

INIS-MX--048



MX9800032



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL  
ESTADO DE MEXICO**

**FACULTAD DE ENFERMERIA Y OBSTETRICIA**

**NIVELES DE PLOMO EN SANGRE DE LOS  
TRABAJADORES DE LA TERMINAL DE  
AUTOBUSES TOLUCA.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN ENFERMERIA  
P R E S E N T A N :  
GOMEZ HERNANDEZ SANDRA PATRICIA  
GARCIA GARCIA GUSTAVO

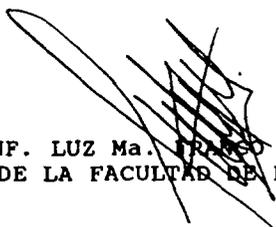
**29-13** TOLUCA DE LERDO, MEX.

ENERO DE 1998

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MEXICO  
FACULTAD DE ENFERMERIA Y OBSTETRICIA

NIVELES DE PLOMO EN SANGRE DE LOS TRABAJADORES DE LA TERMINAL DE  
AUTOBUSES TOLUCA.

AUTORIZADA POR:



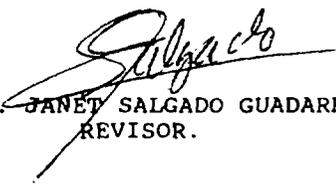
LIC. ENF. LUZ Ma. FLORES BERNAL.  
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE ENFERMERIA.



LIC. ENF. CATALINA SORIANO REYES.  
JEFE DEL DEPTO. DE TITULACION Y GRADO ACADEMICO.



LIC. ENF. MIGUEL OLIVOS RUBIO.  
ASESOR.



LIC. ENF. JANET SALGADO GUADARRAMA.  
REVISOR.

TOLUCA DE LERDO, MEX. NOVIEMBRE DE 1997.

**AGRADECEMOS AL INSTITUTO NACIONAL DE  
INVESTIGACIONES NUCLEARES LAS FACILIDADES Y APOYO  
OTORGADO PARA LA ELABORACION DE NUESTRA TESIS,  
REALIZADA EN LA GERENCIA DE TECNOLOGIA NUCLEAR,  
EN EL DEPARTAMENTO DE ANALISIS QUIMICOS; BAJO LA  
DIRECCION DEL M. EN C. ELIAS ACOSTA LEON.**

## AGRADECIMIENTOS

Un cariñoso agradecimiento a nuestro asesor de tesis M. en C. ELIAS ACOSTA LEON por su brillante dirección, apoyo y amistad.

Por los valiosos comentarios, críticas y sugerencias a nuestro asesor y revisor de tesis. LIC. MICAELA OLIVOS RUBIO y la LIC. JANNET SALGADO GUADARRAMA.

Agradecemos a todo el personal del Dpto. de Análisis Químicos, en especial:

Q.A. LAURA A. SANCHEZ PAZ.  
TEC. ANA MARIA BENAVIDES MEJIA.  
TEC. MANUEL GONZALES PALMA.  
I.I. GERARDO NAVA SOLARES.  
TEC. SUSANA SAULES ALMAZAN.

A todas aquellas personas que nos alentaron para realizar esta tesis, muy en especial y con mucho cariño:

LIC. MATIANA MORALES DEL PILAR.  
TEC. SAUL CEBALLOS HERNANDEZ.

A todo el personal y autoridades de la SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

**GRACIAS**

GRACIAS A "DIOS" Y A LA VIDA POR PERMITIRNOS  
CONSTRUIR ESTE CAMINO JUNTOS QUE APENAS SE  
VA FORMANDO CON MUCHAS ILUSIONES,  
DERROTAS Y SOBRE TODO MUCHAS  
SATISFACCIONES.

SANGUS

A MIS PADRES

GRACIAS POR DARME LA OPORTUNIDAD DE ALCANZAR UN  
SUEÑO DE TANTOS MAS POR CUMPLIR.

GRACIAS POR SU PACIENCIA, AMOR Y TERNURA QUE ME HAN  
BRINDADO DESDE EL MOMENTO EN QUE NACI, PARA TERE Y  
ULY CON CARÑO.

PARA MIS MEJORES AMIGOS, TERE, ULY Y PEPE, CON MUCHO  
AMOR Y RESPETO.

PATY.

A MIS PADRES

MAGO Y MARIO, QUE ME HAN CONDUCIDO POR EL DIFICIL  
CAMINO DE LA VIDA, CON AMOR Y PACIENCIA, LOS HARE  
SENTIR ORGULLOSOS Y VERAN QUE TODOS SUS SACRIFICIOS,  
CONTRIBUYEN CON EL LOGRO DE MIS METAS.

QUE "DIOS" LOS BENDIGA Y LOS GUARDE PARA SIEMPRE.

CON CARÑO PARA MI HERMANO JAIME.

GUSTAVO.

# I N D I C E

	PAG.
INTRODUCCION .....	1
JUSTIFICACION .....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
OBJETIVOS .....	4
1. ANTECEDENTES .....	5
2. MARCO REFERENCIAL .....	7
2.1. Características fisicoquímicas del plomo .....	7
2.2. Fuentes naturales .....	7
2.3. Fuentes antropogénicas .....	7
2.4. Usos .....	8
3. EXPOSICION GENERAL .....	10
3.1. Límites de exposición general .....	10
3.2. Límites de exposición laboral .....	10
3.3. Límites en aire .....	11
3.4. Límites en suelo .....	12
3.5. Límites en agua .....	12
4. TOXICOLOGIA .....	13
4.1. Absorción .....	13
4.2. Vía respiratoria .....	13
4.3. Vía cutánea .....	14
4.4. Vía digestiva .....	14
4.5. Metabolismo .....	14
4.6. Eliminación .....	16
5. MANIFESTACIONES CLINICAS .....	17
5.1. Intoxicación por alquilo de plomo .....	17
5.2. Intoxicación por plomo inorgánico .....	18
6. ORGANOS BLANCO .....	19
6.1. Sistema hematopoyético .....	19
6.2. Sistema nervioso .....	19
6.3. Sistema renal .....	20
6.4. Otros sistemas .....	20
7. DIAGNOSTICO .....	21
7.1. Tratamiento .....	22
7.1.1. Tratamiento agudo .....	23
7.1.2. Tratamiento crónico .....	23
7.2. Prevención .....	24
7.3. Factores de seguridad en el trabajo .....	24

HIPOTESIS .....	26
DISEÑO METODOLÓGICO .....	27
1. Universo de trabajo .....	27
2. Toma de la muestra .....	27
3. Transporte y conservación .....	27
4. Material .....	27
5. Condiciones de operación del equipo .....	28
6. Calibración .....	28
7. Análisis de la muestra .....	28
RESULTADOS .....	29
DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	34
SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES .....	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
BIBLIOGRAFÍA .....	46
ANEXOS .....	50
Anexo 1. Cuestionario .....	50
Anexo 2. Curva de calibración .....	52

## INTRODUCCION.

En la Naturaleza, los metales son una de las principales fuentes de toxicidad, aunque algunos de ellos son esenciales para la vida en bajas concentraciones. Uno de los metales más tóxicos y que no es esencial para la vida es el plomo, el cual forma parte del grupo llamado de los "metales pesados", éste metal se considera ubicuo, ya que se encuentra desde los yacimientos naturales hasta las soldaduras de las tuberías que transportan agua para consumo humano, existiendo en la actualidad una gran variedad de usos. Una de las principales causas de que el plomo se encuentre en el ambiente es la utilización masiva de los medios de transporte que utilizan combustión de hidrocarburos que lo contienen.

El plomo también se ha encontrado en el organismo humano, las principales vías de introducción son: la absorción, la inhalación y la ingestión; esta situación provoca signos y síntomas tales como: náusea, vómito, cefalea, letargia, alteraciones en el sistema nervioso central y muscular, etc., afectando principalmente a las personas que se encuentran expuestas directamente a fuentes continuas de emisión de plomo, lo cual presupone un riesgo para su salud. Los exámenes de laboratorio, principalmente los análisis de sangre, proporcionan los datos necesarios para la resolución de un diagnóstico, y con base en el resultado, el tratamiento a seguir es acorde al grado de intoxicación que presenta el trabajador ocupacionalmente expuesto.

La cuantificación del Pb en sangre se realizó por espectrofotometría de flama de absorción atómica, atacando la muestra por adición ácida utilizando  $\text{HNO}_3$  y  $\text{HClO}_4$  y posterior solubilización de las sales con HCl (1-1). Este método ofrece varias ventajas como son: la recuperación del 96 al 100 % del Pb, rapidez del análisis, no presenta interferencias conocidas y no requiere de gran entrenamiento.

Diversos estudios<sup>(1,2,3,4,5)</sup>, afirman que la exposición al plomo, sugiere una atención prioritaria por parte del Gobierno Mexicano y la Secretaria de Salud y de manera importante por la comunidad misma. México es reconocido como un país en vías de desarrollo en donde se ha demostrado que los niveles de contaminación y concentración de plomo es más alto que en los países económica y tecnológicamente más avanzados<sup>(6)</sup>.

## JUSTIFICACION

Diversos estudios muestran que en las poblaciones ocupacionalmente expuestas, las concentraciones de Pb en sangre son altas y varían de un promedio de 21.4 a 48.8  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , con un rango de 4.1 a 104  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . Sin embargo, los datos disponibles no son suficientes para poder determinar la magnitud del problema de intoxicación por Pb en trabajadores expuestos.

Los trabajadores de la Terminal de Autobuses Toluca, se encuentran la mayor parte del día expuestos a grandes concentraciones de humos, gases, polvos y vapores, que emanan de los medios de transporte a través de la combustión de hidrocarburos que contienen cierta cantidad de plomo.

Es de interés conocer los niveles de plomo que pudieran encontrarse en la sangre de los trabajadores, ya que con base en su situación laboral se considera a estos trabajadores como un grupo de alto riesgo, debido a que por inhalación y/o absorción existe la posibilidad de que incorporen ciertas concentraciones del metal en su organismo, pudiendo alterar su salud. Con este tipo de investigación podemos intervenir en la actualización de programas de seguridad, protección e higiene que sirven para abatir los riesgos de exposición laboral y disminuir la posibilidad de incorporación del metal a su organismo.

Los resultados de este tipo de trabajos pueden ayudar a los investigadores y al sector salud a proponer y/o actualizar los programas de seguridad, protección e higiene laboral, diseñados específicamente para abatir los riesgos de exposición en atmósferas laborales y disminuir la posibilidad de incorporación del metal en el organismo de los trabajadores.

El desarrollo de este tipo de programas con base en los resultados obtenidos en grupos considerados como de alto riesgo pueden y deben establecer medidas preventivas para evitar la contaminación por Pb, no solamente en las atmósferas laborales, sino que pueden ser aplicados para proteger a la población en general.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La intoxicación por plomo es un aspecto de salud pública importante, ya que las estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social en 1990, demostraron que la intoxicación crónica es la causa más común de enfermedades ocupacionales en México, y representa más del 12 % del total de los casos de enfermedad laboral registrados. Por ello resultará interesante realizar el análisis de Pb en sangre, ya que nos permitirá conocer el grado de intoxicación plúmbica que pudieran presentar los trabajadores y con base en los resultados obtenidos, enfatizar la importancia que tiene la prevención para disminuir los efectos adversos ocasionados por el metal.

Los trabajadores de la Terminal de Autobuses Toluca tienen una jornada laboral de 8 horas en cada turno y desarrollan actividades manuales como: limpieza general de las instalaciones, reparación de vehículos automotores, operación de vehículos, despachadores, boleteros, vigilancia, etc. Esta Terminal tiene un promedio de 6,000 salidas y llegadas diariamente correspondientes a 52 líneas repartidas en 12 andenes. Esta situación provoca que haya una gran emisión de humos, gases y vapores de gasolina y diesel, refrigerantes, aditivos, etc. Teniendo trascendencia en cuanto a exposición directa de los trabajadores por vía respiratoria en el ambiente ocupacional.

En estas condiciones de trabajo surgen varias preguntas que este estudio puede responder:

1. ¿Realmente la atmósfera laboral de la Terminal de Autobuses Toluca está contaminada con Pb?
2. ¿La emisión de Pb a la atmósfera daña la salud de los trabajadores?
3. ¿Por vía inhalatoria incorporan Pb los trabajadores de la terminal?
4. ¿Cuánto Pb tienen en sangre los trabajadores de la Terminal?

Sólo el análisis químico de Pb en sangre por Espectrofotometría de Flama de Absorción Atómica, puede ayudar a contestar estas preguntas y despejar las dudas que se tienen sobre la presencia del Pb en ese tipo de atmósfera laboral.

## **OBJETIVOS.**

### 1. Objetivo general.

Determinar las concentraciones de plomo en sangre por espectrofotometría de flama de absorción atómica en los trabajadores de la Terminal de Autobuses Toluca.

### 2. Objetivos específicos.

- 2.1. Conocer signos y síntomas presentes en el trabajador de la terminal expuesto corroborándolos mediante el monitoreo biológico.
- 2.2. Comparar los niveles de plomo encontrados en sangre y los límites ocupacionales permisibles por las normas oficiales mexicanas.
- 2.3. Diferenciar el tipo de intoxicación presente para sugerir el tratamiento adecuado.
- 2.4. Obtener datos de hábitos laborales, personales y antigüedad de los trabajadores.

