y pueden resumirse como sigue:

1. **Efectos neurotóxicos (psicosis y neuropatía)** En el primer caso, se relaciona con disulfuro de carbono y mezclas de disolventes orgánicos; en el segundo caso con metil-n-butil cetona y n-hexano. Se han llevado a cabo estudios con análisis cualitativos y cuantitativos del flujo sanguíneo cerebral regional (rCBF) en trabajadores con exposición laboral crónica a disolventes orgánicos, los cuales mostraron una disminución del flujo sanguíneo cerebral del hemisferio derecho principalmente con presentación aleatoria de áreas de hipoperfusión, más prevalentes en los lóbulos frontal y parietal (13).

2. **Efectos hematológicos.** (mielotoxicidad, con hipoplasia de médula ósea) Relacionados con la exposición a benceno
3. **Efectos hepáticos.** (hepatitis tóxica con necrosis centrolobulillar) relacionada con tetracloruro de carbono. La lesión hepática es debida a acumulación de lípidos por daño del retículo endoplásmico, y por otra parte, liberación intracelular de enzimas lisosómicas y daño mitocondrial, con pérdida de fuentes de energía
4. **Efectos renales.** (insuficiencia renal aguda por daño agudo de túbulos renales) Relacionado con hidrocarburos halogenados, destilados del petróleo, etilenglicol, éteres de etilenglicol, dietilenglicol y dioxano. El mecanismo de la lesión se considera que puede ser la inducción de daño químico por la inhalación de los vapores del disolvente en la membrana basal del alveolo, con producción de anticuerpos y posteriormente, a través de una reacción cruzada, contra la membrana basal del glomérulo.
5. **Efectos cardiovasculares.** (acción cardiotóxica con sensibilización a catecolaminas endógenas, provocando fibrilación ventricular postesfuerzo y otras arritmias, acción vasculotóxica, que condiciona aterosclerosis temprana) Atribuidos a hidrocarburos clorados (triclorometileno principalmente)
6. **Efectos mutagénicos.** (mutagénesis, teratogénesis, carcinogénesis) atribuidas a benceno y cloruro de vinilo. El benceno induce aberraciones cromosómicas, y se acepta su efecto mielotóxico y leucemogénico en humanos.

## HEXANO

El hexano es un hidrocarburo alifático, consistente en moléculas de carbono e hidrógeno en cadenas rectas. A su vez se encuentra clasificado dentro de los alcanos (parafinas). El estado físico de un alcano depende de su número de carbonos, componiéndose el hexano de 5 a 16 carbonos, encontrándose en estado líquido, siendo que los vapores de los líquidos tienen un ligero olor a "hidrocarburo". Se utilizan varios alcanos líquidos en forma relativamente pura como solventes y también son los principales de diversos solventes destilados del petróleo

Los alcanos líquidos son ingredientes importantes en la gasolina, lo que corresponde o explica la mayor parte del uso del pentano y el hexano en E.U.A. El hexano es un solvente de uso general no costoso para solvente de gomas, cementos para secado rápido de caucho, barnices, tintas y extracto de aceites de semillas.

NIOSH estima que en E.U.A., hay 2.5 millones de trabajadores potencialmente expuestos al hexano anualmente.

Los alcanos se absorben bien por inhalación y en menor grado, por la piel. Un 75% de la mayor parte de los alcanos inhalados se absorberá en reposo, disminuyendo a 50% con una labor física moderada.

## B) FATIGA.

La fatiga es uno de los fenómenos más claramente ligados al trabajo del hombre y, a la vez, el prototipo de reacción psicofisiológica del organismo humano.

*Está determinada como "disminución de la respuesta física o mental que sigue a un estímulo muy prolongado o frecuentemente repetido".*

Russel considera que es "la disminución de la capacidad para proseguir una actividad, producida por un ejercicio de ella misma, la cual puede compensarse por medio del descanso." Menciona que la fatiga no sólo afecta a la actividad que la produjo, sino que también influye en la capacidad en general.

Mucho en 1921 fue de los primeros en intentar definir lo referente a la fatiga y menciona: "Es una condición causada por la actividad, y el producto de ésta actividad tiende a ser relativamente bajo y la cantidad de fatiga tiende a variar en proporción directa a la disminución de la producción" (Milton y Blum, 1983).

Acercas de los últimos estudios sobre la fatiga, se pueden identificar tres periodos:

1. Durante la Primera Guerra Mundial, en Inglaterra se llevaron a cabo diversas investigaciones en empresas fabricantes de municiones; el principal interés se enfocaba en el nivel de productividad y la manera de

elevarlo, partiendo de la consideración de que el rendimiento del trabajador se encontraba limitado en alguna forma por la fatiga.

- II. Al término de la Segunda Guerra Mundial , se realizaron investigaciones sobre fatiga en el campo de la Aeronáutica Civil reconociendo sus efectos a través de cambios cualitativos en el desempeño, más que el sólo decremento de la producción. Asimismo se observó el rendimiento global, asociado a la incidencia de accidentes, dejando de lado las variables subjetivas que no cumplieran los requisitos de objetividad. Sin embargo, se dificultó la interpretación de los resultados dentro del contexto experimental, por considerar la influencia de variables dependientes del individuo, que fueron imposibles de controlar

Bartley y Chute enfatizaron la naturaleza compleja de este fenómeno al señalar que la fatiga se trata de un "estado autoreconocible, el cual contiene sentimientos de incapacidad para una tarea "

- III. Esta etapa corresponde a los estudios llevados a cabo en los últimos años. A éste periodo corresponden los estudios de Austin (1968), quien hace referencia a las dificultades y trastornos del sueño en trabajadores y postula éste hecho como indicador de fatiga, en especial de la fatiga acumulada. También se encuentran los estudios de Simonson, quien expuso la disyuntiva entre un fenómeno perceptual, derivado de la experiencia del individuo, y la incapacidad real que se observa por el decremento en el ritmo de productividad del trabajador.

### **CONCEPTO.**

Si se aplica tal término a la conducta humana, se observa que no existe una línea definida entre los aspectos fisiológicos y psicológicos que aparecen en el fenómeno conocido como "fatiga industrial". Así, Morales N. la define, como "*desgaste psicofísico ocasionado por el trabajo*". De ésta manera, se incluyen los factores psicológicos que un individuo pone en juego al realizar cualquier actividad, y se circunscribe tal efecto al ámbito industrial.

Si nos remitimos a la fatiga en su acepción primaria, tendría más la connotación fisiológica de agotamiento, es decir, falta de energía. Si se conceptúa como desgaste, se incluiría un factor subjetivo, así como un componente psicológico. De cualquier manera, el organismo presenta una respuesta psicofísica integral.

