

## LO QUE USTED DEBE SABER SOBRE EL PLOMO

### ¿QUÉ ES EL PLOMO?

El plomo es un elemento que existe en forma natural en la corteza terrestre de la cual ha sido extraído por el hombre desde épocas remotas para aprovechar su maleabilidad y ductibilidad en la fabricación de objetos múltiples desde tuberías para la conducción de agua, monedas, productos de cerámica vidriada, hasta objetos de arte.

### ¿QUÉ TANTO PLOMO SE PRODUCE EN LA ACTUALIDAD?

Actualmente el plomo se produce prácticamente en proporciones iguales a partir del beneficio de minerales y del reciclado de materiales. En 1995 la producción minera mundial equivalió a alrededor de dos millones de toneladas de plomo contenido en concentrados. El plomo proveniente de esta fuente frecuentemente se genera como subproducto o coproducto con otros metales como el zinc, plata, cobre y cadmio.

### ¿QUÉ TANTO CONTRIBUYE MÉXICO A LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE PLOMO?

En 1995, México contribuyó con 179 740 toneladas a la producción mundial de plomo contenido en concentrados y con 167 970 toneladas de plomo refinado (Canadá produjo 146 mil toneladas y Estados Unidos 1.399 millones de toneladas el mismo año). El plomo se extrae de mi-

nas localizadas en 18 entidades federativas, destacando por su importancia la producción de Chihuahua y Zacatecas. También en el país el plomo se genera como coproducto en la obtención de la plata, de la cual México es el principal productor mundial.

### ¿QUÉ TAN VENTAJOSO ES EL RECICLADO DEL PLOMO?

El plomo se encuentra entre los metales no-ferrosos que más se reciclan en el mundo. Su producción secundaria ha ido creciendo de manera continua e incluso sobrepasó en 1989 a la que proviene de la producción minera, lo que refleja las condiciones económicas favorables asociadas con esta actividad. El reciclado de los acumuladores usados y de la escoria conteniendo plomo ha adquirido gran importancia en los países que carecen de minas y dependen de estas fuentes para abastecerse de este metal. Cabe destacar que la energía requerida para reciclar el plomo contenido en la escoria es menor que la necesaria para su producción primaria. En México se cuenta con cinco recicladoras de metales autorizadas y el reciclado de baterías es una práctica común.

### ¿CUÁL ES LA TENDENCIA MUNDIAL EN EL CONSUMO DE PLOMO?

Desde 1970 la demanda mundial del plomo ha crecido en 25% hasta una cantidad récord de 5.627 millones de tonela-

das en 1990, debido a sus propiedades químicas, eléctricas y físicas únicas. La demanda de plomo en los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) creció en 10% entre 1970 y 1990 (contribuyendo en 65% a la demanda mundial, destacándose Estados Unidos con un consumo de plomo refinado equivalente a 26.4% del total mundial), en tanto que los países de Europa Central y del Este y los de Asia se han convertido en los principales consumidores después de los países de la OCDE (con una demanda equivalente a 21 y 9% del total mundial respectivamente).

### **¿CUÁL ES LA TENDENCIA EN CUANTO A LOS PRODUCTOS CONTENIENDO PLOMO?**

El mayor crecimiento del consumo de plomo en los países de la OCDE corresponde al sector de los acumuladores y la mayor reducción en dicho consumo está relacionada con su eliminación como antidetonante en las gasolinas, en la soldadura de envases de alimentos, en la soldadura y tuberías para conducción de agua, así como en pigmentos y pinturas utilizados en interiores (todo ello por razones de salud), así como en recubrimiento de cables (por cambios tecnológicos hacia materiales más competitivos y eficientes).

Entre las nuevas aplicaciones del plomo y de sus compuestos se encuentran las relacionadas con la microelectrónica, los superconductores, el asfalto, los materiales amortiguadores de sismos, los recubrimientos para detener radiaciones de radón y los contenedores de materiales radioactivos.

### **¿CUÁLES SON LAS FUENTES QUE CONTRIBUYEN MÁS A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR PLOMO?**

Ya que el plomo se encuentra formando parte de la corteza terrestre, el deslave por erosión constituye una fuente natural de contaminación ambiental, junto con la actividad volcánica. A estas fuentes naturales se han venido a sumar las emisiones antropogénicas a todo lo largo del ciclo de vida del plomo desde su extracción de las minas, fundición, procesamiento, almacenamiento, transporte, utilización, reciclado y eliminación final.

La contribución de las fuentes móviles por el consumo de gasolinas conteniendo plomo y de fuentes fijas como las fundidoras y la industria de metales no ferrosos (a partir del almacenamiento, procesamiento o manejo de materiales conteniendo plomo) se distingue sobre todo en las áreas urbanas.

La reducción de la concentración de tetraetilo de plomo en las gasolinas, ha contribuido de manera significativa a reducir la contaminación atmosférica en las ciudades; a lo cual se agrega la contribución de tecnologías de control de emisiones industriales.