## 1. ANTECEDENTES.

El plomo comenzó a ser utilizado por el hombre aproximadamente 6,000 años A.C. Sin embargo un grupo de glaciología y geofísica de Grenoble del Instituto Nacional de Ciencias del Universo, demostró que 7,000 años A.C, las concentraciones de ese metal eran de 0.55  $\mu\text{g/g}$  antes de toda influencia humana<sup>(7)</sup>. El primer objeto de plomo fue encontrado 3,800 A.C. en Dardanelos (región situada entre Asia Menor y la península de los Balcanes) en donde se encontraban asentados los Abidos. En Babilonia, las piedras de los puentes se sujetaban unas con otras mediante garfios de hierro empotrados en plomo. Hace 2,000 años durante la civilización romana, se alcanzó una producción de 80,000 ton/año, se utilizaba en tuberías y diversos objetos, e incluso en la introducción de las monedas de plata; el plomo era extraído de las minas de España y Bretaña, se cree que este metal fue en parte responsable de la caída de su imperio, debido a que la contaminación por este fue muy común a concentraciones elevadas en la loza y el vino; por esta razón a las mujeres no se les permitía ingerir vino, porque persistía la inferencia de que aquellas que lo bebían procreaban menos hijos.

La intoxicación por plomo se conoce como saturnismo, porque en la época de la alquimia lo consideraban como el origen de los demás metales y por ello fue dedicado al Dios Saturno (venerado por la mitología romana, como el primero de los Dioses).

El aumento de plomo en el ambiente ha sido notorio y paralelo a la revolución industrial (fines del siglo XVIII y principios del XIX)<sup>(8)</sup>, fue entonces cuando la intoxicación por plomo se convirtió en un problema de medicina ocupacional<sup>(9)</sup>. Al término de la segunda guerra mundial los índices de plomo ambiental se incrementaron de manera significativa, debido a la introducción de los hidrocarburos plomados, al aumento de la industrialización y al uso masivo del automóvil.

Desde el siglo pasado y en el presente se han hecho diversos estudios sobre la exposición ocupacional y ambiental del plomo en diferentes países del mundo técnicamente más industrializados. A continuación se resume los valores usuales de Pb y los valores normales de algunos parámetros bioquímicos encontrados en el organismo humano<sup>(6)</sup>:

Plomo en sangre	-	De 10 a 20 $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ .
Plomo en orina	-	Menos de 80 $\mu\text{g}/\text{l}$ (el valor habitual es 30).
AAL-V	-	Menos de 4.5 $\text{mg}/\text{g}$ de creatinina en población urbana.
Protoporfirina eritrocitaria	-	300 a 600 $\mu\text{g}/\text{l}$ de hematies.
Zinc protoporfirina	-	2.5 a 3.0 $\mu\text{g}/\text{g}$ de hemoglobina.
CP-U	-	menos de 150 $\mu\text{g}/\text{l}$

Antes de 1960 se creía que las concentraciones de plomo inferiores a 60  $\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$  de sangre no eran peligrosas. Sin embargo, los estudios hechos a partir de 1978 sugirieron como límite permisible el de 40  $\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$  de sangre para adultos y 25  $\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$  de sangre en niños<sup>(6)</sup>.

Un estudio comparativo de exposición en la población general, realizado en los años 80's en Bélgica, Malta, México y Suecia, demostró que los valores medios de la concentración de plomo en la sangre en los cuatro países son bastante distintos, siendo de 165, 307, 269 y 83  $\mu\text{g/l}$  en 1980, y en 1981 de 137, 243, 195 y 59  $\mu\text{g/l}$  para los cuatro países respectivamente, concluyendo que las fuentes de exposición más importantes fueron: alimentos y aire contaminados<sup>(6)</sup>.

## 2. MARCO REFERENCIAL.

### 2.1. Características fisicoquímicas del plomo.

La palabra plomo, proviene del latín *plumbum*<sup>(10)</sup>, su símbolo es Pb, y se ubica en el grupo IV A de la tabla periódica junto con el carbono, silicio, germanio y estaño. Peso específico de 11.4 g/cm<sup>3</sup>, peso atómico 207.21 Daltons, No. atómico 82, funde a 327.5 °C, hierve a 1740 °C, emitiendo vapores tóxicos, sus estados de oxidación son: 0, +2, +4; su valencia es generalmente 2, pero también reacciona con valencia 4. Muchas de sus propiedades se asemejan a las de los metales alcalinotérreos (grupo II A) más que a las de su mismo grupo, excepto que sus haluros, hidróxidos y fosfatos son insolubles<sup>(11,12,13)</sup>.

*Metal de color gris azulado, con brillo metálico cuando se corta, se empaña al contacto del aire debido a la formación de óxido; es blando, dúctil, maleable, poco tenaz y nada elástico, se raya con la uña; se caracteriza por su alta densidad y resistencia a la corrosión, es un buen absorbedor de sonidos y vibraciones, relativamente impenetrable por las radiaciones ionizantes. Se concentra mediante molienda húmeda y flotación antes de su fundición. En estado natural se encuentra como sulfuro (galena), carbonato (cerusita) y sulfato (anglesita). La oxidación es rápida cuando el metal está fundido, formándose protóxido de Pb. Se alea fácilmente con la mayoría de los demás metales<sup>(11,12,13)</sup>. Es un metal altamente tóxico, y su utilización se ha ido reduciendo en sus diferentes aplicaciones por los efectos que causa al ambiente y al organismo humano; aunque en la actualidad se sigue empleando de diversas formas y en una gran variedad de artículos.*

### 2.2. Fuentes naturales.

El Pb es un elemento relativamente abundante que se encuentra en aire, agua, suelo, plantas y animales; siendo altamente tóxico en su forma natural o en sus diferentes compuestos<sup>(14)</sup>. Las fuentes naturales por las que se descarga al ambiente son: la erosión que sufre el suelo por el viento y el agua, desgaste de los depósitos de donde se extraen los minerales de plomo y las emanaciones volcánicas, a través de distintos procesos de desintegración de las rocas, liberando plomo que pasa a la biosfera, la atmósfera y finalmente vuelve a la corteza terrestre en forma de rocas sedimentarias. Estas fuentes emiten anualmente en forma natural, unas 200 mil toneladas de plomo<sup>(14)</sup>. El Pb se encuentra de forma natural en la corteza terrestre en concentraciones aproximadas de 13 mg/Kg<sup>(15)</sup>. En algunos lugares se observan concentraciones más elevadas, especialmente donde se encuentran los yacimientos.

### 2.3. Fuentes antropogénicas.

La contribución de las fuentes naturales de plomo a la concentración ambiental es menor que las emanaciones antropogénicas derivada de las aplicaciones industriales y tecnológicas, que se descargan a la atmósfera durante su extracción, fundición, refinación y combustión de hidrocarburos plomados que contaminan el ambiente. En cuanto a las emisiones de Pb atmosférico se estiman en 1.100 ton/año, atribuyendo del 80 al 90 % a vehículos particulares y el resto a vehículos del servicio público<sup>(16)</sup>. Un gran número de vehículos de modelos anteriores a

1985 utilizan gasolina con un contenido mínimo de 0.5 ml de tetraetilo de plomo por galón, lo cual equivale a 0.14 g Pb/litro. Casi todos los alquilos de Pb fabricados, se emplean como aditivos antidetonantes (elevadores de octanaje) en las gasolinas y debido a las características lubricantes que tienen, se utilizan para proteger el asiento de las válvulas de admisión del motor, que en caso contrario (utilizando gasolina sin plomo) alteraría su funcionalidad.

Los tetraalquilos de plomo pasan a la atmósfera por emisiones de vehículos automotores y pérdidas por evaporación durante el llenado de los tanques de gasolina. La vida media del tetraetilo de plomo en la atmósfera iluminada por el sol brillante es de casi una hora, mientras que la del tetrametilo de plomo es de varias horas. Una vez en la atmósfera, el tetraetilo y el tetrametilo de plomo son absorbidos por partículas atmosféricas. Aunque no se espera que éste proceso ambiental sea importante para abatirlo.

Los siguientes valores son característicos de las concentraciones de tetraalquilos de plomo en el aire<sup>(17)</sup>:

	Concentraciones (ng/m <sup>3</sup> )	
Aire Urbano	6	206
Gasolineras	210	590
Estacionamiento Subterráneo	1,800	2,200
Aire en áreas rurales	0.5	230

#### 2.4. Usos.

El Pb se utiliza en la producción de acumuladores y baterías para automóviles, municiones, insecticidas, explosivos, reactivos químicos, soldaduras, alfarería vidriada, hojas metálicas, aditivos antidetonantes para gasolina, utensilios de barro para cocinar alimentos, cerámicas vitrificadas, y algunos cosméticos faciales provenientes de países orientales, pinturas, tintas, gasolinas, plásticos, grasas y aceites, protección contra radiaciones ionizantes, artículos caseros, envolturas para alimentos impresos, impresos en color en revistas brillantes, mangos de utensilios de cocina y sellos de botellas de vinos; todos estos productos son probables fuentes de exposición para la población, además de la tubería de cobre que transporta agua potable, siendo una fuente común de exposición e ingestión por medio de las uniones soldadas con plomo principalmente en las construcciones antiguas.

Dos hidrocarburos utilizados ampliamente en la actualidad son:

##### **Gasolina:**

Es un líquido claro de olor característico, utilizado como combustible para motores de combustión interna y como disolvente. Por lo general se dispone de dos o tres tipos de gasolina para cubrir las distintas especificaciones de los vehículos. La gasolina que más se utiliza en México es la Nova; se estima que este tipo de gasolina se siga expidiendo en volúmenes significativos cuando menos hasta el año 2000<sup>(18)</sup>. El método más económico para incrementar el índice de octano en este tipo de gasolinas ha sido la adición del tetraetilo de plomo, sin pasar por

alto los problemas de contaminación atmosférica; por otra parte, la adopción de estándares de emisiones de escape más estrictos para los nuevos vehículos, tal como sucedió en Estados Unidos, Europa y Japón a ocurrido ya en México, a partir de 1991, dando lugar a la instalación de convertidores catalíticos originando por lo tanto un reformulamiento de las gasolinas y la eliminación del tetraetilo de plomo<sup>(18)</sup>, el mejoramiento de la mayoría de los combustibles, específicamente formulados a base de factores tales como la población vehicular, las condiciones geográficas y meteorológicas de cada lugar, han dado origen a la gasolina sin plomo (Magna Sin) y actualmente la Premium.

**Diesel:**

Es un aceite pesado también llamado gasoil o gasóleo, es una mezcla de hidrocarburos líquidos, extraídos del petróleo crudo por destilación fraccionada, a temperaturas entre 190 - 370 °C. contiene menos del 1 % de azufre, congela a -10 °C y pesa 0.820 a 0.890 g/ml. El diesel es el combustible por excelencia de los vehículos pesados y presenta la gran ventaja de ser más económico que la gasolina ordinaria. En su mayoría es el responsable de la formación de hollín en las aceras y en las casas cercanas a las avenidas con gran afluencia vehicular<sup>(18)</sup>.

### 3. EXPOSICION GENERAL.

La exposición al plomo se toma en cuenta según el origen y la suma total de las cantidades que ingresan y se absorben por el organismo. La ingestión se realiza principalmente a través de los alimentos, agua y aire. La contaminación de los productos alimenticios, varía sustancialmente, por ejemplo: los alimentos enlatados suelen presentar concentraciones más elevadas que otra clase de alimentos, debido a las soldaduras que contienen cierta cantidad de plomo utilizadas en las juntas y tapas; frutas y legumbres cultivadas en zonas expuestas a grandes concentraciones de fertilizantes, plaguicidas, etc., se encuentran contaminadas; así como las bebidas de fabricación clandestina. El hábito de fumar también contribuye, ya que cada cigarrillo puede contener de 2 a 12  $\mu\text{g}$  de Pb. Gran parte de plomo se elimina con la combustión, pero se inhala un 2 %, equivalente a una absorción diaria de 1 a 5  $\mu\text{g}$  de Pb por el organismo, fumando 20 cigarrillos/día<sup>(6)</sup>.

Los niños son los que están principalmente expuestos ya que pueden presentar intoxicación debido a la gran cantidad de objetos que se introducen en la boca, los trabajadores donde se procesan diversos artículos con alto contenido *plúmbico* (mineros, alfareros, fundidores, etc), presentan niveles de exposición elevada, incluso pueden llevar polvo de plomo a sus casas en las ropas exponiendo así a sus familiares<sup>(17)</sup>.

#### 3.1. Límites de exposición general.

Los niveles de concentración de plomo, encontrados normalmente en la población varían entre 10 y 30  $\mu\text{g}$  Pb/dl de sangre, con una media de 17  $\mu\text{g}$  Pb/dl de sangre. Los valores para la gente adulta no ocupacionalmente expuesta, son habitualmente menores de 20  $\mu\text{g}$  Pb/dl de sangre<sup>(6)</sup>. No existe, por ahora, normas o límites aceptados internacionalmente, aún cuando la OMS realiza algunos esfuerzos en ese sentido. Sin embargo en algunos países se han implantado normas o estándares que contribuyen a establecer límites permisibles de los niveles de concentración de plomo en sangre en donde se han detectado efectos a la salud, por ejemplo: El centro para el control de las enfermedades de los E.U.A (C.D.C) a establecido como límite máximo permisible en niños el de 25  $\mu\text{g}$ /dl de sangre, y en adultos, de 30  $\mu\text{g}$ /dl de sangre<sup>(20)</sup>.

En los países de la Comunidad Europea se ha fijado como límite: 35  $\mu\text{g}$ /dl de sangre para las poblaciones urbanas, en donde el plomo se origina principalmente de las emisiones de los vehículos a la atmósfera<sup>(21)</sup>.