Algunos autores (Simonson, Bills), mencionan diversos tipos de fatiga:

- A) **Fatiga Fisiológica:** Pertenecce a la categoría de los procesos naturales que ocurren dentro del organismo y se hacen presentes durante la práctica de una tarea o bien poco después de concluirta. Se le asocia a menudo con el trabajo físico.
- B) **Fatiga Objetiva:** En relación con el concepto de rendimiento en el trabajo o productividad, depende de los resultados que el individuo obtenga por su actividad y se encuentra asociada tanto al trabajo físico, como a la actividad mental intensa.
- C) **Fatiga Subjetiva:** Conocida también como fatiga psicológica, ligada con el alertamiento y la percepción individual de la tarea. Se le asocia con el trabajo mental y desgaste psicológico.

Por su parte, C. Cameron considera a la fatiga como una respuesta generalizada de stress, entendido como respuesta individual al mismo. Propone asimismo que el concepto incluya los siguientes elementos:

1. Tiempo.
2. Tipo de Actividad
3. Cambios en la conducta humana. ( Ya sea nivel de rendimiento o calidad de desempeño.)

### **PROCESOS DE LA FATIGA.**

Actualmente no se ha llegado a una conclusión que satisfaga los requisitos mínimos de diversas aproximaciones teóricas, probablemente debido a:

1. Que los procesos metabólicos por sí solos no explican completamente el fenómeno de la fatiga.
2. Los procesos de los centros nerviosos son complejos y los enlaces de retroalimentación no pueden ser simulados en modelos parciales. No han sido considerados para el análisis sistemático e integral de la fatiga factores como la participación de diversas variables derivadas del propio organismo, condiciones de la tarea y del ambiente. Así, es frecuente encontrar que indistintamente se considera a la fatiga como causa o como efecto de cambios en el organismo y conducta del hombre.



Bartley y Clute postularon la diferencia entre fatiga aguda y fatiga crónica. La primera es aquella que se experimenta después de un esfuerzo, sobreexcitación o falta de sueño, este tipo de fatiga puede desaparecer posterior a un periodo de descanso. La fatiga crónica se refiere a un deterioro del rendimiento y no desaparece a pesar de los periodos de descanso habituales. Se menciona que existen en ella componentes psicológicos relacionados con la percepción del agotamiento y presión que el trabajador tenga respecto a sus actividades laborales, o cuando su puesto de trabajo exige un continuo estado de alerta.

Los resultados de los estudios llevados a cabo por psicólogos conductistas acerca de los efectos de la fatiga son explicables a través del fenómeno de Inhibición Reactiva, el cual establece la necesidad de alternancia durante los periodos de actividad (actividad-descanso o distracción de la tarea), con la finalidad de evitar que la tarea se convierta en un incentivo negativo.

Reconocida la fatiga como un fenómeno psicofisiológico, se plantea la necesidad de estudiarla como respuesta global del organismo, aceptando sus fundamentos biológicos.

### **MECANISMO FISIOLÓGICO DE LA FATIGA.**

Desde el punto de vista meramente fisiológico, la fatiga será secundaria al gasto de energía que se realiza para cumplir con diversas actividades del organismo, para lo cual es esencial el consumo de glucosa y oxígeno. Este proceso ocurre gracias a diversos mecanismos fisiológicos como el ciclo de Krebs y la cadena respiratoria, cuyos productos finales son respectivamente glucosa, agua y CO<sub>2</sub> y moléculas de ATP. Si en el organismo la demanda de oxígeno sobrepasa al disponible, este proceso se ve interrumpido, y el acarreo de electrones es llevado a cabo por el ácido pirúvico. El producto final de este proceso es el ácido láctico (lactato), cuya acumulación produce fatiga física.

El trabajo interno del organismo incluye el proceso de transporte activo, el cual es necesario para la conducción nerviosa y contracción muscular, acciones que se efectúan continuamente, aun durante periodos de descanso. De tal manera, la fatiga puede aparecer cuando un músculo consume energía más rápidamente de lo que tarda en recuperarse, o bien cuando la cantidad de productos de desecho metabólico sobrepasa a la capacidad de eliminarlos.

## **FACTORES SUBJETIVOS DE LA FATIGA.**

Uno de los modelos que pretenden explicar la fatiga considerando los componentes emocionales o subjetivos del individuo es el de Grandjean, quien menciona los siguientes

- a) **Cambios en el ciclo circadiano y factores cronoconductuales.** Evidente en los trabajadores con rotación de turnos, especialmente semanal y aquellos sometidos a cambios en el huso horario, como ocurre en personal aeronavegante.
- b) **Tipo de personalidad.** Algunos autores mencionan que las personas con rasgos de extroversión son más susceptibles al aburrimiento y por tanto a manifestaciones subjetivas de fatiga cuando realizan una actividad monótona de limitado desplazamiento social (Blume y Naylor). Asimismo, en los trabajadores con tendencia a la ansiedad, cualquier modificación a su actividad que aumente el grado de complejidad hará probable un menor desempeño y expresiones físicas de fatiga.
- c) **Interés individual hacia la tarea.** Dicho interés puede encaminarse hacia dos puntos: la tarea en sí misma o hacia las propias capacidades. Lo anterior se encuentra en relación con el nivel de aspiraciones del individuo, y esto es considerado como rasgo de personalidad.
- d) **Trastornos emocionales.** Pueden citarse tres patologías donde la fatiga se presenta como sintomatología crónica y subjetiva: episodio depresivo mayor, trastorno ciclotímico y trastorno distímico. Esto es explicado como una reacción derivada del desgaste de energía emocional causada por conflictos internos del individuo.

## **VALORACION DE LA FATIGA.**

Para determinar la fatiga de funciones intelectuales y perceptuales se utilizan indicadores tanto objetivos como subjetivos. Entre los primeros se encuentran: 1) la frecuencia de fusión de vibración (FF), es la frecuencia a la cual el individuo ya no aprecia la intermitencia entre los estímulos luminosos que se funden en una superficie. Para tener valores comparables, se requiere de una adaptación igual de los dos ojos y estimular un punto de la retina al repetir la medición. Se observó que la FF ascendió cuando la tarea era compleja o estresante para el sujeto, por lo que se establece la necesidad de controlar dichas variables para la

adecuada asociación de FF y fatiga. 2) Determinación de Límite Superior Acústico, en el cual se ha observado disminución después de un trabajo considerado como fatigoso.

Entre los indicadores subjetivos de fatiga se menciona la Prueba de Yoshitake, que consta de 30 reactivos de respuesta sencilla y breve, útil para valorar la fatiga física, mental y mixta. Sin embargo, este indicador está fuertemente influido por la apreciación individual, de la cual se habló anteriormente.

Actualmente los métodos y técnicas de medición de fatiga no pueden ser considerados directos, ya que lo que puede evaluarse no es en sí la fatiga, sino las manifestaciones de la misma.

## **C) RELACIÓN DISOLVENTES ORGÁNICOS / FATIGA.**

Existe una correlación positiva a marcadores de fatiga en trabajadores expuestos a mezclas de disolventes orgánicos de acuerdo a la prueba para perfiles de estado de ánimo (POMS), que consta de 56 reactivos de factores anímicos(1).

