

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN AGUA POTABLE

DE ZONAS ALEDAÑAS A MET – MEX PEÑALES

TORREÓN COAHUILA

POR

INES TORRES FLORES

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA, MEXICO

FEBRERO 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN AGUA POTABLE DE

ZONAS ALEDAÑAS A MET – MEX PEÑALES

TORREÓN COAHUILA

POR

INES TORRES FLORES

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

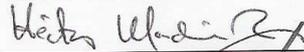
**CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN EL AGUA POTABLE DE ZONAS
ALEDAÑAS A MET - MEX PEÑALES, TORREÓN, COAHUILA**

TESIS DEL C. **INES TORRES FLORES** QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:


DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS

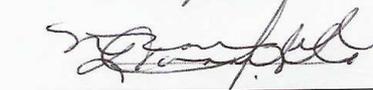
ASESOR:


DR. MARIO GARCÍA CARRILLO

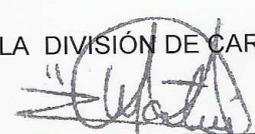
ASESOR:


ING. JOEL LIMONES AVITIA

ASESOR:

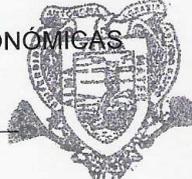

Q.F.B. NORMA LYDIA RANGEL CARRILLO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


M.C VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN. COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO 2009


Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

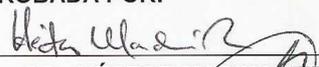
**CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN EL AGUA POTABLE DE ZONAS
ALEDAÑAS A MET – MEX PEÑOLES, TORREÓN, COAHUILA.**

TESIS DEL C. INES TORRES FLORES QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

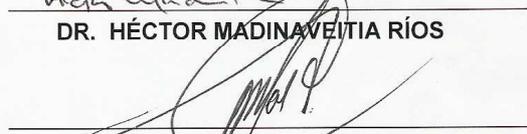
APROBADA POR:

PRESIDENTE:



DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS

VOCAL:



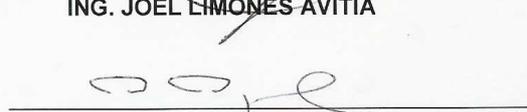
DR. MARIO GARCÍA GARRILLO

VOCAL:



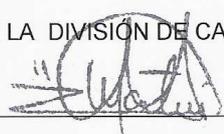
ING. JOEL LIMÓNES AVITIA

VOCAL SUPLENTE:

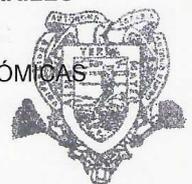


DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



M.C VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN. COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO 2009

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por darme la vida, fortaleza y la oportunidad de llegar hasta donde hoy me encuentro y gracias a ello hoy termino una etapa de mi vida.

A MI FAMILIA

Por brindarme su ayuda en cada momento que lo necesitaba y contar con ellos incondicionalmente, a cada uno de los miembros les agradezco, cada uno de sus esfuerzos, apoyo, confianza y amor que con mi tuvieron. El ser profesionista no nomas es mi triunfo si no que también se los debo a ellos, que me ayudaron a concluir mis estudios muchas gracias que DIOS este siempre en sus corazones.

A MI ALMA TERRA MATER

Por haberme aceptado en sus puertas y apoyado en el área del conocimiento y del saber gracias a ello hoy soy un profesionalista.

A MIS ASESORES

Con todo respeto al **DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS**, por su valiosa colaboración, apoyo y dedicación en la realización de esta investigación.

AL DR. MARIO GARCÍA CARRILLO, por sus valiosos aportes a esta investigación y su dedicación incondicional.

AL ING. JOEL LIMONES AVITIA, por su valiosa sugerencia y acertados aportes en cada una de las páginas de esta tesis.

A LA Q.F.B. NORMA LYDIA RANGEL CARRILLO, colaboración y ayuda incansable en la realización de esta tesis.

DEDICATORIAS

A DIOS

Por la oportunidad de nacer, vivir y crecer y gracias a todo esto hoy termino una etapa de mi vida.

A MIS PADRES

Que a ellos les debo parte de mi formación:

A mi padre Sr. Francisco Torres Amigón.

Cada pagina de esta investigación es para se que siempre me apoyaste en tiempo difíciles.

A mi madre Sra. Victoria Flores García. Cada parte de esta tesis se la debo a usted mama gracias por su amor y apoyo incondicional que me hicieron fuerte y terminar mi carrera.

A MIS HERMANOS (AS)

Raquel, Margarita, José, Francisco, Carolina, por estar siempre conmigo en los momentos de alegrías y momentos difíciles gracias por sus consejos y su apoyo en todo hacia mi persona.

A MIS SOBRINOS (AS)

Aideé, Elizabeth, Eliseo, gracias por siempre contar con ustedes y en especial a ti sobrina que siempre me has apoyado en todo mil gracias.

A MIS AMIGOS (AS)

De una forma u otra forma me ayudaron y me apoyaron en la estancia en la universidad gracias porque su amistad es muy valiosa, y a cada una de las personas que me brindó su amistad me he quedado con buenos recuerdos.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. OBJETIVOS	4
3.1. Objetivo General.....	4
3.2. Objetivo Específico.....	4
IV. METAS	4
V. HIPÓTESIS	5
5.1. Hipótesis de Investigación.....	5
5.2. Hipótesis Nula.....	5
VI. REVISIÓN DE LITERATURA	6
6.1. Problemática ambiental.....	8
6.2. El plomo.....	9

6.3.	Fuentes de contaminación.....	10
6.3.1.	Fuentes antropogénicas.....	10
6.3.2	Fuentes antropogénicas según su uso.....	11
6.4.	Exposición del Plomo.....	11
6.4.1	Exposición ocupacional.....	11
6.4.2	Exposición domestica.....	12
7.	El agua como fuente de exposición.....	13
7.1	Distribución y uso del plomo.....	13
7.2	Efectos d el plomo en la salud.....	14
7.3	Plomo en los niños.....	15
7.4	Absorción del plomo.....	15
7.5	Signos y síntomas de una exposición continua al plomo.....	16
7.5.1	Exposición muy baja.....	16
7.5.2	Exposición Leve.....	16
7.5.3	Exposición moderada.....	16
7.5.4	Exposición alta.....	17

7.6	Distribución del plomo en el ser humano.....	17
7.7	Vida media del plomo en el ser humano.....	18
8	Transformación de los metales en el medio ambiente.....	18
8.1	Toxicología del plomo.....	19
8.2	Tipos de intoxicación por plomo.....	20
8.2.1	Intoxicaciones agudas.....	20
8.2.2	Intoxicaciones crónicas de plomo inorgánico.....	20
8.2.3	Toxicidad del plomo en el ambiente.....	21
9	El plomo en el cuerpo humano.....	22
9.1	Metabolismo.....	22
9.1.1	Excreción.....	23
9.1.2	Tratamiento.....	23
9.1.3	Prevención.....	24
10	Producción de plomo en México.....	24
11	Contaminación del agua.....	25
11.1	Plomo en el agua potable.....	26

11.2	Normatividad ambiental.....	28
11.3	Calidad del agua.....	28
VII.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
7.1	Ubicación geográfica.....	29
7.2	Trabajo de campo.....	29
7.3	Trabajo de laboratorio.....	30
VIII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
8.1	Concentración de plomo en el agua en el agua potable.....	31
9.2	Familias encuestadas.....	33
IX	CONCLUSIONES.....	37
X.I.V	RECOMENDACIONES.....	38
X.V.I	LITERATURA REVISADA.....	39

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		Página
1	CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN AGUA POTABLE EN ZONAS ALEDAÑAS Y LEJANAS A MET – MEX PEÑALES, SEGÚN LAS ORIENTACIONES Y LAS DISTANCIAS DETERMINADAS. TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO. MARZO- JUNIO DE 2008.....	35
2	FAMILIAS ENCUESTADAS EN ZONAS ALEDAÑAS A MET-MEX PEÑALES, TORREÓN, COAHUILA MÉXICO, MAYO- JUNIO DE 2008.....	36

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la concentración de plomo en el agua potable en zonas aledañas a la Metalúrgica Met – Mex Peñoles, así como determinar la cantidad de personas que beben agua potable de la tubería.