Es importante mencionar que la contaminación atmosférica puede contribuir a la de los cuerpos de agua, los suelos y los alimentos al depositarse en ellos las partículas de plomo que estaban suspendidas en el aire, pudiendo transferirse la con-

taminación de un sitio a otro, inclusive de un país a otro.

### **¿CUÁLES SON LOS CRITERIOS DE CALIDAD DEL AIRE EN RELACIÓN CON EL PLOMO?**

En virtud de que la respuesta fisiológica de los seres humanos a la exposición al plomo se produce en semanas, los estándares de calidad del aire fijados en la Unión Europea corresponden a concentraciones anuales promedio de  $2.0 \text{ mg/m}^3$  y en Estados Unidos y México a la concentración promedio aritmética en tres meses de  $1.5 \text{ mg/m}^3$ .

### **¿CUÁLES SON LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR PLOMO?**

Se considera que el plomo es un constituyente natural menor de las aguas superficiales y subterráneas. Estimaciones realizadas en 1983 a nivel mundial, señalan que alrededor de 97 a 180 mil toneladas anuales de plomo se vierten a los ecosistemas acuáticos provenientes de residuos industriales, efluentes de la minería, fundición, refinación, procesos de manufactura, depósitos atmosféricos y vertimiento de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales. Cabe resaltar que los depósitos del plomo atmosférico contribuyen aproximadamente con la mitad de las aportaciones, lo cual destaca la importancia de las medidas para reducir las emisiones atmosféricas de este metal, además de las de otra índole.

El plomo puede acumularse en los sedimentos de ríos y lagos, o bien ser arrastrado hacia el mar en donde también puede precipitarse y depositarse en los sedimentos marinos que se constituyen en un sumidero en el cual el plomo está relativamente inaccesible. Ya que los suelos retienen por lo general el plomo depositado en ellos, se reduce el potencial de contaminación de los acuíferos.

El agua de consumo humano puede contaminarse con plomo proveniente de la soldadura o de las tuberías y depósitos a base de plomo, dependiendo de la acidez del agua; por ello se ha ido eliminando este tipo de usos del plomo.

### **¿CUÁLES SON LOS CRITERIOS DE CALIDAD DEL AGUA RELACIONADOS CON EL PLOMO?**

En México, para el agua de bebida el Reglamento de la Ley General de Salud establece concentraciones límites de plomo de  $0.05 \text{ mg/l}$ ; en tanto que los Criterios Ecológicos establecen concentraciones límites para agua marina (en zonas costeras) de  $0.006 \text{ mg/l}$  (las cuales no deben excederse una vez cada tres años en promedio); y para el agua de consumo pecuario de  $0.1 \text{ mg/l}$ .

### **¿CUÁLES SON LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR PLOMO?**

En las áreas rurales y remotas, el plomo presente en el suelo proviene principalmente de fuentes minerales; el plomo

tiende a acumularse en los suelos en donde permanece inmóvil durante largo tiempo. Las estimaciones de las contribuciones antropogénicas a la contaminación por plomo del suelo a nivel mundial para 1983, señalan que estas equivalen a un total entre 479 mil y 1.113 millones de toneladas anuales, como resultado de actividades industriales, urbanas y agrícolas. Destacan como fuentes importantes de plomo el depósito de las partículas suspendidas en el aire, la disposición de productos comerciales, cenizas de las plantas carboeléctricas, y los desechos urbanos. A ello se suma la contribución de la minería y de las empresas fundidoras de minerales conteniendo plomo. La contaminación del suelo es particularmente alta a los lados de las carreteras por donde circulan vehículos que consumen gasolina conteniendo plomo. También puede ser fuente de contaminación de los suelos el depósito en ellos de los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales con un fuerte contenido de descargas industriales de plomo.

La biodisponibilidad del plomo en los suelos depende de la composición de éstos, de su acidez, de las especies de plomo presentes en ellos y de otros factores. Se sabe que las plantas pueden incorporarlo a su organismo, al igual que el ganado que ingiere suelos contaminados junto con la hierba.

El polvo, sobre todo el que se introduce a los hogares en las áreas de intenso tráfico vehicular o cercanas a fuentes fijas emisoras, puede contener plomo y provocar que los niños se expongan a este metal, en particular los que gatean o se introducen las manos sucias a la boca.

También la pintura con plomo utilizada intramuros que se descascara puede contribuir a la contaminación intradomiciliaria por este metal y a la exposición humana, especialmente de los niños.

### **¿CUÁLES SON LAS CONCENTRACIONES MÁXIMAS PERMITIDAS DE PLOMO EN EL POLVO?**

En los Estados Unidos se ha establecido que la concentración de plomo en el polvo intradomiciliario no debe exceder 2.152 mg/m<sup>2</sup> en el piso; 5.382 mg/m<sup>2</sup> en los antepechos de las ventanas y de 8.611 mg/pié<sup>2</sup> en los huecos de las ventanas.