Los trabajadores con exposición prolongada a disolventes orgánicos reportan síntomas tales como fatiga, trastornos de la memoria, irritabilidad, disturbios del sueño y dificultades en la concentración (2,5) , destacando con mayor frecuencia depresión, ansiedad, confusión y alteraciones somáticas tales como cacosmia(3) ; sin embargo no se encontraron alteraciones de rendimiento en una batería de pruebas neuroconductuales (4). La fatiga como síntoma derivado de exposición a disolventes orgánicos ha sido reportada también en los trabajadores (pintores e impresores) expuestos a pinturas en spray con base de disolventes que contiene más del 50% de xileno(6) . Aunado a esto, el xileno incrementa los niveles séricos de enzimas hepáticas y disminución del citocromo P450 en pulmón. Estos datos han sido obtenidos a partir de grupos ocupacionales tales como pintores e impresores, quienes tienen un patrón de exposición a mezclas de disolventes orgánicos (7).

Con otros disolventes como el tolueno, se reporta aturdimiento, cefalea y fatiga a concentraciones de 50 a 100 ppm. (8). La metil isobutil cetona a una concentración de 410 mg/m<sup>3</sup> (100 ppm) puede inducir fatiga, irritación conjuntival, cefalea, náusea, aturdimiento, lo que corresponde a un efecto depresor reversible sobre el sistema nervioso central. (9)

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

¿Existe diferencia en el índice de fatiga de trabajadores expuestos y no expuestos a hexano en un taller de mantenimiento de aeronaves?

## **III. OBJETIVOS.**

### **General :**

1. Determinar si existe diferencia entre el índice de fatiga en trabajadores expuestos y no expuestos a hexano en una base de mantenimiento de aeronaves comerciales.

### **Específicos :**

- 1.1 . Evaluar índices de fatiga mediante indicadores subjetivos (prueba de Yoshitake) en ambos grupos.
- 1.2 Determinar la concentración ambiental de hexano en las áreas de estudio, comparándolas con los TLV.
- 1.3 Establecer la diferencia entre ambos grupos.

## **IV. HIPÓTESIS.**

Existe un mayor índice de fatiga en los trabajadores expuestos a hexano que en los no expuestos dentro de una base de mantenimiento de aeronaves comerciales.

## V. MATERIAL Y MÉTODOS.

Se realizará un estudio observacional, comparativo, transversal y prospectivo dentro de un límite de tiempo de 3 meses (Julio a septiembre de 1996) abarcando un universo poblacional de la Base de Mantenimiento de una empresa de capital nacional dedicada al transporte aéreo comercial ubicada al oriente de la Ciudad de México.

Para la elaboración del diagnóstico se procederá de acuerdo al modelo obrero italiano, el cual incluye un formulario guía aplicado como encuesta a los trabajadores y la realización de un mapa de riesgos. Para la aplicación de la encuesta se considerará una muestra representativa de acuerdo a la que corresponda a un nivel de confianza del 95%, para la estimación de riesgo relativo con precisión relativa específica en estudios de cohorte. Para la realización del mapa de riesgos nos valdremos en primera instancia del reconocimiento sensorial, basado en lo que determina el Manual de Visitas del Centro Nacional de Medicina de Aviación.

Dado que se consideró relevante la exposición a disolventes, se realizarán monitoreos individuales con determinaciones puntuales durante el periodo considerado como de exposición máxima dentro de la jornada laboral a una muestra de la población, cuyo tamaño se determinará con base en lo reglamentado por la NOM-010-STPS-1993.

Se utilizarán 4 bombas gravimétricas de bajo flujo, modelo 222-3 de SKC INC, Eighty Four, Pa. 15330 U.S.A., con sus correspondientes tubos de carbón activado Lot-107 Cat. No. 226-01, de SKC INC.

Para obtener la concentración de disolvente en el volumen de aire muestreado se utilizará la fórmula:

mg

(1)

$(CF - CI) (FB) (STPD)$

Donde: mg = concentración de disolvente determinada por gasometría de gases en la muestra.  
CF = cuenta final de la bomba.  
CI = cuenta inicial de la bomba.  
FB = factor de la bomba.  
STPD = factor de corrección de presión y temperatura. Presión std: 535 mm Hg

Para la determinación del índice de fatiga, los investigadores aplicarán la prueba de Yoshitake, que consta de 30 reactivos, donde el trabajador marcará la casilla correspondiente a sí o no. Dicha prueba será efectuada al final de la jornada laboral en los respectivos puestos de trabajo.

n.r.a.

Se aplicará la fórmula:  $IF = \frac{n.r.a.}{N}$ ; donde IF= índice de fatiga

(2) n.r.a.= número de respuestas afirmativas

N

N = número de reactivos (cte. 30)

Se calificará la fatiga de acuerdo al índice resultante como *inexistente, leve, moderada o severa* de acuerdo a la escala:

|              |             |
|--------------|-------------|
| INEXISTENTE: | 0 - 0.13    |
| LEVE:        | 0.16 - 0.33 |
| MODERADA:    | 0.36 - 0.66 |
| SEVERA:      | 0.7 - 1.0   |

El análisis se llevará a cabo empleando funciones de estadística inferencial no paramétrica (*chi cuadrada, r de Pearson*) mediante el programa STPSS.

## CRITERIOS DE INCLUSIÓN PARA GRUPO DE EXPUESTOS

- Trabajadores de sexo masculino
  - Trabajadores ubicados en puestos de trabajo donde exista exposición a disolventes orgánicos (hexano)
- Uno o más años de exposición laboral a disolventes orgánicos.
- Edad de 20 o más años.

## CRITERIOS DE INCLUSIÓN PARA GRUPO DE NO EXPUESTOS.

IDEM a) y d), excepto b) y c).

**CRITERIOS DE EXCLUSIÓN :**

Los que no cumplan los criterios de inclusión.

**CRITERIOS DE ELIMINACIÓN :**

- a) Trabajadores que deseen abandonar el estudio.
- b) Trabajadores que sean dados de baja de la empresa por cualquier causa.
- c) Determinación de Variables