El trabajo de campo se realizó en zonas aledañas a la industria Met –Mex Peñoles ubicada en Torreón, Coahuila. Se tomaron 36 muestras de agua potable y 36 encuestas a familias establecidas a las distancias de 500, 1000 y 1500 m y en las orientaciones noreste, sureste, noroeste y suroeste.

Los análisis de las muestras obtenidas se realizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Se cuantificó la concentración de plomo en las muestras de agua potable analizadas, mientras que la encuesta fue analizada y cuantificada.

Los resultados de los análisis indicaron que la concentración máxima encontrada fue de 1.01 mg Kg^{-1} y la mínima fue de 0.71 mg Kg^{-1} , en promedio en el agua potable hay concentraciones de plomo de 0.71 mg Kg^{-1} . Todas las determinaciones rebasan el 0.010 mg Kg^{-1} que es el límite máximo permisible en agua potable para México.

Los resultados de la encuesta indicaron que más del 50 % de las familias encuestadas beben y preparan alimentos con agua potable, así mismo se

han hecho análisis sobre el plomo y se ha comprobado que esta encima de los máximos permisibles, y que todas estas personas a la larga tendrán serios problemas en el organismo, de no atenderse a tiempo.

Palabras clave: metal pesado, plomo, agua potable.

INTRODUCCIÓN

Según diversos estudios el 35 % del plomo inhalado por el hombre se deposita en los pulmones mientras que aproximadamente el 10 % del plomo ingerido en los alimentos y las bebidas es absorbido por los organismos. No es posible estimar a partir de datos metabólicos, el aporte del plomo atmosférico a la ingesta total diaria. Sin embargo, si se utilizan los valores persistentes de plomo en sangre como medida de absorción plúmbica, cabe suponer, que una exposición continua, de 1 μg de plomo por 3 m^3 de aire produce niveles de plomo de 1.0- 2.0 μg /100ml de sangre (Ceto, 2002).

Los metales pesados son un tema de actualidad en el campo ambiental y en el de salud pública. Los daños que causan a la salud son tan severos, aunque muchas veces asintomáticos, que las autoridades de todo el mundo minimizan la exposición de la población a estos tóxicos, en particular la infantil.

Los metales pesados son componentes naturales del medio ambiente y generalmente se localizan en la parte más profunda de la tierra, sin embargo, su acumulación en los suelos y el agua es de gran preocupación ya que están siendo depositados a los suelos y el agua en cantidades crecientes a través de los años. El término "metal pesado" se refiere a los metales con una densidad mayor que un cierto valor, usualmente 5 a 6 g/cm^3 (Huang, 1999).

El agua es un elemento fundamental y determinante en la vida humana. La escasez y el uso abusivo del agua dulce en el planeta ha originado una creciente y seria amenaza para el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente. La salud y el bienestar humano, la seguridad alimenticia, el crecimiento industrial y el ecosistema del que dependen se hallan en peligro, a no ser que la gestión de los recursos hídricos y del suelo se efectúe en el presente decenio de forma sustentable. (Hernández *et al*, 1999).

Actualmente el agua tanto potable como no potable presenta diversas formas de contaminación y entre ellas destaca el plomo, el cual por alguna vía ha invadido los sistemas hídricos.

Es de interés saber que tan contaminada de plomo está el agua potable de cuando menos alguna parte de la ciudad de Torreón Coahuila. La importancia de esta información radica en el hecho de que este metal es la fuente de muchas enfermedades que aquejan a alguna parte de la población urbana.

I. JUSTIFICACIÓN

Existen antecedentes que afirman que el suelo y aire aledaños a la Metalúrgica Met - Mex Peñoles ubicada en la zona urbana de la ciudad de Torreón Coahuila, están contaminados con diversos metales pesados destacando entre ellos plomo, cadmio, arsénico, etc.

Las concentraciones elevadas de plomo halladas alrededor de Met-Mex Peñoles, y el hecho de que haya reportes de personas intoxicadas por este metal pesado, principalmente niños que se encuentran en un estado grave, originan la necesidad de efectuar esta investigación.

Sobre la contaminación del agua potable por metales pesados existe poca información, o es nula o bien no está disponible para la sociedad, haciendo necesario efectuar esta investigación, ya que el plomo es un metal muy tóxico y ha ocasionado muchos problemas en la población de los niños que viven alrededor de la metalúrgica al igual que las personas que ahí habitan, no solo alrededor ya que puede estar en peligro gran parte de la ciudad de Torreón.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Determinar la concentración de plomo en agua potable en zonas aledañas a la empresa Met-Mex Peñoles de Torreón Coahuila.

3.2 Objetivo Específico

Determinar si el plomo rebasa los límites máximos permisibles que establece NOM-127-SSA1-1994 para el agua potable de consumo humano.

IV. METAS

Determinar la concentración de 36 muestras de plomo en agua potable aledaña y lejana a Met-Mex Peñoles ubicada en Torreón Coahuila.

Determinar la proporción de 36 personas que beben agua potable contaminada por este metal, y en qué proporción ocurre.

V. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis alternativa

La concentración de plomo en agua potable aledaña a Met- Mex Peñoles rebasa los límites máximos permisibles para consumo humano.

La mayoría de las familias aledañas a Met- Mex Peñoles beben agua potable contaminada con plomo.

5.2 Hipótesis Nula

La concentración de plomo en el agua potable aledaña a Met-Mex Peñoles no rebasa los límites máximos permisibles para consumo humano.

La mayoría de las familias aledañas a Met-Mex Peñoles no beben agua de la llave contaminada por plomo.

VI. REVISIÓN DE LITERATURA.

6.1 Peñoles

Met-Mex Peñoles es la fundidora y refinadora de plomo en México, es la procesadora de plomo más grande de América Latina y la cuarta del mundo por su volumen de producción; también es la productora de plata más importante del mundo.