#### 3.2. Límites de exposición laboral.

La exposición de alto riesgo, es aquella donde existen manifestaciones de concentraciones elevadas o los efectos producidos por el plomo son más graves que en el resto de la población; o en su defecto existe una alta probabilidad de desarrollar una enfermedad, estado o condición patológica. El estado de riesgo, puede ser consecuencia de la susceptibilidad del individuo que está en condiciones de exposición prolongada. En el ambiente ocupacional aún las concentraciones relativamente bajas, pero a exposición de tiempo prolongado,

pueden causar efectos severos a la salud. Las exposiciones más elevadas y prolongadas se dan entre los trabajadores que funden, refinan y/o utilizan plomo para la fabricación de diversos artículos comerciales.

La Occupational Safety and Health Administration (OSHA) estableció en 1989 que el límite legal de exposición permitido en la atmósfera laboral, obtenido de los resultados de los análisis de sangre coincidiendo con Protoporfirina Eritrocitaria Libre (PEL) es de 300 ppm como promedio durante un turno de trabajo de 8 horas, y 500 ppm que no debe sobrepasar durante cualquier período de trabajo durante 15 minutos<sup>(22)</sup>. La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) recomienda que los límites en el aire sean de 300 ppm como un promedio de turno de trabajo de 8 horas, y 500 ppm como un límite de exposición de corta duración (Short Term Exposure Limit "STEL")<sup>(23)</sup>.

Nota: El establecimiento de un valor umbral límite en los ambientes de trabajo, no implica concentraciones por debajo de este valor y que se produzcan efectos adversos en los expuestos, sino que el valor debe considerarse como referencia para proteger a los trabajadores expuestos.

Los Indicadores biológicos ocupacionales para el plomo<sup>(24)</sup>, más comúnmente utilizados para confirmar su presencia son:

INDICADORES	NIVELES (Las unidades están dadas en µg/dl)			
	normal	aceptable	excesivo	peligroso
Plomo en sangre	< 10	40 - 80	80 - 120	+ 120
Plomo en orina	80	80 - 150 <sup>(*)</sup>	150 - 250	+ 250
Coproporfirinas en la orina	150	150 - 500	500 - 1500	+ 1500
Acido delta amino levulinico en orina	6	6 - 20	20 - 40	+ 40

### 3.3. Límites en aire.

La Secretaría de Salud en el diario oficial de la federación<sup>(25)</sup> en 1993, citó que el valor permisible para la concentración de Pb en el aire, como medida de protección a la salud de la población es de 1.5 µg/m<sup>3</sup> en un periodo de tres meses. Es equiparable al valor usado en países industrializados, recomendados por la OMS, la Comunidad Europea y la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) de E.U.A.

Las concentraciones máximas de plomo existentes en el aire, se encuentran en ciudades densamente pobladas. Cuanto mayor sea la urbe, más elevada es la concentración de plomo en el ambiente, los límites recomendados son de: 0.2 µg/m<sup>3</sup> de aire<sup>(26)</sup>, las calles con tránsito intenso contiene más plomo que las calles con poca afluencia vehicular.

#### 3.4. Límites en suelo.

Una vez que el plomo llega al suelo permanece ahí indefinidamente, y sólo una pequeña parte es transportada por la lluvia; por ello, se considera al suelo como uno de los principales depósitos de este elemento. En el suelo, las concentraciones de Pb varían de 2 a 200  $\mu\text{g/g}$  en áreas rurales, mientras que en los suelos de sitios urbanos la concentración es extremadamente elevada. Estas concentraciones suelen ser elevadas en carreteras, industrias y fundidoras, esto depende de la cantidad de plomo emanado, el tipo de vegetación, las condiciones climáticas, el viento, la lluvia, así como de otros factores como la distancia de la fuente emanadora y la profundidad del suelo, etc.

#### 3.5. Límites en agua.

Hoy en día la mayor parte del plomo que se encuentra en el agua proviene de la combustión de los hidrocarburos; una vez que llega a la atmósfera es precipitado hacia la tierra, con ayuda del viento y la lluvia hasta depositarse en los mantos acuíferos. El contenido varía casi en todas las aguas, oscilando entre 0.001 y 0.01  $\mu\text{g/ml}$ ; sin embargo, en las zonas de aguas blandas con pH ligeramente ácido se disuelven en el trayecto de las tuberías disminuyendo sus concentraciones. En las ciudades, el transporte se lleva a cabo por la lluvia y las aguas negras contienen de 100 a 500  $\mu\text{g/l}$  en áreas industriales. Los niveles de plomo en aguas superficiales y profundas son de menos 0.1  $\text{mg/l}$ . En el agua potable es de 0.05  $\mu\text{g/l}$ <sup>(26)</sup>.

#### 4. TOXICOLOGIA.

##### 4.1. Absorción.

El plomo se introduce al organismo humano por el tracto intestinal o respiratorio, y más del 99 % pasa al torrente sanguíneo por las diferentes rutas de absorción, la cual está influenciada no solamente por los niveles de plomo en un medio dado, sino también por varios parámetros físicos y químicos, así como factores específicos del huésped, como la edad y el estado nutricional. La absorción consiste en el paso del tóxico al sistema circulatorio; para ello el producto ha de atravesar diferentes barreras biológicas como lo son: cutánea, gastrointestinal, respiratoria, capilar, celular; éste proceso se lleva a cabo por alguno de los siguientes mecanismos: filtración, pinocitosis, transporte activo o difusión.

##### 4.2. Vía respiratoria.

La absorción por vía respiratoria depende de factores tales como:

- El tamaño de la partícula inhalada
- La forma química
- El ritmo respiratorio
- Las características intrínsecas del organismo.

La entrada a los pulmones de cualquier partícula inhalada está en función de su tamaño y solubilidad. En nasofaringe las partículas se depositan en pelo fino y son eliminadas al sonarse, estornudar o toser, las partículas menos solubles tocan áreas ciliadas de la mucosa que recubre las vías respiratorias, se mueven hacia la faringe y se mezclan con la saliva para su deglución, la penetración en la vía respiratoria es debida a los vapores y humos desprendidos. Basta la entrada de 0.6 µg diarios para que a los pocos meses surjan los primeros síntomas de intoxicación y la de 5 µg diarios para que aparezcan en pocas semanas. En el ambiente laboral la mayor parte de los contaminantes que alteran la salud del trabajador son transportados por el aire; la inhalación de ésta va a producir trastornos patológicos, esta vía está constituida por una superficie permeable y especializada en la difusión de la superficie alveolar, permite el paso rápido de los contaminantes a la sangre. En la inhalación de plomo ambiental, según un modelo sobre dinámica pulmonar, un 35 % del total de plomo inhalado ya sea orgánico o inorgánico se deposita en vías aéreas<sup>(6)</sup>.

La absorción de plomo de fuentes ambientales no depende de la calidad presente de las vías de entrada al organismo por unidad de tiempo; depende del estado físico y químico en que se encuentra el metal y de factores vinculados con el organismo receptor como son: la edad, el estado fisiológico, la cantidad de alimentos ingeridos y el aire inhalado con contenido *plumbico*, los hombres que se dedican a trabajos pesados inhalan más aire y comen más alimentos que las personas sedentarias de igual peso, y los niños ingieren tanto alimento e inhalan tanto aire como los adultos. Las principales vías de absorción de compuestos de plomo son: inhalación (40 %) e ingestión (5 a 10 %)<sup>(19)</sup>

#### 4.3. Vía Cutánea.

En toxicología, esta vía ocupa el segundo lugar en importancia. La piel en sus capas superficiales presenta importantes barreras y en sus capas profundas una enorme posibilidad de absorción. La piel esta formada por un epitelio plano, poliestratificado y queratinizado, sus capas superiores están en constante recambio; la queratina contiene grupos sulfhídricos que pueden fijar sustancias tóxicas en la superficie de la piel, pero estas son eliminadas al producirse la descamación, la piel constituye una barrera y un mecanismo de eliminación. La capa de lípidos producidos por las glándulas sebáceas constituye otra barrera. La capa más profunda de la piel esta ricamente vascularizada por lo que es mayor su capacidad de absorción. La vía de ingreso, el tamaño de la partícula y el tipo de compuesto de plomo ya sea orgánico o inorgánico, determinan las cantidades de concentración y la posibilidad de difusión de plomo hacia el organismo.

#### 4.4. Vía digestiva.

Las condiciones de insuficiencia nutricional tan frecuentes y extendidas en nuestra población, son elementos altamente favorecedores de una absorción digestiva aumentada de plomo, así como a una mayor retención de éste en el organismo. La absorción gastrointestinal del plomo involucra principalmente la unión del metal con la comida y las bebidas, también se deposita en el tracto respiratorio superior el cual eventualmente es tragado, incluyendo la ingestión de material no alimenticio. Esta vía es la de menor importancia desde el punto de vista de la toxicología del trabajo. La absorción a través de las vellosidades intestinales no es un mecanismo de difusión, tal y como ocurre en el alvéolo, pues generalmente se trata de un transporte activo, pero como para algunos productos derivados del proceso de la nutrición no existe este mecanismo para ser absorbidos, tienen que unirse a otro que si lo tenga; como es en el caso del Ca.

#### 4.5. Metabolismo.

El Pb es incorporado al organismo humano por el tracto respiratorio o gastrointestinal, tras su absorción, circula incorporado a los hematíes; la sangre constituye el vehiculo más importante para la distribución de varias sustancias en el organismo, después de su absorción y antes de su eliminación. Debido a que el gasto cardiaco es de 6 l/min., en un minuto recorre el sistema vascular completo<sup>(27)</sup>. La cantidad de la sustancia tóxica que circula por la sangre depende en términos generales de los siguientes factores:

- a. La facilidad de absorción de la vía de ingreso.
- b. La velocidad del flujo sanguíneo.
- c. El coeficiente de solubilidad del tóxico en la sangre o la existencia de transportadores del tóxico.
- d. El equilibrio con los depósitos de acumulación y de fijación que se diseminan por diversos órganos en los que destaca el hígado y riñón.

El Pb es depositado en la nariz, laringe, bronquios, etc. Pasa al estómago por la acción ciliar, o por la mezcla del metal con la comida y las bebidas. La cantidad que pasa del intestino a la sangre se estima en alrededor del 10 % en adultos y del 40 al 50 % en niños<sup>(28)</sup>. En el pulmón el paso hacia la sangre se hace cuando dichas partículas son fagocitadas por las células alveolares, posteriormente pasa a sistema linfático y luego a la sangre<sup>(28)</sup>. La mayoría de Pb absorbido se une a los eritrocitos, células especializadas en el transporte de oxígeno y bióxido de carbono<sup>(29)</sup>. La fracción libre existente en el plasma, se distribuye al cerebro, riñones, piel, hígado, y principalmente en el hueso, en donde se almacenan diversos minerales entre ellos el plomo, que posteriormente es distribuido a otras partes del cuerpo.

El hueso produce células sanguíneas, entre los tipos de células que produce la médula ósea, están los eritrocitos, una parte de los leucocitos y las plaquetas; y la hemoglobina que se integra a los eritrocitos que se encuentran en formación, mientras que la bilirrubina es secretada por el hígado como parte de la bilis y la globina se metaboliza en este mismo órgano<sup>(29)</sup>. El Pb es incorporado y almacenado de manera similar al calcio, se considera que esto sucede porque el Pb y el Ca compiten por sitios de unión similares en las proteínas de la mucosa intestinal, mismas que son importantes en el proceso de absorción. Se une a dos fracciones termoestables de la mucosa intestinal interfiriendo en la regulación del metabolismo del Ca vía calcitonina, así como en la cinética intracelular afectando la transmisión de mensajes eléctricos y químicos a través de las membranas, modificando distintas actividades en la irritabilidad y excitabilidad neuromuscular y la respuesta de varias hormonas<sup>(30)</sup>.

También se afecta la producción de sangre, debido a la inhibición de la actividad de varias enzimas que intervienen en la biosíntesis del grupo heme (se une a grupos sulfhidrilos que estas contienen, como sucede en la deshidratasa del ácido delta-aminolevulinico "ALAD" y la heme sintetasa). Esencialmente en la biosíntesis de este grupo hay acumulación de productos intermediarios que pueden medirse, como por ejemplo, la elevación de las protoporfirinas pueden indicar exposición crónica de ese metal. El núcleo porfirínico se combina con diversos metales, como el Fe, Mg, Zn, Cu, Co y otros<sup>(30)</sup>. Afectando de esta manera la formación del grupo prostético de numerosas proteínas alterando el proceso de transporte de gases y de captación de energía tales como la hemoglobina, clorofila y citocromos<sup>(30)</sup>, debido a que la síntesis se lleva a cabo en las mitocondrias del eritroblasto de la médula ósea, por consiguiente los eritrocitos carecen de mitocondrias y por lo tanto la capacidad de sintetizar protoporfirinas, el Pb también se une a las membranas mitocondriales e interfiere con la síntesis de proteínas y ácido nucleico.

Estas uniones explican el porque del plomo en el cabello y uñas; el pelo es el tejido que concentra más plomo por unidad de peso, más que cualquier otro fluido orgánico (sangre y orina) ya que las células de la matriz del cabello tiene una alta actividad metabólica, pues concentra por lo menos 20 minerales, entre ellos el plomo. La concentración de Pb/g de cabello varía de acuerdo a la distancia que tenga de la raíz a la punta, cuando existen elevadas concentraciones del metal a lo largo del cabello, es indicativo de exposición crónica o de larga duración, cuando la concentración es alta cerca del cuero cabelludo, se piensa que hubo ingestión o exposición reciente.