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## DETERMINACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLE                                 | DEFINICIÓN CONCEPTUAL  | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | INDICADOR | ESCALA DE MEDICIÓN   |
|--|--|--|-----------|--|
| <b>A. Determinísticas :</b>              |  |  |           |  |
| 1. Edad                                  | Tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento   | IDEM   | escalar   | años cumplidos   |
| 2. Sexo                                  | Condición orgánica que distingue al hombre de la mujer, determinada por el genotipo                                    | Características físicas externas y aparentes (fenotipo), que diferencian al hombre de la mujer   | nominal   | masculino<br>o<br>femenino   |
| <b>B. Dependientes :</b>                 |  |  |           |  |
| 1. Fatiga                                | "diminución de la respuesta física o mental que sigue a un estímulo muy prolongado o frecuentemente repetido".         | "deseaste psicofísico ocasionado por el trabajo".  | Nominal   | presente<br>o<br>ausente   |
| 2. Índice de Fatiga                      | Numero que indica el grado de fatiga   | Valor numérico asignado al desgaste psicofísico ocasionado por el trabajo. Obtenido mediante la aplicación de la Prueba de Vosbitak y posteriormente la fórmula :<br>$IF = \frac{N - n}{N}$<br>Donde n= número de respuestas afirmativas ; N= total de reacciones (30).  | Escalar   | INEXISTENTE: 0 - 0.13<br>LEVE: 0.13 - 0.16 -<br>MODERADA: 0.16 - 0.36 -<br>SEVERA: 0.36 - 0.7 -<br>1.0 |
| <b>C. Independientes</b>                 |  |  |           |  |
| 1. Exposición crónica                    | contacto laboral con disolventes orgánicos durante 1 año o más , por dos o más horas diarias en la jornada de trabajo. | IDEM   | Escalar   | Años   |
| 2. Hexano                                | Hexafluorociclohexano que contiene en su molécula seis átomos de carbono en forma lineal.                              | hidrocarburo más o alifático-saclico (grupo "aromas") .<br>Insoluble en agua, soluble en disolventes polares como éter, tetracloruro de carbono o ligroína. Menos denso que el agua ; punto de fusión -10 grados centígrados, punto de ebullición 68.9 grados centígrados , umbral de olor 130 (ppm) ; índice de evaporación 1.9 | Escalar   | partes por millón (ppm)  |
| <b>D. Extraños</b>                       |  |  |           |  |
| 1. Hexano                                | alquilbenzeno formado por unidades de hexano y aromáticas.   |  | Escalar   | Partes por millón (ppm)  |
| 2. Mezcla de otros disolventes orgánicos | Combinación homogénea de diferentes disolventes orgánicos volátiles.   | IDEM   | Escalar   | Partes por millón (ppm)  |



## **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO :**

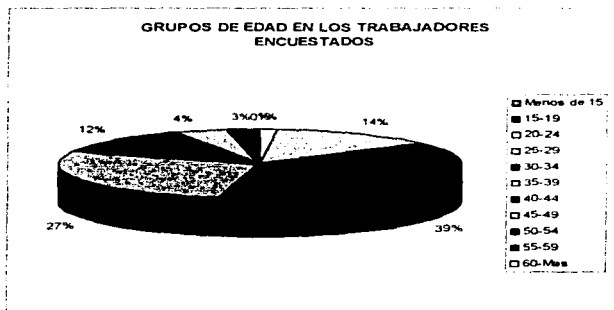
- a) **Se realizó el estudio de campo de la empresa para conocer sus datos generales y los procesos de producción de la misma**
- b) **Se visitó a la empresa en varias ocasiones haciendo un recorrido en las diferentes áreas de trabajo donde esté presente el agente a estudiar. Se conocerán los diversos puestos de trabajo, la distribución del personal, la identificación de agentes ambientales y las condiciones de trabajo**
- c) **Se efectuó un cuestionario clínico a los trabajadores expuestos a disolventes orgánicos, donde se incluyeron reactivos para identificación de otros riesgos laborales, y la prueba de Yoshitake para evaluación de fatiga.**
- D) **Se realizó un monitoreo ambiental de tipo personal en el área del trabajador expuesto.**

## RESULTADOS.

Se realizó un estudio observacional, comparativo, transversal y prospectivo dentro de un límite de tiempo de 3 meses (julio a septiembre de 1996) que abarcó un universo poblacional de 242 trabajadores.

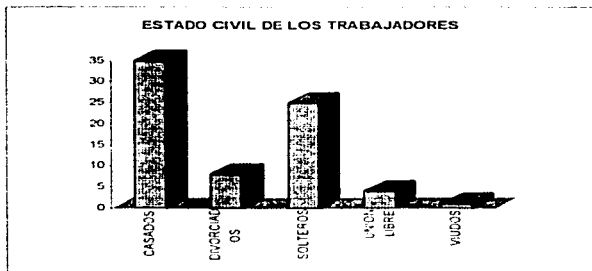
Para la aplicación de la encuesta se consideró una muestra representativa de 73 trabajadores.

De acuerdo a los datos obtenidos en la encuesta, tenemos que el 39% de la población encuestada se encuentra entre los 30 y 34 años de edad, por lo que nos damos cuenta que la mayoría de los trabajadores son jóvenes.



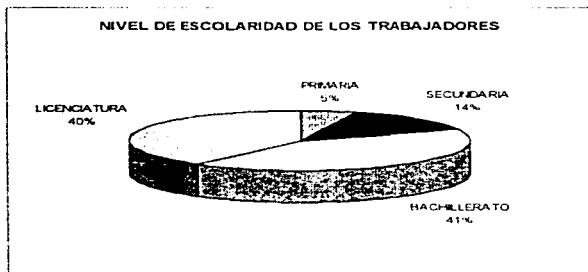
Fuente: Encuesta realizada a los trabajadores de la Base de Mantenimiento de la CMA, S.A. de C.V. por las Dras. García Galvez y Avalos Picon. Septiembre, 1996.

En lo que respecta al estado civil de la población en general el 25 % de los trabajadores son casados y el 18.5% son solteros.



Fuente: Encuesta realizada a los trabajadores de la Base de Mantenimiento de la CMA S.S de C.V. por las Dras. García Galvez y Avalos Picon, Septiembre 1996.

El nivel de escolaridad que predomina dentro de la población encuestada es el bachillerato con 41% siguiendo del nivel licenciatura con un 40 %



Fuente: Encuesta realizada a los trabajadores de la Base de Mantenimiento de la CMA S.S de C.V. por las Dras. García Galvez y Avalos Picon, Septiembre 1996.

Dado que se considero relevante la exposicion a solventes, se realizaron monitoresos individuales a una muestra de la poblacion, cuyo tamaño se determinó con base en lo reglamentado por la NOM-010-STPS-1993, obteniendose medidas de tendencia central (promedio, desviacion estandar y varianza ) en los rubros de edad, antigüedad en puesto e índice de fatiga

El grupo de expuestos conformados por 42 trabajadores con un promedio de edad de 30.82 años, desviacion standard de 5.04 y varianza de 25.41. Con una antigüedad promedio de 7.2 años, 4.72 de desviacion standard y 22.28 de varianza, así como un índice de fatiga promedio de 0.36, desviacion standard de 0.15 y 0.02 de varianza