Se estableció en 1901 en Torreón , en la región conocida como la Comarca Lagunera .La primera queja documentada oficialmente contra Peñoles data de 1937, desde entonces han sido recurrentes las quejas de la comunidad sobre la molestias que se les atribuyen a las actividades de esta empresa, en especial, irritación de ojos y gargantas y olores desagradables; sin embargo, hasta el momento, las acciones correctivas por parte de la empresa han sido lentas, renuentes y definitivamente insuficientes (América, 2004)

El problema ocasionado por peñoles en la ciudad de Torreón principalmente es provocado por la emisión de plomo, cadmio y arsénico tres elementos altamente dañinos para los humanos. Sin embargo, los estudios, las denuncias y ahora las acciones que se han realizado en torno a este problema tienen como actor principal el plomo. Esto no significa que el plomo sea el más tóxico de los tres elementos, de hecho ocurre lo contrario, sino que de los tres es el que ha sido utilizado por la

humanidad más ampliamente y por ende es el que causa más problemas y más preocupación en todo el mundo. Valdría la pena estar consiente de este hecho y no tener la impresión de que el plomo es el único contaminante que nos preocupa. El envenenamiento por metales pesados se debe al funcionamiento de la cuarta fundidora más importante del mundo, propiedad de la compañía Peñoles, situada en el centro de la ciudad de Torreón (Valdez y Cabrera, 1999)

Los estudios de plomo en la sangre de los niños expuestos se han llevado a cabo desde febrero de 1999 por la Secretaria de Salud y Desarrollo Comunitario del Estado de Coahuila. Desde los primeros resultados, a principios de marzo de 1999, hasta la fecha, en la que se han analizado casi 5000 muestras, dos datos se han mantenidos constantes: aproximadamente el 90 % de los niños muestran niveles inaceptables de plomo en su sangre mas de 0.1ppm y aproximadamente el 50 % de los niños muestran niveles que ameritan intervención clínica y reubicación inmediata y reubicación inmediata de 0.25ppm. Varias docenas de niños han debido ser internados en diversos hospitales por tener niveles sumamente altos de plomo más de 0.70 ppm. Una vez que el nivel del plomo es reducido mediante un tratamiento que puede incluir el uso de agentes quelantes, estos niños y sus familias deben ser reubicados para que no vuelvan al ambiente que los envenenó de manera tan severa (América, 2004).

6.2 Problemática ambiental

El plomo representa un contaminante ambiental de alto riesgo para la salud humana y sus efectos tóxicos son bien conocidos, aunque la sintomatología no es evidente hasta que se alcanzan niveles muy elevados de plomo en sangre. La población infantil es particularmente vulnerable (Mañay, 2003).

El plomo es el metal pesado que históricamente más problemas sanitarios y de contaminación ha causado en el mundo. A pesar de las muchas medidas adoptadas en contra de su utilización en las últimas dos o tres décadas, su pertinaz presencia en el aire, suelo, agua y alimentos sigue considerándose todavía un factor de riesgo de primera magnitud, en especial para niños y para algunos animales silvestres. Los humanos hemos extraído cerca de 300 millones de toneladas de plomo, una buena parte del cual se halla hoy como contaminante ambiental (Guitart y Vernon, 2005).

El plomo es uno de los contaminantes ambientales, cuya liberación en el medio ambiente produce efectos adversos en la salud de los individuos. Los niños en crecimiento absorben el plomo, alterando sobre todo el sistema nervioso, con reducción de la capacidad intelectual, aprendizaje, memoria y trastornos en el comportamiento social. Los niveles de contaminación atmosférica están asociados con la presencia de enfermedades; y estrechamente relacionados con el desarrollo económico

de las poblaciones, el cual si no está regulado, puede comprometer el bienestar presente y futuro de la humanidad; la contaminación del aire también afecta la flora, la fauna, ríos y lagos (Martínez, 2003).

El plomo es un metal no esencial para los seres humanos que se distribuye con amplitud en el ambiente; se considera un contaminante ecotoxicológico ya que su uso provoca contaminación ambiental y exposición en humanos. Se emplea en la fabricación de pinturas, como antidetonante de la gasolina, en la fabricación de cerámica, reciclaje de baterías, manejo de residuos tóxicos industriales y es común en actividades mineras (Manzanares, *et al*, 2006).

6.2 El plomo

El plomo es un elemento químico de la tabla periódica, cuyo símbolo es Pb y su número atómico es 82 según la tabla actual. Cabe destacar que la elasticidad de este elemento depende de las temperaturas del ambiente, las cuales distienden sus átomos, o los extiende. El plomo es un metal pesado de densidad relativa o gravedad específica 11,4 a 16°C, de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico y se funde con facilidad. Su fusión se produce a 327,4°C y hierve a 1.725°C. Las valencias químicas normales son 2 y 4. Es relativamente resistente al ataque de ácido sulfúrico y ácido clorhídrico, aunque se disuelve con lentitud en ácido nítrico y ante la presencia de bases nitrogenadas. El plomo es anfótero, ya que forma sales de plomo

de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico. Tiene la capacidad de formar muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos. Los cuatro isótopos naturales son, por orden decreciente de abundancia, 208, 207, 206 y 204. Se cristaliza en el sistema cúbico en forma de cara centrada invertida (Anónimo, 2009).

El plomo es un metal blando, gris azulado, estable y resistente a la corrosión. Sin embargo, cuando forma parte de tuberías, conexiones o soldaduras, en presencia de agua ligeramente ácida puede contaminar el agua potable (Poma, 2008).

6.3 Fuentes de contaminación

Las fuentes de contaminación pueden ser naturales o antropogénicas, como es habitual en estos metales tóxicos. El aporte del plomo a la fuente natural de contaminación es debida fundamentalmente al proceso de biomovilización a partir de sus depósitos naturales, al propio proceso de erosión de las rocas y al vulcanismo (Doadrio, 2006).

6.3.1 Fuentes antropogénicas

Doadrio (2006) menciona que las fuentes de origen humano son: Estacionarias. Debidas a la minería, el refinado y fundición de metales y a otros procesos industriales.

Móviles. Uso de las gasolinas con plomo en vehículos a motor.

Químicas. Por contaminación de fertilizantes, plaguicidas y desechos orgánicos.

Uso industrial. Fábricas de baterías, de vidrio, de pinturas y barnices; imprentas; minería; vertidos y desechos.

6.4 Exposición al plomo

Se le ha encontrado en lugares tan inverosímiles como en los hielos fósiles de Groenlandia. Actualmente, se halla tanto en el ambiente urbano como rural. Sin embargo, las principales exposiciones proceden del ambiente laboral, sin olvidar la importancia toxicológica de las exposiciones domésticas y alimentarias (Ramírez, 2005)

6.4.1 Exposición ocupacional

Los problemas de salud laboral causados por plomo suceden principalmente en la metalurgia primaria y secundaria y en minería extractiva, así como en la industria informal de fabricación de acumuladores eléctricos por extracción secundaria de plomo a partir de baterías reciclada (Ramírez, 2005).

En exposición ocupacional, el pulmón es su principal vía de ingreso y el 50 % del plomo proveniente de esta vía se absorbe y distribuye a todo el organismo. Un 75 % es excretado por los riñones. El indicador plomo en

sangre (Pb-S) es usado para el monitoreo biológico de exposición, pues refleja con fidelidad las concentraciones medias de plomo (Ramírez, 2006).

6.4.2 Exposición doméstica

El principal problema extra laboral es la exposición doméstica en niños que ingieren tierra o pinturas contaminadas con plomo inorgánico, pero también en niños y adultos que ingieren alimentos contaminados.

Fuentes domésticas de ingesta de plomo se encuentran en alimentos cocinados o guardados en utensilios de alfarería glaseada o cristal emplomado y en las bebidas alcohólicas de fabricación clandestina destiladas en recipientes de plomo (Ramírez, 2005).

La contaminación intradomiciliaria está relacionada con diversas enfermedades, entre ellas las infecciones respiratorias agudas, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y el cáncer del sistema respiratorio. Los niños menores de 5 años y las mujeres adultas son los más afectados por los efectos adversos para la salud de la exposición a la contaminación intradomiciliaria, porque son los que pasan más tiempo en casa y en el ambiente de la cocina (Sánchez, 2003).

7. El agua como fuente de exposición

Otra fuente doméstica importante de ingesta de plomo, es el agua “potable”, a partir de uniones de las cañerías o de tanques de almacenamiento. En los EUA en 1991, el nivel aceptable de plomo en agua potable es 15 ug de Pb/L; naturalmente, la tendencia es eliminar completamente el plomo del agua de bebida (Ramírez, 2005).