El hueso constituye el principal sitio de depósito, donde el plomo absorbido se incorpora a la matriz ósea, de manera similar al Ca; se ha demostrado que las dietas con deficiencia de hierro y calcio, y ricas en grasas pueden aumentar la absorción gastrointestinal del plomo<sup>(28)</sup>, (la absorción del plomo depende tanto de la cantidad como del tipo de grasa ingerida, por ejemplo, cuando se mezcla la lecitina con las sales biliares y en menor cantidad la colina, ambas incrementan la absorción del plomo aunque no se conoce aún el mecanismo)<sup>(28,31)</sup>, el plomo se elimina con lentitud y su bioacumulación aumenta de manera gradual con el tiempo. Las enfermedades óseas (osteoporosis, fracturas) pueden ocasionar mayor liberación de plomo almacenado hacia el torrente sanguíneo. También se acumula en la porción proximal de los túbulos contorneados del riñón produciendo evidencias morfológicas y bioquímicas de su toxicidad).

#### 4.6. Eliminación.

La biotransformación de las sustancias es la que permite al organismo su eliminación dependiendo del equipo enzimático del que dispone. La eliminación es lenta a través del tiempo, eliminándose principalmente por la vía renal. Los compuestos alquilo de plomo se convierten finalmente en plomo inorgánico y son eliminados por la orina en un promedio aproximado del 80 %. Otras vías de excreción son: la fecal, el sudor y la exfoliación dérmica y más tarde con la bilis. La vida media biológica del plomo es larga y se estima de 5 a 10 años siendo variable con la intensidad y duración de la exposición y la carga corporal aumentada<sup>(19)</sup>.

## 5. MANIFESTACIONES CLINICAS.

Un tóxico es toda sustancia que incorporada al organismo, por cualquier vía y en dosis comunes provoca alteraciones funcionales u orgánicas de distinta naturaleza, incompatibles con la salud o la vida<sup>(32)</sup>. Se considera que existe una intoxicación aguda cuando aparecen los síntomas clínicos tras una exposición a cualquier sustancia. Si no aparecen síntomas tras una exposición al Pb, ya sea breve o continua, no hay intoxicación aguda; por el contrario se considera que existe intoxicación cuando aparecen síntomas como: dolor abdominal (intenso de tipo cólico, biliar o apendicitis), presencia de estreñimiento con heces negras alquitranadas, náusea, vómito, encefalopatía (incluyendo confusión, estupor y convulsiones), insuficiencia renal aguda, desarrollando con rapidez oliguria aguda y el examen de fondo de ojo puede revelar papiledema o neuritis óptica.

Casi todas las intoxicaciones por plomo son de evolución crónica, sólo la inhalación masiva de vapores de plomo, la ingestión de sus sales o gasolina con alto contenido de este metal, o al limpiar con ella partes del motor, va seguida de una intoxicación aguda, presentando cuadros gastroenteríticos, diarreicos, cefalea, insomnio, temblores, delirio, etc.

El plomo inhibe numerosas enzimas y esto constituye el fundamento de los diversos efectos tóxicos que se reflejan en signos y síntomas, y en los resultados de los exámenes de laboratorio, que pueden ser variables, según, la vía de ingreso, la cantidad absorbida, el tiempo de exposición y las características físicas de los individuos expuestos. Debido a la gran variedad e inespecificidad de los signos y síntomas que presenta la intoxicación por Pb, la elaboración del cuadro clínico resulta difícil.

### 5.1. Intoxicación por alquilo de plomo.

Las manifestaciones clínicas pueden ser agudas o crónicas en general de carácter sistémico; las intoxicaciones agudas (por ingestión de compuestos de Pb solubles o rápidamente absorbidos<sup>(33)</sup>), son infrecuentes y se producen generalmente en ambientes laborales donde los índices del metal sobrepasan los límites establecidos; las manifestaciones clínicas son las siguientes: dolores abdominales (cólicos), con dolor al tacto, constipación, dolor de cabeza, debilidad, dolores o calambres musculares, pérdida del apetito, náuseas, vómito, pérdida de peso, anemia y la aparición de la línea de plomo, llamado "Ribete de Burto" o gingival, el cual se caracteriza por una banda gris azulada de unos 2 mm de amplitud que bordea las encías, sobre todo las de los incisivos superiores, constituido probablemente por sulfuro de plomo precipitado en las encías<sup>(34)</sup>.

La intoxicación crónica causada por la inhalación de partículas que contienen Pb, ingestión o absorción cutánea<sup>(33)</sup>, puede presentarse debido a contaminación masiva y de tiempo prolongado, constituyendo frecuentemente el problema de salud laboral de mayor importancia. Ocasionalmente puede presentarse parálisis y encefalopatía *plumbica* por exposición industrial. En el sistema neurológico existe fatiga, letitud, anorexia, insomnio, náusea y vómito, depresión e irritabilidad, provocando confusión y deterioro de la memoria, síntomas

neuropsiquiátricos, excitabilidad, disenterias (por ejemplo; insectos arrastrándose por el cuerpo), manía, psicosis tóxica en casos graves; varios días después puede presentarse delirio, convulsiones, coma y la muerte<sup>(19)</sup>.

Los efectos del plomo según los sistemas y órganos del hombre, se describen dentro de la clínica de distintas maneras como lo son: exposición al polvo de plomo (efectos iguales de exposiciones a otros tipos de polvos); exposiciones a largo plazo, siendo la principal diferencia el corto tiempo en que se observa la aparición de los síntomas y la mayor intensidad de estos. Se a descrito una serie heterogénea de signos y síntomas generales e inespecíficos, tales como: decaimiento, fatiga, dolores articulares, tos, impotencia sexual, palidez y temblor; los cuales, no obstante, deben tomarse en cuenta por su frecuente asociación con la intoxicación por plomo. Es un síntoma precoz de intoxicación el llamado vasoespasmio tóxico-cutáneo generalizado siendo en ocasiones hipertensivo, además de presentar el color cutáneo pálido grisáceo bastante llamativo "color *plúmbico*".

#### 5.2. *Intoxicación por plomo inorgánico.*

Es una enfermedad de tipo "insidioso<sup>(22)</sup>", con diferentes manifestaciones. La fatiga, astenia, apatía, irritabilidad y síntomas gastrointestinales vagos son signos tempranos de intoxicación crónica, las extremidades de las estructuras axiales pueden manifestar atralgias y mialgias. A medida que continúa la exposición, progresa la sintomatología en el sistema nervioso central, existen trastornos neuroconductuales, neuropatía periférica (motora) y encefalopatía crónica presentando insomnio, confusión, deterioro de la contracción, problemas de la memoria, gota y neuropatía por gota, insuficiencia renal crónica y anemia; es posible que se presente ictericia cuando hay hemólisis aguda.

## 6. ORGANOS BLANCO.

Entre los principales órganos blancos de la intoxicación plúmbica tenemos:

1. Sistema Hematopoyético.
2. Sistema Nervioso.
3. Sistema Renal.

### 6.1. Sistema hematopoyético.

Uno de los principales y más importante efectos del plomo en el organismo humano es la alteración de la síntesis del grupo heme, el Pb obstaculiza diversos sistemas enzimáticos de los eritrocitos entre otros, deshidratasa y ferroquelatasa del ácido delta-aminolevulinico pudiendo sensibilizar a la persona a la intoxicación por plomo y producir síntomas de envenenamiento agudo por el metal con concentraciones altas de éste en la sangre. Esta alteración se manifiesta con la aparición en la sangre y orina, de concentraciones anormales de Pb y una palidez acentuada (anemia) por hemólisis anormal (de 50 a 70 % de Hb), es característica la palidez facial, especialmente peribucal, mejor conocida como fase saturnina. La anemia es una manifestación de intoxicación por plomo, se caracteriza por una ligera hipocromía usualmente normosistística (como un signo tardío de intoxicación severa en adultos), aunque se ha debatido que la anemia puede presentarse en niños por exposición ambiental; se asocia con reticulosis debido a un acortamiento en la sobrevivencia celular y como respuesta alterada a la eritropoyetina así como la presencia variable de un punteado basófilo. Está reticulosis se debe tanto a una producción disminuida, como a un incremento en la destrucción de eritrocitos. Los efectos del plomo en este sistema son más comunes entre las personas expuestas laboralmente y se presentan principalmente como una intoxicación crónica, en la cual se encuentra elevada la tensión arterial.

### 6.2. Sistema nervioso.

En la intoxicación por plomo el sistema nervioso puede verse afectado de varias maneras como son: la desmielinización de fibras nerviosas motoras que han sido valoradas mediante medición de la velocidad de conducción nerviosa, estando afectado tanto el cerebro como los nervios periféricos; la encefalopatía saturnina es rara en adultos teniendo efectos crónico y subcrónico, se caracteriza por torpeza, irritabilidad, dolor de cabeza, temblor muscular, ataxia y pérdida de la memoria, desorientación, ataques de tipo síncope, parálisis de algunos pares craneales, signos neurológicos localizados, psicosis, somnolencia y en algunos casos puede haber coma, con o sin convulsiones y hasta la muerte.

La generación difusa de las células ganglionares y corticales se acompaña de edema difuso de las sustancia blanca y sustancia gris; los capilares pequeños muestran proliferación endotelial y engrosamiento de pequeñas arterias. Los nervios periféricos más frecuentemente lesionados son los motores, manifestando debilidad de los músculos extensores, el cambio morfológico adopta la forma degenerativa de la vaina de mielina del axón o cilindrojeje<sup>(29)</sup>, por lo tanto, los músculos extensores de la muñeca y los dedos suelen ser los primeros y más

gravemente afectados produciendo la característica caída de la muñeca y dedos conocida como "parálisis radial". La parálisis de los músculos perineos de la pierna originan la caída del llamado "pie en equino"<sup>(35)</sup>. También pueden ocurrir trastornos sensoriales como aumento de la sensación de dolor, calor, frío, etc, o insensibilidad al dolor. Se sabe que el plomo inhibe de alguna manera la transmisión sináptica en el sistema nervioso periférico y los efectos son reversibles con la administración de calcio.

### **6.3. Sistema renal.**

Mucho se ha estudiado respecto a los efectos del plomo sobre los niños, observándose lesión tubular proximal, que se manifiesta por hiperfosfatemia, aminoaciduria, glucosuria e hipofosfatemia, constituyendo el Síndrome de Fanconi, nefritis subintersticial crónica con alteración arterioesclerótica, fibrosis intersticial, atrofia glomerular. La manifestación clínica puede ocurrir mucho tiempo después de terminada la exposición al plomo.

### **6.4. Otros sistemas.**

Se ha descubierto que en la mujer embarazada, el Pb atraviesa fácilmente la barrera placentaria afectando así al producto, los efectos teratogénicos necesitan todavía más estudios, además de producir aborto espontáneo, disfunción ovulatoria, parto prematuro, etc. En el hombre puede ocasionar efectos en la producción de espermatozoides, disminución de la fertilidad e incluso la esterilidad y aberraciones cromosómicas; no hay indicios de que la exposición a compuestos derivados de plomo causen cáncer en el hombre. En el sistema gastrointestinal el síntoma más característico es el cólico, el dolor abdominal difuso no responde al tratamiento. También se han descrito otras manifestaciones como pérdida del apetito, constipación, diarrea, sabor metálico en la boca, disfunción hepática leve e ictericia (debido a la importancia del hígado en la eliminación y almacenamiento en forma temporal del plomo).

En las articulaciones, el Pb frecuentemente causa artralgias y poliartralgias, debido a "gota secundaria" por la interferencia del Pb en las enzimas aminohidrolasa de guanina, cristalizándose y depositándose en las articulaciones. En ocasiones se observan arritmias y cardiomegalia.

## 7. DIAGNOSTICO.

Tiene por objeto la identificación de una enfermedad fundándose en los síntomas de esta. La salud de los trabajadores expuestos, es el mejor indicador de lo saludable o peligroso que es el ambiente de trabajo en que labora. La vigilancia médica debe ser continua y abarcar los aspectos clínicos, de laboratorio y gabinete que sean necesarios. Para su realización; el personal médico debe conocer factores tales como:

- a) El proceso de trabajo en su conjunto.
- b) El puesto de trabajo del obrero examinado.
- c) Las sustancias presentes y sus características fisicoquímicas.
- d) El resultado de las evaluaciones higiénicas realizadas.
- e) Las características de la exposición.
- f) La fisiopatología de las sustancias.

Por último, se debe tener presente que el reconocimiento médico es primordialmente una acción de tipo preventivo, por lo que debe estar encaminado a la detección temprana de las alteraciones de la salud.

Es muy importante realizar la historia médica<sup>(19,36,37)</sup> del personal expuesto, dirigida a obtener datos de una posible intoxicación por Pb y debe incluir los siguientes puntos:

### 1. Interrogatorio:

Serie ordenada de preguntas concretas que se hacen para conocer el estado actual del paciente. Al realizar el interrogatorio se debe contemplar lo siguiente:

- \* Datos generales.
- \* Higiene personal.
- \* Higiene del sitio de trabajo.
- \* Higiene del sitio donde habita el paciente.
- \* Tiempo de exposición.
- \* Hábitos personales (fumar, uso de bebidas alcohólicas, enervantes, etc).
- \* Hábitos alimenticios.
- \* Enfermedad actual (encaminada a conocer el estado orgánico actual).
  - Aparato digestivo (apetito, vómito, estreñimiento..)
  - Aparato respiratorio (disnea, tos, espectoraciones..)
  - Aparato cardiovascular (palpitación, vértigo, hemorragias)
  - Piel (ictérico, azulado, pálido..)
  - Encías (ribete de Burto)
  - Síntomas generales (calosfrío, calentura, sudor .)

### 2. Exploración física:

Basado en la inspección, palpación, percusión y auscultación.

Inspección: Exploración por medio de la vista.

Palpación: Exploración por medio del tacto

Percusión: Procedimiento que consiste en dar golpes con el objeto de producir ruidos, despertar dolor o provocar movimientos.