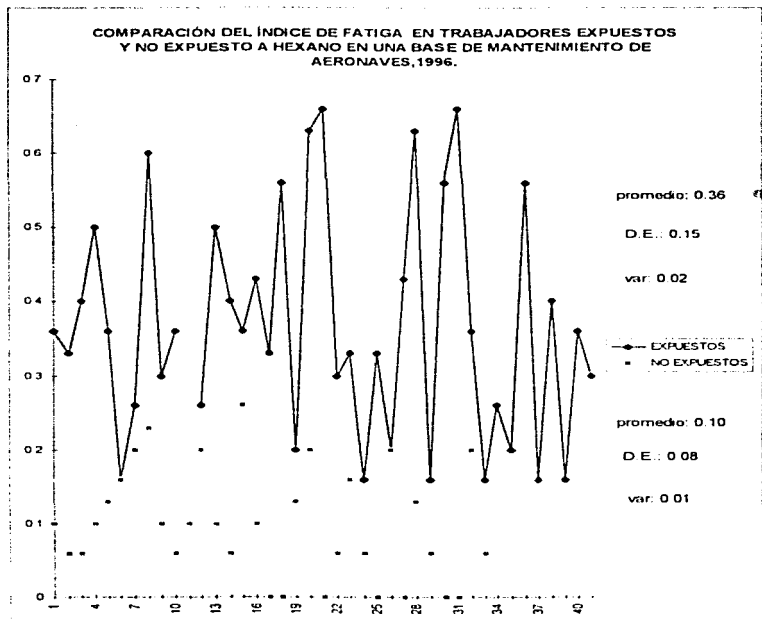
| <b>EXPUESTOS</b>        | <b>PROMEDIO</b> | <b>DESVIACIÓN STAND</b> | <b>VARIANZA</b> |
|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| <b>EDAD</b>             | 30.82           | 5.04                    | 25.41           |
| <b>ANTIG. PUESTO</b>    | 7.2             | 4.72                    | 22.28           |
| <b>INDICE DE FATIGA</b> | 0.36            | 0.15                    | 0.02            |

En lo que respecta al grupo de no expuestos siendo este un total de 33 trabajadores, encontramos que la **edad promedio** es de 33.97 años. Con una desviación standard de 6.20 y una varianza de 38.47. Antigüedad promedio de 7.71 años, con una desviación standard de 5.04 y varianza de 25.41. Siendo el promedio de índice de fatiga de 0.10 desviación standard de 0.08 y una varianza de 0.01.

| <b>NO EXPUESTOS</b>     | <b>PROMEDIO</b> | <b>DESVIACIÓN STAND.</b> | <b>VARIANZA</b> |
|-------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|
| <b>EDAD</b>             | 33.97           | 6.20                     | 38.47           |
| <b>ANTIG. PUESTO</b>    | 7.71            | 5.04                     | 25.41           |
| <b>INDICE DE FATIGA</b> | 0.10            | 0.08                     | 0.01            |

De acuerdo a lo mencionado, encontramos que el índice de fatiga observado en el grupo expuesto a los solventes se encuentra dentro de la calificación moderada siendo que en el grupo de no expuestos se encuentra inexistente el índice de fatiga

A continuación se muestra una grafica comparativa del indice de fatiga del grupo no expuesto y del expuesto



Durante el monitoreo ambiental realizado se detectaron concentraciones ambientales de hexano en promedio de 0.000267623 ppm, por lo cual se observa que se encuentra muy por debajo de las normas internacionales, ya que el TLV para el hexano es 100ppm

Al correlacionar las variables tenemos el siguiente cuadro

### **FATIGA**

|                      | <b>MODERADA, SEVERA</b> | <b>INEXISTENTE, LEVE</b> |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| Exposición a Hexano  | 23                      | 17                       |
| No expuesto a Hexano | 0                       | 33                       |

De acuerdo a lo anterior, se obtuvo una  $p < 0.001$ , con una  $r$  de Pearson para exposición a hexano de 0.034949975 ; por tanto, se acepta la hipótesis enunciada.

La prueba aplicada tiene un RR de 1.95 y un Riesgo Atribuible = 0.575.

## **DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

Como se observo en los resultados presentados, tenemos una correlacion directa entre la concentración de hexano e indice de fatiga, confirmandolo con una  $r$  de Pearson positiva y una  $p < 0.001$

Cabe destacar que la concentración de hexano no se encontro ni a un 50% de su TLV, siendo éste de 100 ppm. Sin embargo, es importante el indice de fatiga encontrado en los expuestos

El riesgo relativo obtenido nos indica que es 1.95 veces mas probable encontrar fatiga en los trabajadores expuestos a hexano que en lo no expuestos, con una magnitud de asociación dada por el riesgo atribuible de 0.575.

## CONCLUSIONES.

La investigación se realizó en una empresa mexicana, con trabajadores jóvenes.

Puede concluirse que a mayor concentración de hexano aumenta el índice de fatiga en los trabajadores expuestos, quedando lo anterior demostrado estadísticamente con una  $p$  significativa de 0.001 y una  $r$  de Pearson positiva de 0.024.

En vista de los resultados obtenidos, a la exposición a hexano puede atribuirse la presentación de fatiga en el 50% de los trabajadores expuestos, así como el hecho de que éstos tienen 2 veces más probabilidades de presentar fatiga que los no expuestos. Cabe mencionar que la fatiga se refiere aun cuando los niveles de hexano no alcanzan ni el 50% de su TLV (100 ppm).

Además, no se descarta que el índice de fatiga sea mayor por causas ajenas a la cuestión laboral, por lo que se haría la consideración de que en otra línea de investigación, se toman en cuenta factores psicosociales, ergonómicos, biológicos, etc. de los trabajadores.

Sin embargo, cabe mencionar que la fatiga referida por los trabajadores no se acompañaba de datos objetivos (clínicos).

Es por lo anterior que se sugiere para estudios futuros incluir otro tipo de variables que puedan influir en el índice de fatiga.



**COMPañA MEXICANA DE AVIACION, S.A.**  
**GERENCIA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL**  
**CUESTIONARIO DE IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO A LA SALUD**



**C IDENTIFICACION:**

**SEXO** \_\_\_\_\_ **PUESTO** \_\_\_\_\_ **ANTO EN PUESTO** \_\_\_\_\_ **AÑO** \_\_\_\_\_ **JORNADA** \_\_\_\_\_  
**EDAD** \_\_\_\_\_ **mes** **ESTATURA** \_\_\_\_\_ **mts** **PESO** \_\_\_\_\_ **kg** **TIRNO** \_\_\_\_\_

**II. FACTORES DE RIESGO PERSONAL**

1. ¿Tiene antecedentes clínicos con alguno(s) de los siguientes padecimientos?  
 a) Diabetes mellitas   
 b) Hipertensión arterial   
 c) Sordera   
 d) Neumonia
2. ¿Se sabe portador de alguna(s) de las siguientes enfermedades?  
 a) Diabetes mellitas   
 b) Hipertensión arterial   
 c) Sordera   
 d) Neumonia
3. ¿Fumó alguna vez? ¿desde hace cuánto tiempo?  
 Menos de 1 año  De 1 a 15 años  Más de 15 años
4. ¿Consumió alguna vez?  Fumar  Ingerir bebidas alcohólicas   
 Níquel
5. ¿Es usted alérgico? ¿desde qué edad?  
 Antes de los 15 años  De 15 a 19  Después de los 20
6. ¿Habita en una zona residencial?  
 a) Ha tomado medicamentos como gentamicina?  SI  NO  
 b) Ha tomado antibióticos como ampicilina?   
 c) ¿Padece rinitis o sinusitis?   
 d) ¿Padece faringitis?   
 e) ¿Sordera?   
 f) ¿Neumonía?   
 g) ¿Neumonía aguda?   
 h) ¿Neumonía crónica?