La toxicidad del plomo depositado en los suelos o en las aguas depende de su biodisponibilidad, término que en nuestro contexto podemos definir como su capacidad para transferirse desde los compartimentos abióticos hasta los bióticos (Guitart y Vernon, 2005).

7.1 Distribución y uso del plomo

El plomo está muy presente por tanto en las cadenas tróficas, siendo probablemente el metal de mayor interés toxicológico. Sus usos son muy antiguos, ya que desde el año 7000 a.de C. era utilizado por los egipcios en cerámicas. Los babilonios lo emplearon en sus jardines colgantes como impermeabilizantes y los romanos realizaron extracciones masivas del metal. Su intensivo uso en la fabricación de contenedores de alimentos, aditivo de vinos, pinturas y barnices, fabricación de vidrio, baterías o como antidetonante de gasolina, junto a los peligros que supone su manufactura y fundición, y su presencia en la red doméstica de agua potable, por lo cual es de alto riesgo tóxico (Doadrio, 2006).

7.2 Efectos del plomo en la salud

El plomo es uno de los contaminantes ambientales, cuya liberación en el medio ambiente produce efectos adversos en la salud de los individuos. Los niños en crecimiento absorben el plomo, alterando sobre todo el sistema nervioso, con reducción de la capacidad intelectual, aprendizaje, memoria y trastornos en el comportamiento social. Diversos estudios han demostrado que los niveles sanguíneos de plomo considerados como seguros en el hombre, están asociados con retardo en el crecimiento, alteraciones de la audición, déficit de atención, trastornos de aprendizaje y de comportamiento en niños.

Estos contaminantes en el ser humano pueden causar trastornos tales como ardor en los ojos y en la nariz, irritación y picazón de la garganta y problemas respiratorios, bajo determinadas circunstancias algunas sustancias químicas que se hallan en el aire podrían producir cáncer, malformaciones congénitas, daños cerebrales y trastornos del sistema nervioso, así como lesiones pulmonares y de las vías respiratorias. Después de cierto tiempo de exposición, los metales como el plomo, al ser partículas acumulativas en el organismo, son sumamente peligrosos y pueden causar serios trastornos e incluso la muerte.

7.3 Plomo en los niños

Los niños son más susceptibles a los efectos del metal que los adultos, pudiendo sufrir anemia, adormecimiento en los brazos, alteración en la piel, encías negras, lagrimeo; fuerte dolor estomacal, debilidad muscular con alteraciones neuroconductuales, de aprendizaje y memoria, etc. En la actualidad, el Centro para la Prevención y el Control de Enfermedades de EE.UU. recomienda que niños de 1 a 2 años de edad, de zonas vulnerables, sean evaluados para determinar posible intoxicación con plomo. Las pautas con respecto a las concentraciones de plomo que deben considerarse tóxicas son periódicamente revisadas, siendo actualmente aconsejable que los niveles de plumbemia (plomo en la sangre) estén por debajo de 10 ug/dl de sangre (Martínez, 2003).

A nivel mundial es bien conocido que los niños constituyen una población de alto riesgo en términos de vulnerabilidad a los efectos tóxicos del plomo ya que sus tejidos blandos se encuentran en pleno desarrollo. (Calderón., 2006).

7.4 Absorción del plomo

La absorción del plomo depende del estado de salud, nutrición y edad de la persona. Los adultos generalmente absorben 20 % del plomo que ingieren y casi todo ese plomo es inhalado. La mayor parte del plomo que

ingresa al cuerpo es excretado por la orina o a través de la bilis por las heces.

7.5 Signos y síntomas de una exposición continua al plomo

Los siguientes son los síntomas y signos que ocasiona la exposición continúa al plomo (Poma, 2008):

7.5.1 Exposición muy baja

Disminución de memoria, aprendizaje, cociente de inteligencia, inhabilidad verbal, atención, pronunciación y audición. Signos de hiperactividad.

7.5.2 Exposición leve

Parestesias, mialgias, fatiga leve, irritabilidad, letargia, molestias abdominales.

7.5.3 Exposición moderada

Artralgias, fatiga general, dificultad de concentración, cansancio muscular, tremor, cefaleas, dolor abdominal difuso, vómitos, pérdida de peso, estreñimiento.

7.5.4 Exposición alta

Parestesias, parálisis, encefalopatía (puede causar convulsiones, alteración de la conciencia, coma y muerte), línea azul oscura en las encías, cólicos intermitentes y severos. Intoxicación por plomo en humanos.

7.6 Distribución del plomo en el ser humano

La absorción media por vía oral es de un 10 %, mientras que la respiratoria puede llegar hasta el 50 %, lo que la hace hasta cinco veces más eficaz. Se estima que la absorción diaria de plomo es de 31.5 μg de los que 16 se eliminan por riñón (24 μg total se eliminan contando con los 8 de las heces), distribuyéndose 9,5 en tejidos duros y 4,5 en blandos aproximadamente. De la fracción de tejidos, 2 mg diarios revierten a plasma desde los tejidos duros. El plomo se almacena principalmente en huesos, sustituyendo al calcio en la hidroxapatita, donde se almacena en forma no tóxica (Doadrio, 2006).

El plomo que no es excretado permanece en el cuerpo por periodos prolongados y se intercambia entre 3 compartimientos -sangre, huesos y dientes- que contienen casi la totalidad del plomo, y en otros tejidos, como el hígado, riñones, pulmones, cerebro, bazo, músculos y corazón. El plomo almacenado en los huesos y dientes puede volver a entrar a la circulación durante periodos de deficiencia de calcio, como el embarazo,

lactancia y osteoporosis. Comparado con los adultos, los niños absorben más el plomo que ingieren. Mientras menos edad tiene, el intestino absorbe más plomo, 5 a 10 veces, que niños mayores y los adultos, especialmente con el estómago vacío. La absorción intestinal de plomo en niños aumenta en casos de deficiencia de hierro, calcio y zinc, que son condiciones comunes. Todas estas condiciones favorecen un mayor riesgo de toxicidad en los niños (Poma, 2008).

7.7 Vida media del plomo en el ser humano

La vida media del plomo, en el organismo es en general larga y variable según los tejidos. La eliminación de la mitad de la carga corporal de plomo llevaría años. No obstante, se conocen valores de vida del Plomo en la sangre, tejidos blandos y huesos de aproximadamente 3-4 semanas, 4 semanas y 20-27 años, respectivamente (Danza, 2007).

8. Transformación de los metales en el medio ambiente

La transformación en el medio ambiente es habitualmente lenta: se estima que puede tardar entre 15 y 300 años en producirse para un objeto del tamaño de un perdigón de caza de unos 100 150 mg de peso, o que en 20-25 años sólo el 5-16 % del Pb^0 pasa a Pb^{2+} . Esta velocidad de oxidación depende de factores como la humedad, la temperatura, el pH, el potencial redox, la cantidad de materia orgánica o la roturación de los

suelos y, en general, puede afirmarse que es más rápida en las regiones más cercanas al ecuador terrestre (Guitart y Vernon, 2005).

Los metales pueden tardar de varias decenas a miles de años en reducir su volumen, ya que no pueden ser degradados; sólo se transforman a otros estados de oxidación en el suelo reduciendo su movilidad y toxicidad, además de que también se lixivian (Puga, 2006).