Auscultación: Exploración por medio del oído.

### 3. Exámenes de laboratorio.

La sintomatología presente en la intoxicación por plomo es una de las manifestaciones clínicas que sirve para corroborar el diagnóstico presuntivo, apoyándose además de manera importante en los estudios de laboratorio. Las pruebas que se han diseñado para este fin se clasifican en dos grupos:

- a) Análisis químico de sangre, pelo, orina y heces para determinar concentraciones de plomo en el organismo; el análisis de sangre es un indicador de dosis interna considerado como de los más confiables para medir la magnitud de la intoxicación, indicado para evaluar la exposición actual, se puede correlacionar con las concentraciones de plomo en el aire, útil para el diagnóstico precoz en estudios epidemiológicos y en diagnóstico inicial a nivel individual; también se usa para evaluar la evolución terapéutica.
- b) Análisis clínico que indican que el plomo ocasiona una alteración metabólica manifiesta, y que eventualmente, puede correlacionarse con el daño aparente a la salud.

Los exámenes deben realizarse:

- Anuales: Si cada valoración en sangre excede de 40  $\mu\text{g}$  Pb/dl.
- Antes de la asignación del personal en una área donde las concentraciones de Pb en el aire sea mayor o a niveles máximos permisibles.
- Tan pronto como sea posible, si un trabajador desarrolla signos o síntomas de intoxicación por plomo<sup>(19)</sup>.

#### 7.1. Tratamiento.

El objetivo principal del tratamiento del paciente en la intoxicación por plomo, consiste en alejar al trabajador del sitio de exposición, para que descendan las concentraciones de plomo en sangre; aunque la mayor parte del metal permanece almacenado en el hueso se va metabolizando con lentitud.

Las infecciones y otras enfermedades intercurrentes y fracturas, pueden dar lugar a una movilización rápida de los depósitos óseos y causar un incremento agudo de las concentraciones séricas, con la posible aparición consiguiente de dolor abdominal, rigidez muscular y encefalopatía.

Las llamadas "tres reglas de oro" del tratamiento antitóxico son:

- a) Evitar que se produzca mayor absorción.
- b) Neutralizar, bloquear o volver inocuo el tóxico.
- c) Favorecer la eliminación.

### 7.1.1. Tratamiento Agudo.

Las concentraciones del EDTA para la quelación dependen de las concentraciones sanguíneas de plomo y el estado clínico del paciente.

- A. En caso leve puede tratarse con penicilamina oral.
- B. Los enfermos con síntomas menos graves y los asintomáticos con concentraciones sanguíneas de plomo entre 55 y 69  $\mu\text{g}/\text{dl}$  pueden tratarse con acetato disódico de calcio solo.
- C. Lavado gástrico con solución diluida de sulfato de magnesio o de sodio con objeto de precipitar al plomo en forma de sulfato de plomo, si se ha ingerido. Administrar dimercaprol (BAL) en una dosis de 4 mg/kg por vía intramuscular cada cuatro horas por treinta dosis.
- D. Cuatro horas después de la primera dosis de dimercaprol, comienza la administración de sal cálcico-sódica del ácido etilendiaminotetracético EDTA  $\text{CaNa}_2$  (TITRIPLEX dihidrato de calcio).
- E. La hemodiálisis es efectiva en la función renal alterada.

Se usan tres compuestos, que forman uniones estrechas con el plomo y por lo tanto, promueven su eliminación de los tejidos. El dimercaprol (antilewisita británica, BAL) se administra en aceite por vía intramuscular; el acetato disódico de calcio (versenato de calcio), por vía intramuscular o intravenosa; y la D-penicilamina (cuprimine) por vía oral<sup>(38,39,40)</sup>.

### 7.1.2. Tratamiento crónico.

Casi todas las intoxicaciones por Pb son de evolución crónica, y para aplicar un tratamiento, se deben establecer los siguientes pasos:

- A. Evitar la fuente crónica en forma permanente.
- B. No se recomienda el tratamiento con quelantes en pacientes asintomáticos.
- C. En caso de existir valores mayores (de 70 a 100  $\mu\text{g}$  Pb/dl de sangre) que es una causa de mortalidad del 25 % y de una morbilidad residual importante, es necesario aplicar terapéutica más agresiva, aplicando el EDTA  $\text{CaNa}_2$  en dosis de 20-30 mg/Kg/día, siendo su forma óptima de administración la perfusión por vía intravenosa en 2 horas, disueltos solución glucosada al 5%, con la limitante de no exceder jamás de 50 mg/Kg/día<sup>(35,38,41)</sup>. El tratamiento tiene buenos resultados en intoxicaciones que no han afectado al sistema nervioso central, pero no tiene la misma eficiencia en personas que sufren de encefalopatía.
- D. Seguir con penicilamina oral.
- E. Debe recibir dimercaprol 4 a 5 mg/kg intramuscular cada cuatro horas por cinco días.

La aplicación del quelato (producto que resulta de la fijación de un ión metálico en un complejo no ionizable, por ejemplo Pb-EDTA que resulta del desplazamiento del Ca del complejo Ca-EDTA; de esta manera se facilita la excreción de Pb a través de la orina<sup>(32)</sup>), sólo se hace después de una valoración cuidadosa en quienes presentan sintomatología de intoxicación

crónica debido a los efectos adversos que producen estos compuestos, ya que en ocasiones producen insuficiencia renal aguda.

La mejoría clínica y la disminución de los signos y síntomas, no reportan datos de la disminución en las concentraciones de Pb en el organismo; ya que al realizar nuevamente exámenes químicos de sangre siguen presentando concentraciones elevadas del metal, esto es debido a la movilización del Pb de los depósitos histicos que pasan al torrente sanguíneo hasta su eliminación total<sup>(38,39,40)</sup>.

La vigilancia médica debe realizarse:

1. Cada 6 meses si es mayor a 40 µg/dl.
2. Cada dos meses si es mayor a 40 µg/dl hasta que dos resultados posteriores consecutivos sean menores de 40 µg/dl.
3. Cada mes durante la eliminación médica de la exposición<sup>(19)</sup>.

Contraindicaciones

- contraindicada la profilaxis con quelantes en trabajadores con insuficiencia renal.
- Muchos de los antidotos por si solos son bastante tóxicos, no deberán emplearse a menos que el diagnóstico de intoxicación haya sido comprobado.

### 7.2. Prevención.

Al respecto la Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) ha realizado grandes acciones emprendiendo medidas muy ambiciosas que incluyen para la industria un estricto control de emisiones evaporativas; para fuentes móviles, programas exhaustivos de inspección y mantenimiento obligatorio, renovación paulatina del parque vehicular además de estudios para la utilización masiva de los medios de transporte colectivo; estas medidas deberán ser impulsadas para mejorar y ampliar los sistemas de prevención actuales. Como un ejemplo, podemos mencionar que en México se han efectuado una serie de mejoras a la gasolina en los últimos años como consecuencia de la evolución de la tecnología de la industria automotriz y recientemente por la imperiosa necesidad de proteger el ambiente<sup>(18)</sup>.

### 7.3. Factores de seguridad en el trabajo.

- A. El trabajador debe cumplir con las normas de seguridad establecidas para evitar enfermedades del trabajo o tener la preparación para la actividad ocupacional, conocer los riesgos a que está expuesto y saber la manera de evitarlos, así como usar el equipo de protección personal necesario para el desarrollo de sus actividades<sup>(42)</sup>.
- Cabeza: viseras y gorras para cubrir el cuero cabelludo del aire atmosférico viciado por el proceso de elaboración; anteojos inastillables para trabajos con aire comprimido y caretas

Tronco: batas, mandiles y delantales deberán usarse sobre el overol cuando se trabaja en lugares húmedos, sucios o polvosos.

Miembros superiores: guantes de seguridad para proteger las manos.

Miembros inferiores: pantalones para proteger las extremidades inferiores, y zapatos industriales para proteger los pies.

Además de trabajar 8 horas y dormir 8 horas, deberá bañarse después de trabajar en medios tóxicos.

- B. El ambiente lo forma el centro de trabajo, las condiciones de contaminación, el clima, la frecuencia, los vientos y los elementos naturales donde se labora y por ello todo trabajo en cualquier circunstancia presupone la existencia de:
1. Conocimiento
  2. Capacidad
  3. Concentración
  4. Organización

Cuando las condiciones del medio en que se trabaja son desfavorables se rompe el equilibrio, se pierde la adaptación al medio y aparece el riesgo profesional. El 7 de Febrero de 1984, la Ley General de Salud<sup>(43)</sup> "art. 1o." del código sanitario de México (art. 4o. constitucional<sup>(44)</sup> fracción XVI del art. 73) señala las siguientes finalidades de protección:

"Art. 2o." El derecho a la protección a la salud, tiene las siguientes finalidades:

- I. Bienestar físico y mental del hombre.
- II. La prolongación y mejoramiento de la vida humana.
- III. Conservación y acrecentamiento de los valores que contribuyen al desarrollo social.
- IV. Extensión de actitud solidaria hacia la salud integral.
- V. El disfrute de salud que satisfaga a la población.
- VI. El conocimiento para el aprovechamiento de los servicios de salud.
- VII. El desarrollo de la enseñanza y la investigación científica y tecnológica hacia la salud.

**HIPOTESIS.**

1. La concentración de plomo en la sangre del personal expuesto se incrementa en relación a su antigüedad laboral y será mayor en el personal expuesto que tenga malos hábitos personales (higiénicos y laborales).
  
2. La concentración de Pb en la sangre del grupo en estudio superará el límite ocupacional permisible establecido en normas nacionales e internacionales.

## DISEÑO METODOLÓGICO.

### 1. Universo de trabajo.

Esta investigación se realizó con los trabajadores de la Terminal de Autobuses Toluca.

La recolección de datos fue mediante una encuesta, utilizando como instrumento al cuestionario, conteniendo un total de 16 preguntas de tipo abierto y cerrado, aplicándolo previo acuerdo con el supervisor general.

El cuestionario se repartió a 60 trabajadores, solamente fueron contestados 47 de ellos. Con base en esto, se seleccionaron a 31 trabajadores que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: mayor antigüedad laboral, hábitos higiénicos deficientes, hábitos personales como el fumar y/o ingerir bebidas embriagantes, para realizar el análisis de Pb en sangre.

### 2. Toma de Muestras.

En esta etapa se realizó la recolección de muestras sanguíneas de los 31 trabajadores, en las instalaciones de la Terminal de Autobuses Toluca, tomando en cuenta lo establecido en el: Manual de Enfermería<sup>(37)</sup> y en los lineamientos de sanidad<sup>(45)</sup>, en un horario de 8:00 a 10:00 a.m. durante el mes de Junio de 1997.

### 3. Transporte y Conservación.

Los tubos vacutainer conteniendo las muestras fueron cerrados perfectamente y colocados en posición vertical (para prevenir derrames) dentro de un termo con hielo, debidamente tapado para evitar su exposición a los rayos solares y transportar al laboratorio<sup>(45)</sup>. Las muestras se conservaron en refrigeración a 5 °C, desde su llegada al laboratorio hasta momentos antes de iniciar el proceso de análisis<sup>(46)</sup>.

### 4. Material.

- Tubos vacutainer de 5 ml.
- Pipetas volumétricas eppendorf de diferentes tamaños.
- Vasos de precipitados de 400 ml.
- Matraces volumétricos de 25 ml.

Todo el material que se utilizó, se lavó con agua y jabón, enjuagado con agua bidestilada y sumergiéndolo durante 12 horas en HNO<sub>3</sub> al 5 %, girándolo ocasionalmente para asegurar la eliminación de impurezas, se enjuagó nuevamente con agua bidestilada y se secó en estufa.

5. Condiciones de operación del equipo.

El equipo que se utilizó fue un Espectrofotómetro de Flama de Absorción Atómica. Marca Perkin-Elmer mod. 5000, siguiendo las condiciones de operación del equipo<sup>(47)</sup>. Los parámetros que se establecieron para realizar el análisis fueron los siguientes: Energía 51, Slit H 0.7, mA 7, Longitud de onda 216.9 nm, Altura 6.5, Profundidad 5; se utilizó una flama de aire-acetileno, con una relación de gases de 35-20 respectivamente.

6. Calibración.

La curva de calibración se estableció por el método de adición de Spikes en un rango de 0 a 1  $\mu\text{g Pb/ml}$ , utilizando 5 ml de sangre heparinizada y agregando diferentes concentraciones de Pb, para formar una serie de patrones con concentraciones de 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1.0  $\mu\text{g Pb/ml}$ , corriendo al mismo tiempo un blanco de reactivos. Se graficó la curva de calibración, teniendo en el eje de las abcisas las concentraciones de Pb en  $\mu\text{g/ml}$  y en el eje de las ordenadas la lectura correspondiente. (Anexo 2)

7. Análisis de la muestra.

El método empleado<sup>(48)</sup> consiste en:

Colocar 5 ml de sangre en un vaso de precipitados, adicionar 10 ml de  $\text{HNO}_3$  concentrado calentando la muestra hasta sequedad incipiente. Retirar de la parrilla, dejar enfriar un poco y lavar las paredes del vaso con un poco de agua, agregar 5 ml de  $\text{HNO}_3$  y 10 ml de  $\text{HClO}_4$  para eliminar la materia orgánica llevando hasta sequedad. Retirar la muestra y agregar aproximadamente 10 ml de agua y 5 ml de  $\text{HCl}$  (1-1) hasta disolver las sales. Trasvasar cuantitativamente en matraces volumétricos de 25 ml y proceder a la determinación de Pb por Espectrofotometría de Flama de Absorción Atómica en muestras y patrones.