**III. FACTORES DE RIESGO LABORAL**

12. ¿Trabaja en una zona residencial?  SI  NO
13. ¿Es usted alérgico? ¿Desde cuánto tiempo?  
 Menos de 1 año  De 1 a 15 años  Más de 15 años
14. ¿Ha usado alguna vez algún tipo de respirador? ¿En qué ocasión?  
 a) En un momento de trabajo para evitar el contacto con el agente de riesgo   
 b) Por un momento de trabajo   
 c) Nunca   
 d) Otro momento
15. ¿Ha usado alguna vez algún tipo de mascarilla?  
 a) En un momento de trabajo  SI  NO  
 b) Por un momento de trabajo   
 c) Nunca   
 d) Otro momento
16. ¿Ha usado alguna vez algún tipo de respirador?  
 a) En un momento de trabajo  SI  NO  
 b) Por un momento de trabajo   
 c) Nunca   
 d) Otro momento

17. ¿Sección de trabajo tapado?  SI  NO  
 18. ¿Olor de ozono?   
 19. ¿Utiliza correctamente su equipo de protección?   
 20. ¿Ha trabajado con solventes anteriormente?   
 21. ¿En caso afirmativo, durante cuánto tiempo?  
 Menos de 1 año  De 1 a 5 años  Más de 5 años
22. ¿En su puesto de trabajo actual se encuentra expuesto a solventes?  SI  NO
23. ¿En caso afirmativo, durante cuánto tiempo de la normal labor se encuentra expuesto a solventes?  
 Más de 2 hrs  1 a 2 hrs  2 a 4 hrs  Menos de 2 hrs
24. ¿Desde hace cuánto tiempo?  
 Menos de 1 año  De 1 a 5 años  Más de 5 años
25. ¿Además de sus labores ha experimentado:  
 a) Dolor de cabeza  SI  NO  
 b) Mareo   
 c) Irritabilidad   
 d) Somnolencia   
 e) Trastorno   
 f) Nerviosismo   
 g) Dolor en los ojos   
 h) Perforación de membranas   
 i) Deficiencia para respirar
26. ¿En su puesto de trabajo se encuentra expuesto a otros agentes?  
 a) Sí  No
27. ¿Comanda o adquiere los respiradores utilizados para trabajos de mantenimiento?
28. ¿Ha trabajado anteriormente en ambiente con polvo o fibra de vidrio?   
 29. ¿En caso afirmativo, durante cuánto tiempo?  
 Menos de 1 año  De 1 a 5 años  Más de 5 años   
 30. ¿En su puesto de trabajo se encuentra expuesto a polvo o fibra de vidrio?  SI  NO  
 31. ¿En caso afirmativo, desde hace cuánto tiempo?  
 Menos de 1 año  De 1 a 5 años  Más de 5 años   
 32. ¿En su puesto de trabajo se encuentra expuesto a otros agentes?  
 Más de 2 hrs  1 a 2 hrs  2 a 4 hrs  Menos de 2 hrs

14. ¿Durante el último año ha padecido alguna de las siguientes enfermedades?

- |  | SI                       | NO                       |
|--|--------------------------|--------------------------|
| a) Cerebro o estado en coma            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Dermatitis                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Infecciones respiratorias           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d) Fiebre o por lo menos una gripa     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e) Heridas superficiales por laceras   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| f) Entes de más de 3 meses de duración | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| g) Infección de flujo o virgama        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

15. ¿En cuántas ocasiones?

Nunca  De 1 a 3 veces  Más de 3 veces

16. ¿Utiliza el equipo de protección correctamente (tiempo a tiempo)?

SI  NO

17. ¿Consume medicamentos sin ser aconsejado a los materiales de trabajo?

SI  NO

18. ¿Que recomendación de seguridad más frecuentemente se le da en su trabajo?

A) FLECHA DE LOS B) EXTENSION DE

- |            | SI                       | NO                       |
|------------|--------------------------|--------------------------|
| a) Señales | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Señales | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Señales | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d) Señales | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

19. ¿Ha tenido lesiones en su trabajo?

SI  NO

20. ¿En caso afirmativo, ¿ocurrió en su puesto actual?

SI  NO

21. ¿En que año ocurrió?

DE: PIB.  (SENTADO)

22. ¿Se venía acostumbrado a las mismas lesiones?

SI  NO

23. En caso afirmativo, ¿de que tipo? FAMILIAR  LABORAL

24. ¿Considera que en su trabajo el tiempo de que dispone durante la jornada de trabajo para hacer o hacer una labor?

SI  NO

25. ¿Le enseñan alguno de los siguientes temas? (marque todos al final de la lista de temas)

- |  | SI                       | NO                       |
|--|--------------------------|--------------------------|
| a) Primeros auxilios                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Señales de tráfico                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Señales de los puentes                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d) Normas de seguridad                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e) Criterios de selección de materiales  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| f) Empujar o arrastrar                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| g) Vida o muerte                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| h) Manos y brazos en los mismos momentos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

26. Importancia al usar en un momento

27. Necesidad de usar un casco

- |                                     |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a) Indefinida en general            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Comucha al trabajar              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Nerviosismo                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d) Los ojos de los conductores      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e) No tener interés en las cosas    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| f) Moverse fácilmente los cables    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| g) No tener confianza en el sistema | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| h) Algunos materiales a utilizar    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| i) Incapaz de controlar su postura  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- |                             |                          |                          |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| j) Falta de protección      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| k) Exceso de velocidad      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| l) Ruido de los hornos      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| m) Exceso de velocidad      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| n) Dificultad para respirar | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| o) Mucha luz                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| p) Voz ruidosa              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| q) Condiciones              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| r) Equipos inadecuados      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| s) Falta de capacitación    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| t) Señales de advertencia   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

28. De las siguientes recomendaciones o condiciones, califique en orden de importancia del 1 al 7 (donde el 1 es el más importante y el 7 el menos importante) en su puesto de trabajo

a) Señales (Marque todas las que considere necesarias)

Señales de tráfico  Señales de los puentes  Señales de advertencia

b) Plataformas

c) Herramientas de mano

d) Herramientas de mano

e) Señales de advertencia en el piso

f) Falta de orden

g) Otro (especificar)

29. A continuación se muestran un listado de recomendaciones que usted debería hacer para mejorar las condiciones de seguridad en su puesto de trabajo