8.1 Toxicología del plomo

Los efectos tóxicos del plomo dependen en gran medida de su concentración en sangre y del tipo de población. La primera manifestación toxicológica del plomo es una anemia, ya que impide la formación de la hemoglobina, como en dosis más elevadas, el plomo da lugar a manifestaciones neurológicas, pudiendo llegar a encefalopatías mortales. El plomo, como tóxico ocupacional, afecta a diferentes profesiones, como pintores, impresores, trabajadores de fábricas (especialmente de baterías), mineros, etc., y produce enfermedades profesionales que afectan a la calidad de vida, debiendo prestar especial atención a las trabajadoras embarazadas por sus efectos abortivos. El plomo es también un tóxico doméstico, ya que está presente en pinturas, barnices, esmaltes, vidrios, red de conducción del agua potable, polvo doméstico, etc., por lo que se tendrá que poner especial cuidado con la población infantil (Doadrio, 2006).

8.2 Tipos de intoxicaciones por plomo

Los tipos de intoxicación más frecuente dadas por la ingestión de plomo son las siguientes (Ramírez, 2005):

8.2.1 Intoxicaciones agudas

Son muy poco frecuentes. Se producen por ingestión de sales solubles o inhalación de vapores o polvos. Es un cuadro que evoluciona con lentitud, ya que el plomo no es cáustico. Produce vómitos con sialorrea de sabor metálico y dolores de vientre con estreñimiento, para después desarrollar el saturnismo.

8.2.2 Intoxicaciones crónicas de plomo inorgánico

La intoxicación crónica de plomo o saturnismo presenta un cuadro clínico caracterizado por alteraciones orales, con pigmentaciones en las encías; gastrointestinales (cólico saturnino); hematológicas con anemia microcítica; parálisis motora, que afecta principalmente a los miembros y que se recuperan muy lentamente; alteraciones renales, que son muy intensas y con lesiones tubulares por acumulación de plomo en el glomérulo, que actualmente son reversibles y la formación de la pseudogota saturnina con dolores en articulaciones, sólo en casos muy graves. Además, el plomo es abortivo y provoca malformaciones fetales, ya que atraviesa la barrera placentaria. La encefalopatía saturnina es muy

frecuente en la población infantil, provocando una disminución del rendimiento escolar.

8.3. Toxicidad el plomo en el ambiente

El plomo que se encuentra en la atmósfera procede, básicamente, de la combustión de la gasolina con plomo; otras fuentes consideradas son el carbón, la combustión de aceite, la minería, la producción de cierto tipo de manufacturas, los fertilizantes, la incineración, la producción de cementos y la combustión de madera. La toxicidad del plomo depositado en los suelos o en las aguas depende de su biodisponibilidad. En este sentido, las formas de Pb oxidadas (Pb^{+2}) resultan todavía más peligrosas que las del Pb^0 , ya que son mucho más biodisponibles (Sanin, 1998).

Las aguas superficiales o subterráneas de las con presencia perdigones pueden quedar contaminadas con Pb por encima de lo que es la media normal del resto de lugares, con valores que llegan hasta los 838 $\mu g/L$. La OMS y la Unión Europea han establecido un máximo de Pb de 10 $\mu g/L$ para aguas de consumo humano, y se ha especulado con los perdigones como posible fuente de contaminación de aguas de uso público. No hay que olvidar que un sólo perdigón, de los 50,000 millones que cada año se disparan en España, puede contaminar 12,000 litros de agua hasta ese nivel crítico (Guitart y Vernon, 2005).

9. El plomo en el cuerpo humano

El plomo en los humanos son tratados por Ramírez (2005), y menciona los efectos en el metabolismo, excreción, tratamiento y prevención.

9.1 Metabolismo

El organismo absorbe el plomo inorgánico por las vías respiratoria y gastrointestinal. El plomo orgánico también se absorbe por piel. La vía más importante desde el punto de vista ocupacional es la respiratoria. La concentración de plomo en sangre o tejidos en un momento dado resulta de una función multivariable determinada por su absorción, excreción y otros parámetros fisiológicos, como su traslado dinámico de y hacia los tejidos. Efectos toxicológicos importantes de la acción del plomo en el organismo humano son: 1) Atravesar la barrera placentaria: el plomo comienza a ser detectado en el feto entre las 12 y 14 semanas de gestación, incrementándose conforme avanza su maduración. La distribución corporal en el feto es similar al adulto. 2) En madres expuestas, aumento de abortos espontáneos y aumento de morbilidad perinatal. 3) En exposición paterna, hipospermia e incremento de abortos en su pareja. 4) Atravesar la barrera hematoencefálica. 5) Experimentalmente producir cáncer en animales (categoría A3 ACGIH). Estudios epidemiológicos en humanos han encontrado aumento significativo de varios tipos de cáncer (estómago, pulmón y vejiga), pero aún no hay nada definitivo respecto a eventuales acciones cancerígenas o mutagénicas del plomo en el hombre.

9.1.1 Excreción

El plomo se excreta por diferentes vías, pero sólo la renal y la gastrointestinal son de importancia toxicológica. Las heces siempre contienen plomo que proviene en su mayor parte de la fracción no absorbida y de otras fuentes, como: 1) Secreción activa o pérdida pasiva de plomo desde glándulas salivales, páncreas y pared intestinal; 2) pérdida por reboce desde células epiteliales; y, 3) Excreción biliar, cuyo papel en fisiología humana aún es incierto. Otras posibles vías de excreción incluyen sudor, pelo, uñas, células epiteliales descamadas, dientes y leche; de esta última no es muy común. No se conoce exactamente la vida biológica media del plomo, pero se acepta variaciones amplias entre 15 y 27 años en adultos.

9.1.2 Tratamiento

No se conoce terapia específica, por lo que además del cese de la exposición el tratamiento es sintomático. El cuadro de agitación puede ser controlado con sedación a base de diazepam y mantenimiento del equilibrio hidroelectrolítico. Aún con el cese de la exposición y un buen control del paciente, la recuperación puede tardar semanas o meses. El uso de quelantes, pueda que produzca un ligero aumento en la excreción del xenobiótico, pero no tiene efecto cierto en la recuperación del paciente.

9.1.3 Prevención

Al no existir un medicamento específico para tratar la intoxicación por Plomo, la acción del médico ocupacionista se enfocará al aspecto preventivo. No todas las empresas, los “grifos” principalmente, pueden disponer de medios técnicos adecuados para implementar normas de higiene, pero sí pueden y deben proporcionar al trabajador protección personal, como ropa adecuada para el trabajo que realizan e implementar acciones preventivo promocionales de salud e higiene en el trabajo, además del examen ocupacional periódico que incluya monitoreo biológico. Se debe controlar exhaustivamente la limpieza de tanques que han contenido gasolina con plomo, pues. Por ello se le considera un trabajo de alto riesgo.

10. Producción de plomo en México

El plomo es indestructible y no puede ser transformado en una forma inocua. En México, la producción anual de plomo es de 225 472 toneladas. En la Ciudad de México se ha estimado que anualmente se depositan en el ambiente hasta 15 000 toneladas métricas de plomo, provenientes de la combustión de gasolina con plomo, situación prevaleciente al menos hasta 1990 (Sanín, 1998).

En México existen miles de toneladas de escoria provenientes de hornos de fundición de plomo en depósitos que van desde 500 toneladas hasta

de decenas de miles de toneladas de escoria. Un tratamiento para estos residuos peligrosos debido a su alto contenido de plomo consiste en proporcionar por medio de técnicas específicas la estabilidad necesaria para aminorar o nulificar la labilidad y la movilidad del plomo para así almacenarlo en algún sitio controlado; el país en cuanto a producción de plomo en el mundo se encontraba en el décimo lugar, en 1988 (Flores, 2000).