## RESULTADOS.

### 1. RESULTADOS DEL CUESTIONARIO.

A continuación se dan a conocer los resultados más importantes del cuestionario aplicado a los 31 trabajadores de la Terminal de Autobuses Toluca, en los siguientes cuadros.

**CUADRO No. 1.**

PERSONAL QUE ACOSTUMBRA A DESAYUNAR ANTES DE LLEGAR A SU TRABAJO.

ACOSTUMBRA A DESAYUNAR	Fx	%
SI	27	87
NO	4	13
TOTAL	31	100

FUENTE: CUESTIONARIO APLICADO (JUNIO, 1997).

**CUADRO 2.**

PERSONAL QUE ACOSTUMBRA A TOMAR ALGUN TIPO DE ALIMENTO EN SU HORARIO DE TRABAJO.

CONSUME ALIMENTOS EN SU JORNADA DE TRABAJO	Fx	%
SI	29	94
NO	2	6
TOTAL	31	100

FUENTE: CUESTIONARIO APLICADO (JUNIO, 1997).

**CUADRO 3.**

NUMERO DE VECES AL DIA QUE EL PERSONAL REALIZA SU LIMPIEZA DENTAL.

CEPILLADO DE DIENTES	Fx	%
1 VEZ AL DIA	24	77
2 VECES AL DIA	5	16
3 VECES AL DIA	2	7
TOTAL	31	100

FUENTE: CUESTIONARIO APLICADO (JUNIO, 1997).

CUADRO 4.

## PERSONAL QUE MANTIENE EL HABITO DE FUMAR.

FUMA	Fx	%
SI	15	48
NO	16	52
TOTAL	31	100

FUENTE: CUESTIONARIO APLICADO (JUNIO, 1997)

CUADRO 5.

## PERSONAL QUE MANTIENE EL HABITO DE TOMAR BEBIDAS EMBRIAGANTES.

BEBER	Fx	%
SI	20	65
NO	11	35
TOTAL	31	100

FUENTE: CUESTIONARIO APLICADO (JUNIO, 1997).

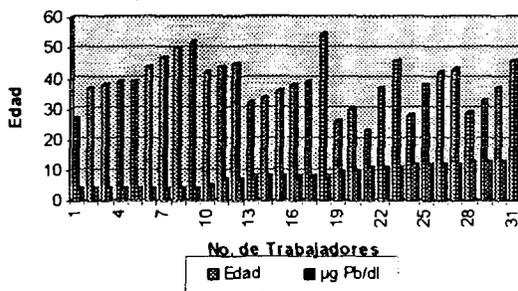
2. RESULTADOS DEL ANALISIS DE PLOMO EN SANGRE REPORTADOS POR EL LABORATORIO.

CUADRO 6.

SUJETO	EDAD AÑOS	ANTIGÜEDAD EN AÑOS	FUMADOR		BEBEDOR		µg Pb/dl
			SI	NO	SI	NO	
1	23	1	X		X		11
2	26	6		X	X		9
3	27	7	X			X	4
4	28	10	X		X		12
5	29	9	X		X		13
6	30	7	X		X		10
7	32	14		X	X		8
8	33	1	X			X	13
9	34	6	X			X	8
10	36	10		X	X		8
11	37	6		X		X	13
12	37	7		X		X	11
13	37	17	X		X		4
14	38	14		X	X		4
15	38	15		X	X		8
16	38	18		X		X	12
17	39	10	X		X		4
18	39	15	X			X	4
19	39	15	X		X		8
20	42	10		X	X		12
21	42	15		X	X		5
22	43	16		X		X	12
23	44	10		X		X	4
24	44	14		X	X		7
25	45	22	X			X	7
26	46	25		X	X		11
27	46	28	X		X		16
28	47	29	X		X		4
29	50	25		X	X		4
30	52	20		X	X		4
31	55	34	X			X	6

GRAFICA No. 1

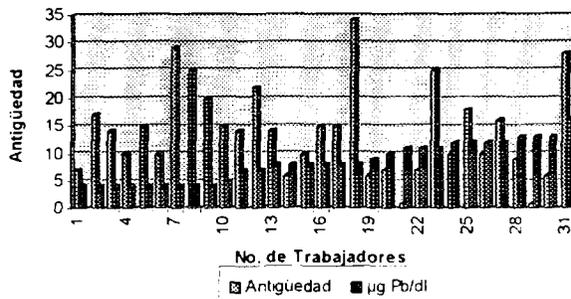
CONCENTRACION DE Pb EN SANGRE DE ACUERDO A LA EDAD EN AÑOS



FUENTE : CUADRO 6.

GRAFICA No. 2

CONCENTRACION DE Pb EN SANGRE DE ACUERDO A LA ANTIGÜEDAD LABORAL



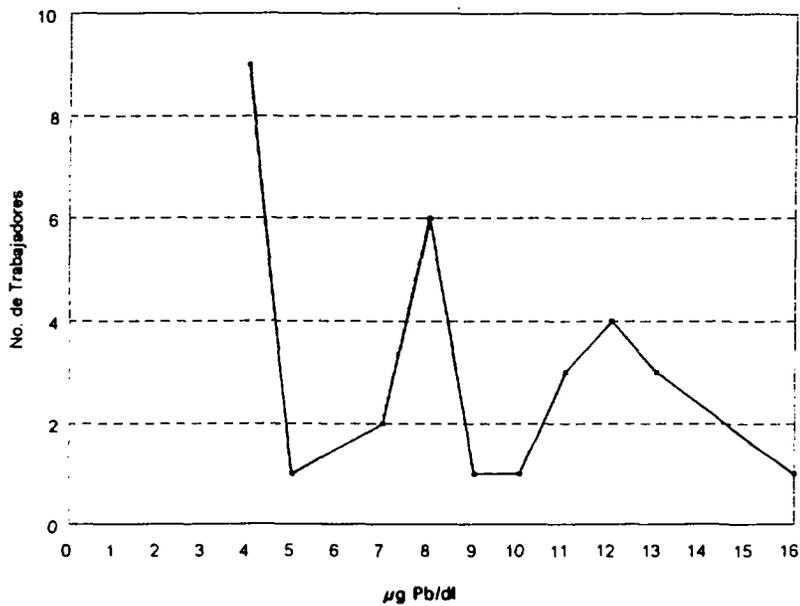
FUENTE : CUADRO 6

A). Las concentraciones de Pb en sangre encontrados en el grupo en estudio se exponen a continuación de manera resumida, mencionando el número de trabajadores entre paréntesis, los  $\mu\text{g Pb/dl}$  así como la edad, antigüedad, hábitos y su respectiva gráfica.

- (9 trabajadores) presentaron 4  $\mu\text{g Pb/dl}$ ; de 27 a 52 años de edad, de 7 a 29 años de antigüedad, 5 de ellos son fumadores y 5 bebedores.
- (1 trabajador) 5  $\mu\text{g Pb/dl}$ ; de 42 años de edad, 15 años de antigüedad, siendo bebedor.
- (2 trabajadores) 7  $\mu\text{g Pb/dl}$ ; de 44, 45 años de edad, 14, 22 años de antigüedad, siendo uno de ellos fumador y el otro bebedor.
- (6 trabajadores) 8  $\mu\text{g Pb/dl}$ ; de 32 a 55 años de edad, 6 a 34 años de antigüedad, 3 son fumadores y 4 bebedores.
- (1 trabajador) 9  $\mu\text{g Pb/dl}$ ; de 26 años de edad y 6 años de antigüedad, presentando el hábito de fumar.
- (1 trabajador) 10  $\mu\text{g Pb/dl}$ , de 30 años de edad, 7 años de antigüedad, presentando el hábito de fumar y beber.
- (3 trabajadores) 11  $\mu\text{g Pb/dl}$ , de 23 a 46 años de edad, 1 a 25 de años antigüedad, 1 es fumador y 2 bebedores.
- (4 trabajadores) 12  $\mu\text{g Pb/dl}$ , de 28 a 43 años de edad, 1 a 25 de años antigüedad, 1 es fumador y 2 son bebedores.
- (3 trabajadores) 13  $\mu\text{g Pb/dl}$ , 29 a 37 años de edad, 10 a 18 años de antigüedad, 3 fuman y 2 son bebedores.
- (1 trabajador) 16  $\mu\text{g Pb/dl}$ , de 46 años de edad y 28 años de antigüedad, presentado el hábito de fumar y beber.

GRAFICA No. 3

CONCENTRACION DE Pb EN SANGRE ENCONTRADOS EN EL GRUPO EN ESTUDIO.



FUENTE: INCISO A

B). A continuación se presentan en cuadros y gráficas los resultados obtenidos del análisis de Pb en sangre (realizado en Agosto-Septiembre, 1997) de acuerdo a los criterios de inclusión.

### CUADRO 7.

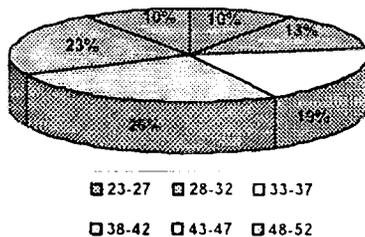
#### EDAD EN AÑOS DE LOS TRABAJADORES DE LA T.A.T.

INTERVALO	Fx	%
23 - 27	3	9.7
28 - 32	4	12.9
33 - 37	6	19.4
38 - 42	8	25.8
43 - 47	7	22.5
48 - 52	3	9.7
TOTAL	31	100

FUENTE: CUADRO 6.

La edad representativa del grupo en estudio se encuentra de 38 a 42 años, con un porcentaje de 25.8, siguiendo el grupo de 43 a 47 años con un 22.5% y los de 33-37 años con un 19.4%, esto significa que la mayor parte de este grupo son trabajadores en edad laboralmente madura.

### GRAFICA No. 4



FUENTE: CUADRO No. 7

### CUADRO 8.

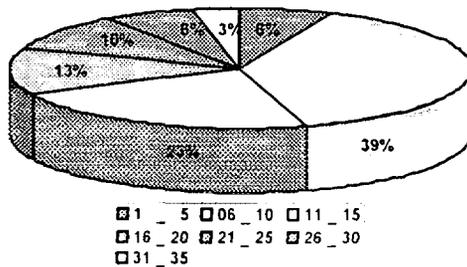
#### ANTIGUEDAD EN AÑOS DE LOS TRABAJADORES DE LA T.A.T.

INTERVALO	F <sub>x</sub>	%
1 - 5	2	6.4
6 - 10	12	38.7
11 - 15	7	22.6
16 - 20	4	13.0
21 - 25	3	9.7
26 - 30	2	6.4
31 - 35	1	3.2
TOTAL	31	100%

FUENTE: CUADRO 6.

El 38.7 % y el 22.6 % tienen una antigüedad de 6 a 10 y de 11 a 15 años respectivamente

GRAFICA No. 5



FUENTE: CUADRO No. 8.

### CUADRO 9.

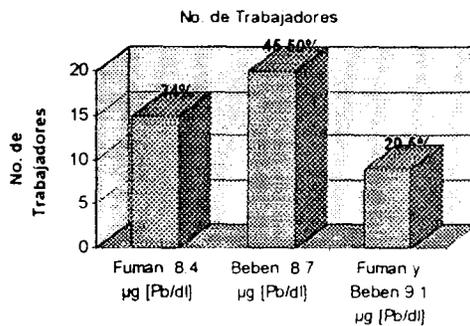
#### HABITOS TOXICOLOGICOS Y CONCENTRACION PROMEDIO DE Pb.

VARIABLE	Fx	%	PROMEDIO µg Pb/dl
FUMAN	15	48.3	8.4
BEBEN	20	64.5	8.7
FUMAN Y BEBEN	9	29.0	9.1

FUENTE: CUADRO 6.

Los que fuman y beben tiene un promedio de 9.1 µg Pb/dl, y representan el 29.0 %, pero el grupo con 8.7 µg Pb/dl representa el 64.5 %

GRAFICA No. 4



FUENTE: CUADRO No 9

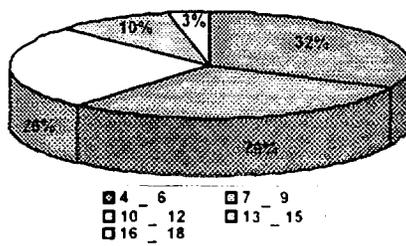
**CUADRO 10.**  
**CONCENTRACION DE Pb EN SANGRE.**

$\mu\text{g Pb/dl}$	Fx	%
4 - 6	10	32.2
7 - 9	9	29.0
10 - 12	8	26.0
13 - 15	3	9.6
16 - 18	1	3.2
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>100</b>

FUENTE: CUADRO 6.

La información del cuadro 10 indica que el 32.2 % del personal (10 personas) se encuentran ubicados en un rango de concentración de 4 a 6  $\mu\text{g Pb/dl}$ , el 29 % (9 personas) están en el rango de 7 a 9  $\mu\text{g Pb/dl}$  y 8 personas que son el 26 % están dentro del rango de 10 a 12  $\mu\text{g Pb/dl}$ , lo cual quiere decir que el 87 % (27 personas) están ubicadas en los tres primeros estratos del cuadro.

**GRAFICA No.7**



FUENTE: CUADRO No. 10.

## DISCUSION DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que los niveles de plomo en sangre en los trabajadores de la Terminal de Autobuses Toluca, se encuentra por debajo del límite establecido por la O.M.S. (1980), el Centro para el Control de las Enfermedades (C.D.C) de los E.U.A y la Comunidad Europea, el cual es de 40  $\mu\text{g}/\text{dl}$  para personal ocupacionalmente expuesto.