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

| N° TRAB. | CUENTA  | CUENTA  | FACTOR DE BOMBA | PRESION       | TEMP. | MG          | RESULTADO |
|----------|---------|---------|-----------------|---------------|-------|-------------|-----------|
|          | FINAL   | INICIAL |                 |               |       | HEXANO      | FINAL     |
| 1        | 952 407 | 931,964 | 0.465           | 83 415 105 17 | 15    | 1 37469E-07 | 12 965 9  |
| 2        | 957 482 | 952 817 | 0.465           | 29 136 922 33 | 23    | 3 1521E-10  | 49 392 13 |
| 3        | 18 227  | 32,761  | 0.465           | 15 010 245 90 | 12    | 1 66603E-10 | 25 652 54 |
| 4        | 18 906  | 18,310  | 0.465           | 1 783 365 99  | 11    | 5 88784E-08 | 3 348 54  |
| 5        | 24 917  | 18,917  | 0.465           | 26,114 400 00 | 16    | 4 84713E-08 | 44 640 00 |
| 6        | 29 987  | 24,987  | 0.465           | 17 631 625 00 | 13    | 1 0429E-06  | 10 125 00 |
| 7        | 34 901  | 29,901  | 0.465           | 19 041 750 00 | 14    | 1 61431E-07 | 12 950 00 |
| 8        | 41 223  | 34 955  | 0.454           | 20 167 342 24 | 12    | 2 07915E-07 | 34 474 94 |
| 9        | 46 333  | 41,283  | 0.454           | 21 459 672 00 | 15    | 3 1521E-09  | 15 682 20 |
| 10       | 50 466  | 46,398  | 0.454           | 11 884 621 32 | 11    | 2 33327E-08 | 20 745 59 |

| N° TRAB. | CUENTA  | CUENTA  | FACTOR DE BOMBA | PRESION    | TEMP. | MG          | RESULTADO  |
|----------|---------|---------|-----------------|------------|-------|-------------|------------|
|          | FINAL   | INICIAL |                 |            |       | HEXANO      | FINAL      |
| 11       | 175 857 | 159,314 | 0.457           | 113 402 27 | 15    | 7 11131E-09 | 113 402 27 |
| 12       | 175 841 | 175 051 | 0.457           | 39 731 58  | 23    | 7 32714E-09 | 23 731 58  |
| 13       | 138 548 | 139 649 | 0.457           | 103 642 12 | 12    | 4 61813E-10 | 103 642 12 |
| 14       | 235 542 | 169 561 | 0.457           | 30 966 49  | 11    | 1 93704E-10 | 30 966 49  |
| 15       | 212 148 | 205,614 | 0.457           | 47 776 61  | 16    | 1 45306E-07 | 47 776 61  |
| 16       | 217 723 | 212 298 | 0.457           | 24 709 15  | 14    | 7 20602E-10 | 24 709 15  |
| 17       | 223 746 | 217 801 | 0.457           | 35 319 25  | 13    | 2 36185E-08 | 35 319 25  |
| 18       | 229 759 | 223,799 | 0.457           | 43 872 00  | 16    | 5 03797E-09 | 43 872 00  |
| 19       | 235 143 | 229,015 | 0.457           | 25 778 46  | 11    | 1 81693E-09 | 25 778 46  |
| 20       | 241 210 | 235 250 | 0.457           | 32 904 00  | 12    | 2 72871E-09 | 32 904 00  |

| N° TRAB. | CUENTA FINAL | CUENTA INICIAL | FACTOR DE BOMBA | PRESION        | TEMP. | MG HEXANO    | RESULTADO FINAL |
|----------|--------------|----------------|-----------------|----------------|-------|--------------|-----------------|
| 21       | 246 405      | 241,301        | 0 457           | 57 320 45      | 13    | 2'852462 1   | 33,569 35       |
| 22       | 784 258      | 756,677        | 0 461           | 111,572 729 73 | 15    | 7 86393E-09  | 193 722 62      |
| 23       | 791 133      | 784,304        | 0 461           | 31,308,540 71  | 17    | 1 59701'E-10 | 53,516 87       |
| 24       | 791 275      | 791,140        | 0 461           | 830 764 45     | 22    | 7 36612E-08  | 1 366 17        |
| 25       | 810 253      | 803,424        | 0 461           | 20 258 487 52  | 11    | 1 67831E-10  | 34 622 86       |
| 26       | 797 420      | 791,294        | 0 461           | 18,172 361 41  | 11    | 2 '6234E-09  | 31,064 65       |
| 27       | 803 419      | 797,420        | 0 461           | 21,021 324 10  | 13    | 3 36631E-09  | 35,952 01       |
| 28       | 823 350      | 813,708        | 0 461           | 15 022 533 24  | 12    | 1 1343E-08   | 25 675 54       |
| 29       | 824 750      | 823,281        | 0 461           | 5,244 264 51   | 14    | 5 90394E-07  | 8 964 61        |
| 30       | 832 530      | 824 750        | 0 461           | 23 079 642 30  | 11    | 2 1664'E-10  | 39 452 39       |

| N° TRAB. | CUENTA FINAL | CUENTA INICIAL | FACTOR DE BOMBA | PRESION       | TEMP | MG HEXANO   | RESULTADO FINAL |
|----------|--------------|----------------|-----------------|---------------|------|-------------|-----------------|
| 31       | 834 306      | 832 537        | 0 461           | 6 201 945 65  | 13   | 3 73888E-09 | 13 621 62       |
| 32       | 835 704      | 834 315        | 0 461           | 5 244 264 51  | 14   | 1 10463E-07 | 8 14 61         |
| 33       | 835 730      | 835 704        | 0 461           | 24 141 72     | 12   | 2 88917E-06 | 142 83          |
| 34       | 843 114      | 835 744        | 0 461           | 25 828 519 85 | 13   | 4 65584E-08 | 44 56 41        |
| 35       | 972 666      | 957 491        | 0 406           | 43 250 571 00 | 12   | 1 27166E-10 | 7 332 60        |
| 36       | 974 413      | 972 731        | 0 406           | 8 758 320 04  | 22   | 6 28526E-08 | 15 022 62       |
| 37       | 990 907      | 974 442        | 0 406           | 18 426 325 63 | 12   | 1 43276E-09 | 51 497 43       |
| 38       | 3 359        | 247            | 0 406           | 7 971 373 11  | 11   | 7 0254E-10  | 13 425 77       |
| 39       | 11 141       | 3 404          | 0 406           | 25 726 908 18 | 14   | 7 92953E-09 | 43 977 11       |
| 40       | 19 775       | 11 141         | 0 406           | 24 627 336 08 | 12   | 1 0403'E-09 | 42 064 85       |

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ohnishi-A; Mori-K; Kohriyama-K; Miyata-M; Murai-Y; Ikeda-M Japanese translation of profile of mood states (POMS)--interpretation of the fifty-six items of mood factors and their application in a manufacturing automotive parts factory. Sangyo-Ika-Daigaku-Zasshi; VOL 15, ISS 2, 1993, P147-54
2. Edling-C; Lindberg-A; Ulfberg-J. Occupational exposure to organic solvents as a cause of sleep apnoea. Br-J-Ind-Med; VOL 50, ISS 3, 1993, P276-9
3. Morrow-LA; Kamis-H; Hodgson-MJ. Psychiatric symptomatology in persons with organic solvent exposure. J-Consult-Clin-Psychol; VOL 61, ISS 1, 1993, P171-4
4. Otto-D; Hudnell-HK; Prah-J. Methodological Issues in Human Exposure Studies of Low Level Solvent Mixtures. Govt Reports Announcements & Index (GRA&I), Issue 24, 1992
5. Ng-TP; Ong-SG; Lam-WK; Jones-GM. Neurobehavioural effects of industrial mixed solvent exposure in Chinese printing and paint workers. Neurotoxicol-Teratol; VOL 12, ISS 6, 1990, P661-4
6. Ruijten-MW; Hooisma-J; Brons-JT; Habets-CE; Emmen-HH; Mulijser-H. Neurobehavioral effects of long-term exposure to xylene and mixed organic solvents in shipyard spray painters. Neurotoxicology; VOL 15, ISS 3, 1994, P613-20
7. Bell-GM; Shillaker-RO; Padgban-MDJ; Standring-P Xylenes. HSE Toxicity review; 26, 166 p, 1992
8. Bell-GM; Battershill-JM; Shillaker-RO. Toluene. HSE Toxicity review; 20, 265 p, 1989
9. WHO-working-group. Methyl isobutyl ketone. Environmental Health Criteria; 117, 79 p, 1990