11. Contaminación del agua

Contaminación del agua, incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos. El empeño en encontrar una solución se ve dificultado por el incremento demográfico y por el vertiginoso desarrollo industrial.

La contaminación del agua seguirá siendo un problema mientras el crecimiento demográfico continúe incrementando la presión sobre el medio ambiente. La infiltración de residuos tóxicos en los acuíferos subterráneos y la intrusión de agua salada en los acuíferos costeros de agua dulce no se han interrumpido.

El agotamiento de los acuíferos en muchas partes del mundo y la creciente demanda de agua producirá conflictos entre el uso agrícola, industrial y doméstico de ésta. La escasez impondrá restricciones en el

uso del agua y aumentará el coste de su consumo. El agua podría convertirse en la crisis energética de comienzos del siglo XXI. La contaminación de las aguas dulces y costeras, junto con la sobreexplotación, ha mermado hasta tal punto los recursos de los caladeros piscícolas que sería necesario suspender la pesca durante un periodo de cinco a diez años para que las especies se recuperaran. (Guerra, 2004).

Es bien sabido que la gran mayoría de las corrientes y masas de agua superficial se están contaminando rápidamente en mayor o menor grado. La calidad del agua subterránea, en cambio, está relativamente salvaguardada porque la zona no saturada funciona como una planta de tratamiento natural, que atenúa, retarda o elimina los contaminantes gracias a la ocurrencia de varios fenómenos físico-químicos y biológicos (CNA, 2007).

11.1 El Plomo en el agua potable

En los EUA, al igual que en muchos otros sitios, el problema del contenido de este metal en el agua potable se debe básicamente, a la contaminación por componentes del sistema de distribución, o de la tubería con plomo, y no a la fuente de agua en sí misma. Dicho elemento se ha utilizado en las líneas centrales de servicio, en los conectores, las tuberías para las residencias, la soldadura, la amalgama en el metal de las instalaciones fijas y de los accesorios e, inclusive, en algunos

componentes de plástico. Cuando elementos como la acidez, la alcalinidad, la temperatura, la antigüedad de los materiales, y otros más, dan lugar a una reacción química corrosiva con estos materiales, el plomo puede gotear en el agua en varios puntos localizados entre la fuente y el destino final (Davis, 2005).

Aunque el plomo raramente ocurre en el agua, las minas y las operaciones de fundición de plomo pueden ser una fuente de contaminación, principal para la incorporación de este metal a los cuerpos de agua. La mayoría de las contaminaciones por plomo sucede en algún punto de entrega del agua, ya que el agua corroe las tuberías del servicio y dicha tubería está hecha de plomo y soldada por alguna pasta compuesta por este metal (McFarland, 2003).

El crecimiento poblacional y económico ha ejercido mayor presión sobre las reservas de agua en México. La competencia por el recurso es causa de diferentes conflictos en intensidad y escala. Se presenta no solo en usuarios de la misma comunidad, si no entre distintas comunidades, municipios, estados, incluso en el ámbito transfronterizo, aunado a esto el crecimiento de la agricultura, fabricas que hoy en día no tienen una conciencia clara del uso y la importancia del agua (Becerra, 2006).

Los químicos más frecuentes en el agua capaces de originar problemas de salud o enfermedades son los nitratos, trihalometanos, plaguicidas, plomo y otros metales, arsénico, acrilamida, cloruro de vinilo y epiclohidrina, fluoruro y boro. Otros problemas emergentes son la

radiactividad natural y artificial, los alteradores endocrinos y las toxinas de cianobacterias (Vargas, 2005).

11.2 Normatividad ambiental

El límite máximo permisible de plomo en agua potable es de 0.01 mg/L, establecido por la NOM-127-SSA1-1994 (CONAGUA, 2002).

11.4 Calidad del agua

La calidad del agua no es un criterio completamente objetivo, pero está socialmente definido y depende del uso que se le piense dar al líquido, por lo que cada uso requiere un determinado estándar. La calidad es afectada por diversos factores como los usos del suelo, la producción industrial y agrícola, el tratamiento que se le da antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua, y la cantidad misma de agua de los ríos y lagos, ya que de ésta depende su capacidad de purificación. A nivel mundial en los países en desarrollo se da tratamiento a menos del 10 % del agua, situación no muy diferente a la de México, donde los porcentajes están cerca del 20 %, ya sea agua utilizada en servicios urbanos o industriales. La mayor cantidad del líquido se vierte a ríos, lagos o mares sin ningún tratamiento previo, ocasionando la contaminación de éstos y, en consecuencia, la reducción de agua disponible (Semarnat, 2000).

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Ubicación geográfica

El presente trabajo se realizó en la ciudad de Torreón Coahuila México, en áreas colindantes a la Metalúrgica Met- Mex Peñoles ubicada al sur de la ciudad en los meses de marzo-agosto del 2008. La ciudad de Torreón se localiza en la parte oeste del sur del estado de Coahuila, en las coordenadas 103°26' 33'' longitud oeste y 25°32'40" latitud norte, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 1999).

La metodología empleada fue dividida en dos fases:

7.2 Trabajo de campo

Muestreo en Agua: Se tomaron muestras en frascos de plásticos adecuados de 500 ml, se colectaron 3 muestras en orientación sureste a 500, 1000 y 1500 m de distancia con respecto a la metalúrgica, y en las orientaciones suroeste, noroeste, sureste y suroeste; en total se colectaron 36 muestras de agua, y 2 muestras en un área lejana a la industria a una distancia aproximadamente a 7000 m hacia el noreste tomando como referencia a Met-Mex Peñoles, en la colonia Valle Verde.

Las razones por la cual se colectó la muestra alejada a Met-Mex Peñoles fueron:

- a) Tenerlas como testigo.
- b) Saber hasta dónde se transporta el Plomo.
- c) Si la concentración era igual o más elevada en el área cercana a Met-Mex Peñoles, con respecto a las muestras obtenidas en la parte más lejana que fue la colonia Valle Verde.

Encuestas a personas: Se hicieron entrevistas al azar con las familias en las cuales las preguntas fueron: si beben agua de la llave, y con que frecuencia lo hacen, si se han presentado enfermedades o malestares que se tengan la certeza de que haya sido causado por la ingestión de la misma agua y la contaminación ambiental en la cual viven, se colectaron 3 muestras de las entrevistas a 500, a 1000 y 1500 m teniendo como punto de partida a Met-Mex Peñoles y en las orientaciones de suroeste, noroeste, sureste y noreste. Se registraron 9 entrevistas por orientación y en total fueron 36 entrevistas.