Los resultados obtenidos (cuadro 6), indican que las concentraciones van desde 4 hasta 16  $\mu\text{g}$  Pb/dl. También se observa que en los trabajadores que son fumadores crónicos y bebedores sus niveles de concentración varían entre 11-16  $\mu\text{g}$  Pb/dl, las personas que son bebedoras ocasionalmente y no fuman, así como los fumadores ocasionales y no bebedores o los bebedores y fumadores ocasionales, tienen un rango menor que el grupo anterior, este rango va de 4 a 10  $\mu\text{g}$  Pb/dl. La edad y la antigüedad parecen no influir en la generalidad del grupo, salvo en el caso del sujeto 27 que presenta una concentración de 16  $\mu\text{g}$  Pb/dl, 28 años de antigüedad y 46 años de edad. El sujeto 1 presenta una concentración de 11  $\mu\text{g}$  Pb/dl, tiene poca edad y una antigüedad mínima, pero tiene el antecedente de haber sido durante una etapa de su vida, fumador y bebedor crónico. Los sujetos 5, 8 y 11, tienen una antigüedad promedio de 5 años y una concentración de 13  $\mu\text{g}$  Pb/dl pero, son fumadores crónicos. Los sujetos 4, 16, 20 y 22, tienen una antigüedad promedio de 14 años y una concentración 12  $\mu\text{g}$  Pb/dl.

Los resultados analíticos concuerdan con otras investigaciones (10 a 30  $\mu\text{g}$ , Corey 1989), en las que se señala que en la actualidad existe realmente un decremento de la concentración de Pb en el medio ambiente en general, incluyendo las atmósferas laborales, combustibles de uso común, etc., y que estas concentraciones no superan el límite ocupacional permisible establecido en las normas nacionales e internacionales. Si bien es cierto que existe una reducción considerable de riesgo de exposición al Pb y que las concentraciones de este en sangre están por debajo de los límites permisibles, sin presentar los trabajadores sintomatología alguna por intoxicación, esto no quiere decir que no exista el riesgo, esta situación hace necesario mantener y adoptar o adaptar medidas de control más estrictas en cuanto a las emisiones de productos peligrosos derivados de la combustión con el fin de prevenir riesgos hacia los grupos considerados de alto riesgo por ser personal ocupacionalmente expuesto.

Las medidas de seguridad empleadas por la empresa son las adecuadas y el tiempo de exposición es mínimo, debido a que la Terminal de Autobuses Toluca se puede considerar como una fuente abierta; es decir, que laboran en espacio abierto y por lo tanto las emanaciones de los productos derivados de los combustibles no se condensan en el interior del área de trabajo, sino que fluyen con mayor rapidez hacia la atmósfera, disminuyendo la exposición y/o absorción del metal al organismo.

El grupo en estudio presenta un promedio de 8  $\mu\text{g}$  Pb/dl de sangre, éste promedio esta por debajo del rango considerado normal y que reportan organizaciones como el Centro para el Control de las Enfermedades de los E.U.A. y la Comunidad Europea, el cual va de 10 a 30  $\mu\text{g}$  Pb/dl, con una media de 17  $\mu\text{g}$  Pb/dl, para personal no ocupacionalmente expuesto. Las investigaciones de estas

organizaciones han sido realizadas en diferentes grupos de personas de zonas urbanas y rurales y que no están expuestas al Pb a excepción de la incorporación por alimentos, agua, etc.

El análisis por Espectrofotometría de Flama de Absorción Atómica es la técnica más referenciada en los estudios de investigación para detectar plomo en sangre, ya que permite cuantificar el plomo en sangre total y no tiene grandes interferencias, la cantidad de sangre para realizar el análisis es de 5 ml y el manejo y limpieza del equipo se realiza fácil y rápidamente.

La técnica de ataque ácido utilizado para la digestión de las muestras, es rápido y no requiere de mucha manipulación, tiene una recuperación del 95 al 100 % de plomo según indica la bibliografía consultada, esto se comprobó en algunas muestras a las que se les añadió una cantidad conocida de plomo de acuerdo al método de adición de Spikes y las lecturas de absorbancia fueron iguales a las obtenidas con los patrones de la curva de calibración, por lo que se comprobó que la pérdida de plomo es mínima. El análisis de las muestras y patrones se realizó en original y duplicado, siendo semejantes los resultados obtenidos en ambos casos, y el límite de detección mínimo para elaborar la curva de calibración fue de 0.1  $\mu\text{g/ml}$  de Pb. Por lo anteriormente expuesto se concluye que las concentraciones de plomo obtenidas en la sangre del grupo en estudio son altamente confiables. Por otro lado, los reactivos empleados para el ataque de las muestras fueron de grado analítico y son de uso común en un laboratorio de análisis químicos, pero se deben respetar las normas de seguridad industrial y emplear el equipo de protección personal adecuado al utilizarlos; debido a que por sus características ácidas, son corrosivos y su empleo es delicado y peligroso.

En el grupo bajo estudio, se observó que factores tales como; la edad, antigüedad, hábitos y costumbres no influyeron de manera significativa en la absorción del metal al organismo, pues las concentraciones encontradas en los trabajadores, son similares en casi todos ellos. Una probable explicación podría ser que su organismo metaboliza rápidamente el metal y lo excreta por las diferentes rutas conocidas debido a que podría influir su rol de trabajo, cambio de turno, tipo de alimentación. Si además se consideran otros factores como: el que llevan a cabo sus hábitos higiénicos personales diarios, lugar de residencia, días de descanso, ropa de trabajo y equipo de protección personal adecuado proporcionado por la empresa, su actividad física y deportiva; se puede decir que estos puntos son realmente relevantes para que la incorporación del plomo al organismo sea mínima y por consiguiente las concentraciones de plomo en sangre se encuentren reducidas.

La intoxicación por plomo es uno de los problemas de salud más difíciles de controlar y detectar, ya que en su fase inicial no presenta una sintomatología aguda. A pesar de que las concentraciones de plomo en sangre encontradas en personal ocupacionalmente expuesto, están por debajo de los límites establecidos (40  $\mu\text{g/dl}$ ) por diversos organismos internacionales como: La Comunidad Europea, OMS, OSHA, OPS, NIOSH, etc., esto demuestra que su organismo no se encuentra exento de dicho metal. Por lo que se hace necesario llevar a cabo exámenes médicos y clínicos al personal desde su ingreso y por lo menos una vez al año.

Diversos autores mencionan que la disminución del tetraetilo de plomo en las gasolinas utilizado como antidetonante ha sido benéfico, y que ha sido sustituido por Metil-terc-butil Eter,

ayudando por consiguiente a disminuir las concentraciones de este metal en la atmósfera, sin embargo en algunas regiones del País aun se sigue vendiendo gasolina con tetraetilo de plomo. Se puede decir que todavía no estamos exentos de este problema, ya que como lo demuestran los resultados obtenidos en esta investigación, aunque las concentraciones se encuentran por debajo del nivel máximo permisible, el plomo se encuentra en el organismo.

Consideramos que estudios de este tipo, hacen objetiva la participación preventiva del personal de enfermería, el modelo empleado, puede permitir su extensión a otro tipo de estudios de intoxicación por metales, lo que implica el propósito de ampliar nuestra intervención como parte del equipo de salud.

## SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES.

1. Fortalecer las políticas, programas y normas, mediante estudios de monitoreos biológicos y ambientales, para seguir disminuyendo los niveles de plomo en el ambiente y por consiguiente en el organismo humano.
2. Dar asesoría y cursos de educación continua al personal médico y laboral, sobre Seguridad e Higiene Industrial por lo menos una vez al año.
3. Monitorear periódicamente los niveles de plomo en el organismo humano de las poblaciones consideradas como de alto riesgo (niños, personal ocupacionalmente expuesto, mujeres embarazadas, etc.).
4. Evaluar constantemente los programas de seguridad elaborados para disminuir aun más las concentraciones del metal en los distintos medios; con base en estos datos, diseñar material educativo para su difusión en centros de trabajo y a la población en general.
5. Llevar a cabo más investigaciones de este tipo en concordancia con otras instituciones del sector salud, para conocer el grado de efectividad de diversas estrategias para diagnosticar, prevenir y tratar la intoxicación por Pb, así como las diferentes técnicas utilizadas para el análisis de las muestras para saber y dar a conocer las más eficaces de acuerdo a nuestro ámbito social y económico.
6. Acceso al público a bases de datos con información sobre producción y/o utilización del Pb, su reciclado y tecnologías disponibles que permitan reducir sus concentraciones y disminuir los riesgos.
7. Se considera que sería importante realizar un monitoreo ambiental en horas de máximo flujo vehicular, para conocer las concentraciones de plomo existentes en el ambiente laboral de la terminal.
8. Con base en estos datos, saber si los valores ambientales son equiparables a los indicados como límites máximos permisibles y con los existentes en el organismo de los trabajadores, por lo que las conclusiones en cuanto a estas dos variables no pueden establecerse en forma definitiva.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.**

1. Salazar, S., Mayola, V.Z.N., Luna, M.E. 1990. Revista Médica IMSS, 28:45-49.
2. Finkelman, J., Corey, G., Calderón, R. 1995. Epidemiología ambiental: Un proyecto para América Latina y el caribe. pp 116-127.
3. González, R.J.D. 1986. Intoxicación por plomo. pp 125-128.
4. García, L.R., González, R.J.D., Molina, B.G. 1986. Intoxicación por plomo. pp 129-142.
5. García, M.E., Junco, M.P. 1987. Intoxicación por plomo. pp 143-160.
6. Corey, O.G., Galvao, L.A.C. 1989. Plomo pp 1-3,10,19.
7. CONACYT. 1995. Ciencia y desarrollo. pp 179.
8. De Juan y Peñalosa, J. 1985. Historia Ilustrada del siglo XIX. pp 13.
9. Piedrola, G.G. 1990. Medicina preventiva y salud pública. pp 286.
10. Wood, H.J., Keenan, W. C. 1984. Fundamentals of College Chemistry. pp 293.
11. Hawley, G.G. 1984. Diccionario de Química y de productos químicos. pp 791-796.
12. Sybil, P.P. 1989. Dictionary of Chemistry. pp 350-352.
13. Hampel, C.A. 1973. The Encyclopedia of Chemistry. pp 618-620.
14. Albert, L.A.O. 1990. Curso básico de toxicología ambiental. pp 108.
15. Rosas, V.E. 1991. Cuantificación de plomo en leche cruda que se producen en algunas zonas del valle de Toluca mediante técnicas analíticas. pp 13.
16. Picazo, G.S.E. 1989. Plomo e hidrocarburos. pp 173-176.
17. Harrison, R.M., Laxen, D.P.H. 1978. Nature. pp 738-740.
18. Alcerreca, S.V. 1994. Alternativas Tecnológicas. pp 36-31.
19. La Dou, J. 1993. Salud Ambiental. pp 685,689,398,399,400.
20. Lara, F. E. M. C. J. M. S. P. 1989. Factores asociados a los niveles de plomo en sangre en residentes de la Ciudad de México. pp 626.

21. **Perez, Z. A. J.** 1990. Toxicidad del plomo ambiental sobre la biosíntesis de las porfirinas eritrocitarias. pp 36.
22. **Occupational Safety Health Administration.** 1989. Government printing office. pp 80.
23. **American conference of Government industrial Hygienists.** 1984. Threshold limit values for chemical substances and physical agents in the work environment with intended changes. pp 67.
24. **Mahaffey, K. R., Anest, J.L., Roberts, J., Murphy, R. S.** 1982. New Englad Journal Medical. pp 573-579.
25. **Diario Oficial de la Federación.** 1994. pp 67-69.
26. **Secretaría del Medio Ambiente. Recursos Naturales y Pesca.** 1997. Lo que usted debe saber sobre el plomo. pp 5.
27. **Martínez, C. F.** 1990. La Salud en el Trabajo. pp 125.
28. **Reyes, M. E., De León, R. I.** 1988. La acción del plomo en el feto durante la gestación y en el niño recién nacido. pp 6-12.
29. **Tortora, G.J., Anagnostakos, N.P.** 1989. Principios de Anatomía y fisiología. pp 559-561, 322-332.
30. **Laguna-Piña.** 1990. Bioquímica. pp 493.
31. **Mahaffey, K. R.** 1990. Environ Health Perspect. pp 75-78.
32. **Braier, L.** 1981. Diccionario Enciclopédico de Medicina. pp 936-1002.
33. **Dreisbach, R. H.** 1984. Manual de Toxicología Clínica. pp 213
34. **Valenti, F.** 1981. Medicina interna. pp 981.
35. **Gisbert, C.S.A.** 1992. Medicina legal y toxicología. pp 739,744.
36. **Ortega, C.M.** 1990. Propedeutica fundamental. pp 13-47.
37. **Brunner, L.S.** 1991. Manual de enfermería. pp 1722-1723.
38. **Krupp, M. A.** 1993. Diagnóstico Clínico y tratamiento. pp 1268-1269.
39. **Jay, H. S.** 1983. Medicina Interna. pp 2031.
40. **Harrison.** 1987. Principios de Medicina Interna. pp 1043.
41. **Montoya, C. M. A.** 1992. Toxicología Clínica. pp 287.

42. Lazo, C. H. 1992. Higiene y Seguridad Industrial. pp 216.
43. Ley General de Salud. 1990. pp 1.
44. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 1989. pp 9-10.
45. Carreón, V.T., López, C.L., Romieu, I. 1995. Manual de procedimientos en la toma de muestras biológicas y ambiental para determinar niveles de plomo. pp 86.
46. Pesce, K. 1990. Química Clínica; Métodos. pp 407-417.
47. Perkin-Elmer. 1976. Standards Conditions for Atomic Absorption.
48. Sunshine, I. 1978. Methodology for Analytical Toxicology. pp 204-209.