10. Ohnishi-A; Mori-K; Fujishiro-K; Kohriyama-K; Miyata-M; Murai-Y; Ikeda-M. Application of neurobehavioral tests in a manufacturing automotive parts factory Sangyo-Ika-Daigaku-Zasshi; VOL 17, ISS 3, 1995, P165-72
11. Martinez-KF; Boudreau-Y; Smith-SS; Krake-A. Health Hazard Evaluation Report HETA 92-0028-2501, CTL Aerospace, Inc., Cincinnati, Ohio. Govt Reports Announcements & Index (GRA&I), Issue 23, 1995
12. Burkhart-JE; Parker-JE. Health Hazard Evaluation Report HETA 94-0373-2480, Suffolk County Courthouse, Boston, Massachusetts. Govt Reports Announcements & Index (GRA&I), Issue 13, 1995
13. Heuser-G; Mena-I; Alamos-F. NeuroSPECT findings in patients exposed to neurotoxic chemicals. Toxicol-Ind-Health; VOL 10, ISS 4-5, 1994, P561-71
14. Escalona-E; Yanes-L; Feo-O; Maizlish-N. Neurobehavioral evaluation of Venezuelan workers exposed to organic solvent mixtures. Am-J-Ind-Med; VOL 27, ISS 1, 1995, P15-27
15. Burkhart-JE; Parker-JE. Health Hazard Evaluation Report HETA 94-0373-2480, Suffolk County Courthouse, Boston, Massachusetts. Govt Reports Announcements & Index (GRA&I), Issue 13, 1995.
16. Secretaria del Trabajo y Previsión Social. NOM-010-STPS-1993. Relativa 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 medio ambiente laboral.
17. Instituto Mexicano del Seguro Social. IV Curso de Investigación de Factores Humanos en Accidentes de Aviación. Manual 1992, Capítulos IV y V.
18. Organización Interamericana de la Seguridad Social ; Servicio Social de Higiene y Seguridad del Trabajo de España. IV Congreso Interamericano de Prevención de Riesgos Profesionales. Prevención de Los Riesgos de trabajo en el Transporte. Caracas, Venezuela. Octubre 1991, pp 43-5.

19. Vaalavirta, L. ; Tahti,H. Effects of selected organic solvents on the astrocyte membrane ATPase in vitro. Clin.Exp.Pharmacol-Physiol. 1995 Apr, 22(4) : 294-4.
  20. Stevenson, A. ; Yaqoob,M. ; Mason,H. ; Pai, P. Biochemical markers of basement membrane disturbances and occupational exposure to hydrocarbons and mixed solvents. QJM. 1995 Jan ; 88(1) : 23-8.
  21. Damsgaard,MT ; Klausen, H. ; Iversen, L. Late effects of occupational organic brain damage in painters 6-8 years after diagnosis. Occurrence of mental and psychosomatic health problems and utilization of health services. Ugeskr-Laeger. 1995 Jul 10 ; 157(28) : 4027-31.
  22. Ursin,C. ; Hansen,CM. ; Van Dyk,JW. Permeability of commercial solvents through living human skin. Am-Ind-Hyg-Assoc-J 1995 Jul ; 56(7) : 651-60.
  23. Ikeda,M. Exposure to complex mixtures : implications for biological monitoring. Toxicol-Lett. 1995 May ; 77(1-3) : 85-91.
  24. Yuan, W. ; White,TB. ; White, JW. ; Strobel, HW ; Backes, WL. Relationship between hydrocarbon structure and induction of P450 : effect on RNA levels. Xenobiotica. 1995 Jan ; 25(1) : 9-16.
  25. Baker, L. A review of recent research on health effects on human occupational exposure to organic solvents. JOM 1994 ; 36 : 107-192.
  26. Dreisbach, R. Manual de Toxicología Clínica Manual Moderno., 6a. edición. México, 1988. Pp 179-80.
  27. Montoya, MA. Toxicología Clínica. Edit. Méndez. México, 1992. Pp 229-37.
  28. Instituto Mexicano del Seguro Social. Subdirección General Médica. Jefatura de Servicios de Salud en el Trabajo. Exposición a sustancias químicas en el trabajo. México, 1994. 14 páginas.
  29. Pérez Lucio, C. ; Mateos Papis, R. Guía para la vigilancia epidemiológica de efectos tóxicos por exposición laboral a disolventes orgánicos.
-

**Instituto Mexicano del Seguro Social. Dirección de Prestaciones Médicas. Coordinación de Salud en el Trabajo. México, 1995. 27 páginas.**

**30. Instituto Mexicano del Seguro Social. Subdirección General Médica. Jefatura de Servicios de Salud en el Trabajo. Fatiga y trabajo. México, 1993. 50 páginas.**

**31. Lwanga, SK ; Lemeshow, S. Sample size determination in health studies. A practical manual. World Health Organization, Geneva, 1991. Pp 62 , 64.**



## AGRADECIMIENTOS

**Dra: Claudia Juárez**  
Asesora, por dirigir mi tesis con paciencia y entusiasmo.

**Dra Berta Rodríguez Ortega**  
Gerente de Salud y Seguridad Ocupacional, C M A , S A . de C.V.  
Por permitir el camino de la investigación.

**Ing Dagoberto Santiago**  
Por su adecuada intervención, afectuosa y espontánea.

**Dr Carlos Reyes**  
Médico Especialista en Medicina del Trabajo  
Por su valiosa colaboración, muestra espontánea de gran compañerismo

**Lic. Jacobo García Galvez.**  
Administrador de Empresas  
Por el incondicional y siempre amigable apoyo técnico.

**Ing Nadia Mayola**  
Por el apoyo brindado para la realización del presente trabajo

## FE DE ERRATAS

En la página 17, párrafo quinto, primer renglón, dice:

..... mg  
(1) -----  
(CF - CI) (FB) (STPD)

Debe decir:

..... mg  
-----  
(CF - CI) (FB) (STPD)

En la página 18, párrafo dos, primer renglón, dice:

..... n.r.a.  
la Fórmula: IF = -----

Debe decir:

..... n r a  
la fórmula: IF = -----  
N

En la página 24, segundo párrafo, primer renglón, dice:

..... grupo de expuestos conformado por 42 trabajadores.....

Debe decir:

..... grupo de expuestos conformado por 40 trabajadores....