7.3 Trabajo de laboratorio:

La determinación del plomo en agua potable, tanto de las muestras sacadas en el área de Met-Mex Peñoles y de la colonia Valle Verde se efectuó a través de la utilización de la metodología indicada en la absorción atómica del espectrofotómetro marca PERKIN - ELMER, modelo 2380; posteriormente se realizó el reporte en los resultados obtenidos. Los resultados fueron tratados estadísticamente, obteniéndose promedio y desviación estándar.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Concentración de plomo en el agua potable

En el Cuadro 1 se puede observar las diferentes concentraciones de plomo encontradas, y en todos los resultados obtenidos las concentraciones fueron superiores a los límites máximos permisibles establecidos por la OMS (2003). En este Cuadro se ve que la concentración máxima de plomo en agua potable fue de 1.01 mg Kg^{-1} a 1000 m de distancia, en orientación sureste. Asimismo en esta distancia y orientación fue donde se encontró la mayor cantidad promedio de plomo; de las distancias de 500, 1000 y 1500 m donde mayor contenido de plomo hubo fue a 1500 m con un promedio de 0.71 mg Kg^{-1} , en la distancia de 1000 m se encontró un promedio de 0.65 mg Kg^{-1} y en la distancia de 500 m se encontró un promedio de 0.51 mg Kg^{-1} . Aunque con poca diferencia siempre las concentraciones de plomo localizadas más lejos de la fuente contaminante fueron mayores que las más cercanas. Posiblemente esto se deba a factores como el viento, que arrastra partículas sólidas y entre ellas al plomo, que al estar en contacto con el suelo, se pueden lixiviar o se infiltran junto con el agua hasta llegar a los mantos freáticos y de allí pasar a las tuberías que contienen el agua potable. Además las juntas de la tubería son soldadas a base de pasta plomo (Doadrio, 2006; Ramírez, 2006).

A pesar de las muchas medidas adoptadas en contra de su utilización en las últimas dos o tres décadas, su pertinaz presencia en el aire, suelo,

agua y alimentos sigue considerándose todavía un factor de riesgo de primera magnitud, en especial para niños y para algunos animales silvestres y acuáticos (Guitart y Vernon, 2005).

El plomo se puede incorporar de dos formas al ambiente de forma natural como lo es, la biomovilización a partir de sus depósitos naturales, al propio proceso de erosión de las rocas y al vulcanismo. Se da el caso que es más relevante de hoy en día que es de forma no natural esto es por medio de las industrias, cementeras, la combustión de la gasolina con plomo entre otras fuentes de este forma llegan a lixiviarse y alcanzan los mantos freáticos hídricos de ahí el problema de raíz (Sanín *et al.*, 1998; Doadrio, 2006).

El plomo también puede contaminar productos que normalmente no contienen este mineral, como las comidas, agua o licor. Esta contaminación puede ocurrir durante la producción, embalaje o almacenamiento de los productos (Poma, 2008).

En el mismo Cuadro también se pueden observar las concentraciones de plomo encontradas en la colonia Valle Verde, dichas concentraciones fueron altas y similares a las obtenidas cerca de Met-Mex Peñoles y rebasan el límite máximo permisible por la OMS (2003). Claramente se ve que Met-Mex Peñoles no es la única fuente de emisión de plomo en el ambiente. Una de las razones de porque hay tanto plomo es que las partículas que se emiten de las distintas fuentes, son arrastradas por el viento depositándose en regiones lejanas a sus focos de infección

(Martínez, 2003). En base a estas concentraciones halladas en la colonia Valle Verde, se requiere saber que otras fuentes contaminan con plomo, de donde procede el agua potable que es transportada por la tubería, entre otras cosas que hay que hacer.

8.2 Familias encuestadas

En el Cuadro 2 se observan las preguntas y los porcentajes obtenidos en las encuestas realizadas a familias. En este Cuadro se puede ver que de un 100 % el 72 % de las familias encuestadas beben agua de la llave, en ese mismo porcentaje las familias preparan alimentos con agua de la llave. Solo el 25 % sabe que se han presentado casos de enfermedades (diarreas, dolores estomacales, cefaleas entre otros) por beber agua de la llave, así mismo el 22% se han realizado análisis clínicos sobre metales pesados, los cuales de este 22 % se han realizado análisis clínicos sobre metales pesados, todos han sido para saber la concentración de plomo en la sangre, de este porcentaje el 13 % resultó con niveles bajos, el 50% con niveles normales y el 37 % con niveles altos.

Las pautas con respecto a las concentraciones de plomo que deben considerarse tóxicas son periódicamente revisadas, siendo actualmente el límite máximo aceptado de nivel de plomo en la sangre de 10 ug/dl. Entre las razones por las cuales el plomo altera el proceso de desarrollo y crecimiento de los niños, es que compite con el calcio y el hierro al ocupar su lugar (Manzanares, 2006)

La población más vulnerable a los efectos tóxicos son los niños, por lo que resulta muy difícil precisar a qué niveles y tiempo de exposición al plomo comienzan a producirse los cambios estructurales y funcionales a nivel celular (Calderón, 2006).

Por otra parte la OMS (2003) considera como límite superior para intoxicación una concentración de plomo en sangre de 15 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en población menor de 15 años, en tanto que para la American Academy of Pediatrics (AAP) y el Center for Disease Control and Prevention (CDC) establece como límite superior 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$. Por encima de esta cifra se consideran como elevados y constituyen riesgo para la salud, asociándose al déficit del coeficiente intelectual (OMS, 2003).

CUADRO 1. CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN AGUA POTABLE EN ZONAS ALEDAÑAS Y LEJANAS A MET-MEX PEÑÓLES, SEGÚN LAS ORIENTACIONES Y LAS DISTANCIAS DETERMINADAS. TORREÓN COAHUILA. MAYO-JUNIO DE 2008

Orientación	Distancia			Límite máximo permisible en agua en México según la OMS (2003) mg Kg ⁻¹
	500 mg Kg ⁻¹	1000 mg Kg ⁻¹	1500 mg Kg ⁻¹	
Concentraciones de plomo				
Noreste				
Muestra 1	0.089	0.73	0.78	
Muestra 2	0.071	0.60	0.58	
Muestra 3	0.082	0.79	0.75	
Promedio	0.080	0.70	0.70	0.010
Sureste				
Muestra 1	0.73	0.73	0.72	
Muestra 2	0.72	1.01	0.77	
Muestra 3	0.96	0.82	0.75	
Promedio	0.79	0.85	0.74	
Noroeste				
Muestra1	0.73	0.66	0.82	
Muestra 2	0.85	0.73	0.80	
Muestra 3	0.79	0.80	0.83	
Promedio	0.79	0.73	0.81	
Suroeste				
Muestra 1	0.36	0.25	0.51	
Muestra 2	0.46	0.50	0.60	
Muestra 3	0.28	0.29	0.61	
Promedio	0.36	0.34	0.57	
Valle Verde				
Muestra 1	0.58			
Muestra 2	0.46			
Promedio	0.52			
Promedio total	0.51	0.65	0.71	

CUADRO 2. PORCENTAJE DE FAMILIAS ENCUESTADAS EN ZONAS ALEDAÑAS Y LEJANAS A MET-MEX PEÑALES SEGÚN LAS ORIENTACIONES Y LAS DISTANCIAS DETERMINADAS. TORREÓN COAHUILA, MÉXICO. MAYO-JUNIO DE 2008.

	SI (%)	NO (%)		
1. BEBEN AGUA DE LA LLAVE	72	28		
2. PREPARAN ALIMENTOS CON AGUA DE LA LLAVE	72	28		
3. SE HAN PRESENTADO CASOS DE ENFERMEDADES POR BEBER AGUA DE LA LLAVE	25	75		
4. SE HAN REALIZADO ANÁLISIS CLÍNICOS SOBRE METALES	22	78		
	PB (%)	CD (%)		
5. DE QUE TIPO DE METALES	100%	0%		
	BAJO (%)	NORMAL (%)	ALTO (%)	
6. VALORES DETECTADO DE METALES	13	50	37	

IX CONCLUSIONES

El plomo en agua potable tanto de zonas aledañas como lejanas a Met – Mex Peñoles rebasa el Límite Máximo permisible establecido por la OMS (2003).