## BIBLIOGRAFIA.

1. Albert, L.A.O. 1990. Curso básico de toxicología ambiental. Noriega. CPEHyS/OPS/OMS. México. pp 108.
2. Alcerrecá, S.V.1994. tendencias para el mejoramiento de la calidad de combustibles, automotrices e industriales. Alternativas Tecnológicas. 45:36-31.
3. Alvarez, M. E. M. 1989. Determinación de plomo en sangre humana por reflexión total de rayos X. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad del Valle de Guatemala.
4. American conference of Government industrial Hygienists. 1984. Threshold limit values for chemical substances and physical agents in the work environment with intended changes. U.S. pp 67.
5. Berkow, R. 1994. El manual merk. 9 ed. Mosby/Doyma libros. México. pp 2349-2352.
6. Braier, L. 1981. Diccionario Enciclopédico de Medicina. 4 ed. Jims. España. pp 936-1002.
7. Brunner, L.S. 1991. Manual de enfermería. 4 ed. Interamericana. México. Tomo 6. pp 1722-1723.
8. Carreón, V.T., López, C.L., Romieu, I. 1995. Manual de procedimientos en la toma de muestras biológicas y ambiental para determinar niveles de plomo. INSP/OPS/DDF. México. pp 86.
9. CONACYT. 1995. Griegos y Romanos fueron los grandes contaminadores de la historia. Ciencia y desarrollo. 21:179.
10. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 1989. 86a ed. Porrúa. México. pp 9-10.
11. Corey, O.G., Galvao, L.A.C. 1989.serie vigilancia 8. Plomo. CPEHyS/OPS/OMS. México. pp 1-3,10,19.
12. Criterios de Salud Ambiental 3. Plomo. 1979. OMS/OPS. pp 1-169.
13. De Juan y Peñalosa, J. 1985. Historia Ilustrada del siglo XIX. Tomo 1. Cumbre. México. pp 13.
14. Diario Oficial de la Federación. 1994. NOM-0026-SSA1-1993. Salud ambiental, criterio para evaluar la calidad del aire, plomo. Valor permisible para la concentración de plomo en el aire ambiental como medida de protección a la salud de la población. México. pp 67-69.
15. Dreisbach, R. H. 1984. Prevención, diagnóstico y tratamiento. Manual de Toxicología Clínica. 5a ed. Manual moderno. México. pp 213.
16. Environmental Protection Agency. EPA. 1988. Derivados alquílicos de plomo: Efectos sobre la salud y el ambiente. Documento provisional. CPEHyS/OPS/OMS. Metepec, México. pp 1-78.
17. EPA. 1991. Establishes maximum containment level goals and national primary drinking water regulations for levels of lead and copper in drinking water. Federal Register. June 7; 56:26460-26564.
18. Finkelman, J., Corey, G., Calderón, R. 1995 Epidemiología ambiental: Un proyecto para América Latina y el caribe. CPEHyS/OPS/OMS. México. pp 116-127.

19. García, L.R., González, R.J.D., Molina, B.G. 1986. Contaminación por plomo en el medio rural In: IMSS, Jefatura de enseñanza e investigación. Intoxicación por plomo. pp 129-142.
20. García, M.E., Junco, M.P. 1987. Prevención en el medio laboral In: IMSS, Jefatura de servicios de enseñanza e investigación. Intoxicación por plomo. pp 143-160.
21. Gisbert, C.S.A. 1992. Medicina legal y toxicología. 4 de. Masson-salavat medicina. España. pp 739,744.
22. González, B. J. M. 1992. Tecnología y métodos de laboratorio clínico. Ed. Salvat. México. pp 187-191.
23. González, R.J.D. 1986. Contaminación con plomo en el medio urbano In: IMSS, Jefatura de enseñanza e investigación. Intoxicación por plomo. pp 125-128.
24. Gunner, F.N., Lars, F. 1994. Handbook on the toxicology of metal. volumen 1. E. YSEULEN. U.S. pp 780.
25. Hampel, C.A. 1973. The Encyclopedia of Chemistry. Third edition. Van Nostrand Reinhold company. U.S. pp 618-620.
26. Harrison. 1987. Principios de Medicina Interna. 7a ed. Interamericana Mc Graw-Hill. México. Tomo 2. pp 1043.
27. Harrison, R.M., Laxen, D.P.H. 1978. Natural source of tetraalkyl lead in air. Nature. 275:738-740.
28. Hawley, G.G. 1993. Diccionario de Química y de productos químicos. 6 ed. Omega. España. pp 791-796.
29. Hohnadel, R. T. B. 1992. Clinical Laboratory Medicine. Ed. Morby Year Book. U.S.A. pp 363-367.
30. IMSS. 1991. Intoxicación por plomo. Diagnóstico de posible intoxicación por plomo. 5:57.
31. Jay, H. S. 1983. Medicina Interna. Barcelona-Salvat. Tomo 2. pp 2031.
32. Krupp, M. A. 1993 Diagnóstico Clínico y tratamiento. El Manual Moderno. México. pp 1268-1269.
33. La Dou, J. 1993. Salud Ambiental. Medicina laboral. El manual moderno. México. pp 685,689,398,399,400.
34. Laguna-Piña. 1990. Bioquímica. 4 ed. Salvat. México. pp 493.
35. Lara, F. E, M. C. J, M. S. P. 1989. Factores asociados a los niveles de plomo en sangre en residentes de la Ciudad de México. Vol. 31. 5:626.
36. Lazo, C H. 1992. Higiene y Seguridad Industrial. Ed. Porrúa. pp 216.
37. Ley General de Salud. 1990. 6a ed. Porrúa. México. pp 1.
38. Macedo, G. A. L. 1997. Seguridad con el plomo. Boletín informativo. Año 1. No. 1. Febrero. pp 1-5.
39. Mahaffey, K. R., Annest, J.L., Roberts, J., Murphy, R. S. 1982. National estimates of blood lead levels: U.S, 1976-1980: Association with selected demographic and socioeconomic factors. New Englad Journal Medical. 307:573-579.
40. Mahaffey, K. R. 1990. Environmental lead toxicity: Nutritions as a componet of intervention. Environ Health Perspect. 89:75-78.
41. Martínez, C. D., Del Real, S. J. M. 1979. Niveles sanguíneos de plomo en alfareros de Valle de Bravo detectados por Absorción Atómica. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina. UAEM Toluca, México.

42. Martínez, C.F. 1990. La salud en el trabajo. México. pp 135.
43. Mc. mullen, T.B., Faoro, R.B., Morgan, G.B. 1970. Profile of pollutant fractions in non-urban suspended particulate matter. J. air pollut control asso. U.S. pp 362-369.
44. Montoya, C. M. A. 1992. Plomo y otros metales 17. Toxicología Clínica. Méndez editores S.A de C.V. México. pp 287.
45. Neira, B. M. E. 1986. Aspectos toxicológicos de agentes químicos. CPEHyS/OPS/ONU. Metepec, México. pp 88-90.
46. Occupational Safety Health Administración. 1989. Criteria for a recommended standard: Occupational exposure to inorganic lead. Government printing office. Washintong D.C U.S pp 80.
47. Organización Mundial de la Salud. 1980. Límites de exposición profesional a los metales pesados que se recomienda por razones de salud. Informe de un grupo de estudio de la OMS. Ginebra, Suiza. 532:126.
48. Ortega, C.M. 1990. Propedeutica fundamental. 14 ed. Méndez Oteo. México. pp 13-47.
49. Palazuelos. 1995. La contaminación por plomo, sus efectos y su costo. Teorema. Año 1. No. 3, Diciembre/Marzo. pp 18-19.
50. Perez. Z. A. J. 1990. Toxicidad del plomo ambiental sobre la biointesis de las porfirinas eritrocitarias. pp 36.
51. Perkin-Elmer. 1976. Standards Conditions for Atomic Absorption. Standard Conditions for Lead.
52. Pesce, K. 1990. Química Clínica, Métodos. ed. Panamericana. Argentina. pp 407-417.
53. Picazo, G.S.E. 1989. Plomo e hidrocarburos. Secretaria de la Defensa Nacional. S.D.N-DDF. México. pp 173-176.
54. Piedrola, G.G. 1990. Medicina preventiva y salud pública. 8a ed. Salvat. España pp 286.
55. Plunkett, E. R. 1968. Manual de Toxicología Industrial. Bilbao: España-Calpe. pp 440-443.
56. Reyes, M. E., Deleón, R. I. 1988 La acción del plomo en el feto durante la gestación y en el niño recién nacido. Instituto Politécnico Nacional. Informe Técnico. pp 6-12.
57. Rosas, V.E. 1991. Cuantificación de plomo en leche cruda que se producen en algunas zonas del valle de Toluca mediante técnicas analíticas. Tesis de licenciatura. Facultad de Química, UAEM. Toluca, México.
58. Salazar, S., Mayola, V.Z.N., Luna, M.E. 1990. Estudio de la disminución de niveles de plomo en trabajadores de una fundición. Un ejemplo de epidemiología interactiva. Revista Médica IMSS, 28:45-49.
59. San Martín, F. H. 1981. Salud y Enfermedad. Higiene Publica. La Prensa Médica Mexicana. pp 543-545.
60. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1997. Lo que usted debe saber sobre el plomo. Serie plomo No. 1 Instituto Nacional de Ecología, Cámara Minera de México. CAMIMEX. pp 5.
61. Stanley, L. R. 1992. Patología estructural y funcional. Madrid. McGraw-Hill Interamericana. Vol. 1. pp 523-526.
62. Sunshine, I. 1978. Metodology for Analytical Toxicology. CRC Press. pp 204-209.
63. Sybil, P.P. 1989. Dictionary of Chemistry. Mc Graw-Hill. U.S pp 350-352
64. Tavera, B.J. 1981. Seguridad Industrial. 3 ed. México. pp 341-346

65. Tortora, G.J., Anagnostakos, N.P. 1989. Principios de Anatomía y fisiología. 5 ed. Harla. México. pp 559-561,322-332.
66. Valentí, F. 1981. Medicina interna. Marín. México. pp 981.
67. Van Loon, J. C. 1985. Selected methods of trace metal analysis biological and environmental samples. Vol. 80. N.Y. pp 200-201.
68. Villagómez, G. 1995. Higiene y Seguridad. Lo que usted debe saber acerca de la seguridad con el plomo. Protección civil patrimonial y ecología. Vol. XXXVI. No. 9, Septiembre. pp 10-13.
69. Wood, H.J., Keenan, W. C. 1984. Fundamentals of College Chemistry. 2 ed. Harper & Row Publishers INC. U.S pp 293.
70. Ximenez, H. L. 1980. Espectroscopia de Absorción Atómica. Madrid, España. Publicaciones Analíticas. Vol. 1. pp 7-30.



9. ¿Durante o después de su jornada de trabajo a presentado algún síntoma como...

Falta de apetito	SI	NO
Cansancio	SI	NO
Dolores musculares	SI	NO
Dolor de cabeza	SI	NO
Dolor de estómago	SI	NO
Temblores musculares	SI	NO
Nerviosismo	SI	NO
Irritación de ojos	SI	NO
Irritación de garganta	SI	NO
Irritabilidad	SI	NO
Mareo	SI	NO
Náusea	SI	NO
Vómito	SI	NO

10. ¿Cuántas veces al año goza de periodos vacacionales?

11. ¿Cuántos días goza en cada periodo vacacional?

12. ¿Se ha realizado exámenes médicos?

SI NO

13. ¿Cada cuánto?

14. ¿Qué tipo de examen?

15. ¿Conoce los riesgos a su salud que le puede ocasionar la exposición a la inhalación de estos humos?

SI NO

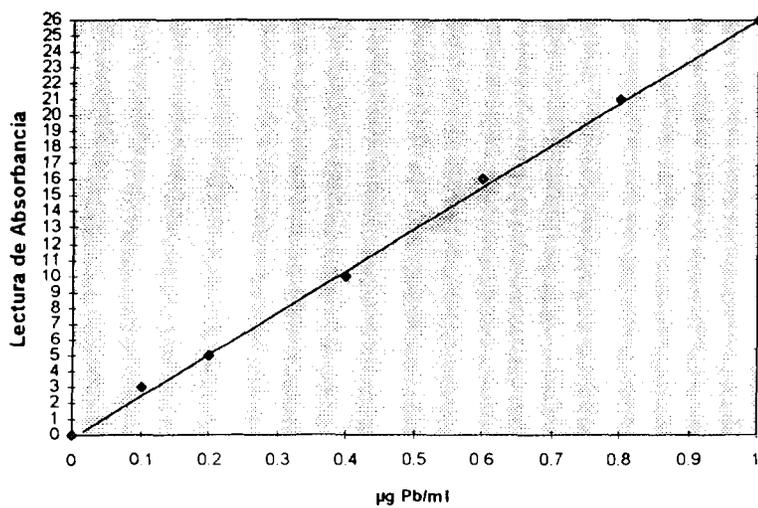
16. ¿Cuáles son?

POR SU COLABORACIÓN. GRACIAS.

## ANEXO 2

### DETERMINACION DE Pb EN SANGRE POR E. A. A. METODO DE DIGESTION ACIDA

#### Curva De Calibración.



[Pb]	Lec. Abs.
0	0
0.1	3
0.2	5
0.4	10
0.6	16
0.8	21
1.0	26

**Esta Tesis fue Elaborada en su Totalidad  
en la Empresa**

**TESIS PERLA  IMPRESORES**

**AV. J. M. MORELOS Nos. 1011 - 10 - 13  
COL. CENTRO MERCED TOLUCA, EDO. DE MEX.**

**Gracias por darnos la oportunidad de servirle**