No existió diferencia significativa entre las concentraciones de plomo halladas en las orientaciones y distancias determinadas en zonas aledañas a Peñoles.

La proporción de familias que beben agua y/o preparan sus alimentos con agua de la llave es elevada.

El riesgo de contraer alguna enfermedad derivada de este hecho es latente y está presente.

La proporción de personas que se les ha detectado plomo en la sangre a un nivel superior al máximo permisible es elevado (37 %).

X RECOMENDACIONES

Aunque no es concluyente que Met-Mex Peñoles es la principal fuente contaminante de plomo en el agua potable se recomienda que esta metalúrgica reduzca significativamente la emisión de este contaminante al ambiente.

Es necesario implementar medidas para que las familias no consuman agua potable ya sea directa o indirectamente.

Realizar continuamente exámenes de detección del plomo en el agua potable a la población.

Es necesario determinar que pozos presentan niveles superiores al límite máximo permisible.

Revisar continuamente las tuberías de la red de agua ya que estas están hechas a base de plomo y muchas veces soldadas por pastas a base de este metal.

XI LITERATURA CITADA

América, A. L. 2004. (en línea) Met-Mex Peñoles y los niños de Torreón.

Consultora en Toxicología Ambiental y Evaluación de Riesgos.

Xalapa, México. <http://www.sertox.com.ar/retel/default.htm>. (consulta

del 24 de noviembre de 2008).

Anónimo. es.wikipedia.org/wiki/Plomo - 70k (consultado el 22 de enero de 2009).

Becerra, P. M., J. Sáinz S. y C. Muñoz. P. 2006. Los conflictos por agua

en México diagnóstico y análisis. Vol.15 Gestión y política pública.

Centro de investigación y docencia económicas. Universidad

nacional autónoma del estado de México. Red de revistas

científicas de América y el Caribe España y Portugal. D.F. México.

Calderón, L., Z. Mora, N. Gómez, L. La Cruz, J. Jiménez, R. Naranjo y B.

Pérez. 2006. Efectos del plomo sobre algunos parámetros

bioquímicos, coeficiente intelectual y variables antropométricas en

escolares. Vol.29. Centro de análisis de imágenes biomédicas

computarizadas. Instituto de Medicina Tropical – Facultad de

Medicina, Universidad Central de Venezuela

Ceto, N. 2002. Intervención ambiental en sitios contaminados por plomo: la experiencia en los EUA. Universidad de Vermont. Seattle, Washington, U.S.A. Pag.9-12.

CONAGUA. 2002. Normas Oficiales Mexicanas NOM-127-SSA1-1994. Comisión Nacional del Agua. Gerencia de Servicios a Usuarios. Subdirección General de Administración del Agua.

Comisión Nacional del Agua. 2007. (en línea) compendio básico del agua en México. <http://www.cna.gob.mx/conagua/default.aspx> (consultada el 4 de noviembre de 2008).

Danza, F. 2007. Contaminación por plomo. Comisión de salud ocupacional. Sindicato Médico del Uruguay, Montevideo, Uruguay

Davis, M. J., Gran, D.L., 2005. Experiencias de la instauración de normas relativas al contenido de plomo en aire y el agua, en los Estados Unidos de América, Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca México, Vol.45(2), Centro Nacional de Evaluación Ambiental, Oficina de Investigación y Desarrollo, Agencia Norteamericana para la Protección del Ambiente, Estados Unidos de América.

Doadrio V.L.A. 2006. Ecotoxicología y acción toxicológica del plomo. Revista académica nacional de farmacología, Vol.72. Pag. 409-432.

Flores. B. M. A., M. Vaca. M., M. Monroy. M., K. A. Vázquez G.(2000) Recuperación de plomo de escoria de un horno de fundición de plomo por extracción acida y quelatacion con edta. .Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México D.F.

Guerra T.E.2004. Ecología y medio ambiente..Universidad Autónoma de México.

Guitart, R. y T. Vernon G. 2005. El plomo empleado en deportes (caza, tiro y pesca deportiva) un problema de salud pública infravalorado.Revista Española de Salud Pública Vol.79 (6) Madrid, España. Unidad de Toxicología General. Universidad Autónoma de Barcelona.

Hernández M., García M., Cañas R., Sardiñas O. 1999. Fracciones disponibles de arsénico, plomo, cadmio y mercurio en sedimentos de corrientes superficiales seleccionadas. Vol37. N°3. Pag 10-15.

Huang, C.P. 1999. Environmental: soil chemistry and human welfare. 14^o Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. Temuco. Chile. Pág. 321-326.

INEGI 1999 (En línea). Ubicación geográfica de Torreón Coahuila.
<http://mapserver.inegi.gob.mx>. (Consulta el día 22 de octubre del 2009).

Manzanares, A. E, H. R. Vega, C, M. Á. Salas, L, V. M. Hernández D. C. Letechipía y L, R. Bañuelos V. 2006. Niveles de plomo en la población de alto riesgo y su entorno en San Ignacio, Fresnillo, Zacatecas, México Salud Pública, México, Vol. 48 (3) Cuerpo Académico de Radiobiología, Universidad Autónoma de Zacatecas, México

Mañay N, C. Alanzo y I., Dol. 2003 Contaminación por plomo en el barrio la Teja Uruguay. Universidad de la República Oriental del Uruguay. Ministerio de Salud Pública del Uruguay. Vol. 45(2)

Martínez, R.N. Soria y N, Feldma, G., 2003. Niveles de Plombemia y otros marcadores, en niños expuestos a una fundición de plomo. Facultad de Medicina de La Universidad Nacional de Tucumán Argentina.

McFarland L. M, y M. Dozier, 2003. Problemas del agua potable: plomo .Instituto de recursos del agua en Texas. Servicio Estatal Cooperativo de Investigación, Educación y Extensión, Departamento de Agricultura de los EE.UU. Texas.

Poma A.P. 2008. Intoxicación por plomo en humanos. University of Illinois. Chicago, EE UU. Anuales de la Facultad de Medicina. Vol.69 (2). Pag. 120-6

Puga S., M. Sosa, T. Lebgue, C. Quintana, y A. Campos. 2006. Ecología aplicada Vol. 5 (1,2). Contaminación por metales pesados en suelo provocado por la industria minera. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.

Ramírez, V.A. 2006. Biomarcadores en monitoreo de exposición a metales pesados en metalurgia. Anuales de la Facultad de Medicina. Vol. 6(1,2) American College of Occupational and Environment Medicine. Lima, Perú.

Ramírez, V.A. 2005. El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo. Anuales de la Facultad de Medicina., Vol.66 (2). American College of Occupational and Environment Medicine. Lima, Perú.

Sánchez T.E, e Y. Awe 2003(en línea), Política de salud ambiental. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd66/ErnestoSanchez.pdf>. (Consultada el 8 de septiembre de 2008)

Sanín, L. H, T. González. C, I. Romieu, y M. Hernández. A.1998. Acumulación de plomo en hueso y sus efectos en la salud. Centro de investigación en sistemas de salud, Vol. 40(4). Instituto nacional de salud pública de Cuernavaca, Morelos México.

Semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/informe_2000/04_Agua/4.6_Calidad/index.shtml - (Consultada el 27 de enero de 2009).

Valdez F. Y V.M. Cabrera 1999. La contaminación ambiental por metales pesados en Torreón, Coahuila, México. <http://www.org/publications/Toreonpdf>.

Vargas. M. F, La contaminación ambiental como factor determinante de la salud.2005.Revista española de salud pública. Vol. 79(2). Subdirección general de sanidad ambiental y salud laboral. Madrid España.