### **¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES FUENTES DE EXPOSICIÓN HUMANA AL PLOMO?**

Las fuentes de exposición humana varían de un país a otro y de una región a otra en el mismo país (ej. zonas urbanas y rurales), lo cual está relacionado con las actividades y consumo de productos que involucran al plomo.

La absorción por los alveolos pulmonares de las partículas de plomo contenidas en el aire depende de su tamaño y de su composición, ya que por ejemplo, las menores a 2.5  $\mu$ m y de óxido de plomo son fácilmente absorbibles pero las de sulfuro de plomo no lo son. Las de mayor tamaño se depositan en la región traqueobronquial y nasofaríngea de donde pueden ser movilizadas y tragadas. En este último caso, la posibilidad de absorción a través

del tracto gastrointestinal es menor en adultos que en niños. Esta forma de exposición es importante en las áreas urbanas con alto tráfico vehicular y con número importante de fuentes fijas emisoras, así como en los ambientes laborales.

La ingestión de plomo más importante puede provenir de alimentos contaminados como resultado de: a) movilización del plomo desde fuentes naturales, b) depósito de partículas suspendidas en el aire en cultivos agrícolas o en alimentos preparados en la vía pública en áreas de gran tráfico vehicular, c) la cosecha, procesamiento, transporte, empaquetado, preparación y almacenamiento de alimentos. Se indica que el empleo de envases sellados con soldadura de plomo y sin protección interna para impedir la movilización del plomo hacia el interior del envase, puede ser una fuente importante de contaminación de alimentos.

Como ya se señaló, la ingestión de polvo contaminado con plomo es una fuente importante de exposición para los niños. El uso de plomo en el vidriado de loza de barro y en la producción de vajillas de baja temperatura de horneado, es una fuente relevante de exposición al plomo ya que este puede solubilizarse cuando se preparan o almacenan alimentos ácidos en estos recipientes. También puede ingerirse plomo con el agua de consumo humano cuando se corroen las tuberías de plomo o soldadas con este metal debido a la acidez del agua; en este caso la forma física y química del plomo puede influir en su biodisponibilidad siendo, por ejemplo, menor la de partículas suspendidas de gran tamaño de sulfuro de plomo.

Otra fuente potencial de ingestión de plomo es la pintura descascarada de paredes o de objetos (lápices o juguetes), en particular cuando se utilizan formas solubles y biodisponibles de plomo.

## ¿QUÉ NORMAS SE HAN ESTABLECIDO PARA REDUCIR LA EXPOSICIÓN AL PLOMO?

Además de los criterios de calidad del aire, del agua, y de contenido de plomo en polvo, previamente descritos, se han establecido diversas normas que fijan límites máximos permisibles de plomo en descargas de aguas residuales; en el ambiente laboral y en productos de consumo como pinturas, loza vidriada y alimentos. En México se han establecido los límites descritos a continuación.

### A. Para descargas de aguas residuales

Niveles máximos permisibles de plomo en descargas de aguas residuales

Fuente	Límites máximos	
	Promedio diario (mg/l)	Promedio instantáneo (mg/l)
Industrias de productos de vidrio prensado y soplado	0.6	0.7
Industrias del hierro y el acero	0.6	0.7
Industrias de acabados metálicos	0.6	0.7
Industrias de laminación, extrusión y estiraje de cobre y sus aleaciones	0.6	0.7
Industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales del drenaje y alcantarillado urbano o municipal	1.0	2.0
Disposición mediante riego agrícola de aguas residuales de origen urbano o municipal	5.0	---

Las Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas señalan condiciones particulares de

descarga para metales pesados, incluyendo al plomo, para las siguientes industrias y servicios:

- Refinación de petróleo y petroquímica.
- Fertilizantes, excepto las que producen ácido fosfórico.
- Productos plásticos y polímeros sintéticos.
- Fabricación de asbestos de construcción
- Industria hulera.
- Celulosa y papel.
- Impregnación de productos de aserradero
- Asbestos, textiles, materiales de fricción y selladores.
- Elaboración de papel a partir de celulosa virgen y fibra celulósica reciclada.
- Preparación y envasado de conservas de pescados y mariscos, y producción de harina y aceite de pescado.
- Jabones y Detergentes.
- Hospitales.

### B. Ambiente laboral

Niveles máximos permisibles de plomo para exposición laboral

Sustancia	Concentración ponderada en el tiempo (mg /m <sup>3</sup> de aire)	Exposición en corto tiempo (mg /m <sup>3</sup> de aire)
Arseniato de plomo	0.15	0.45
Tetraetilo de plomo	0.1	0.3
Tetrametilo de plomo	0.15	0.5

- Índice biológico de exposición: Está en elaboración un proyecto de norma oficial mexicana que fija el límite máximo de exposición de trabajadores a partir de la concentración de plomo en sangre.

### C. Pinturas

El límite máximo en pinturas empleadas en el recubrimiento de productos con las cuales puedan entrar en contacto los niños es de 90 mg/kg;

### D. Vidriado de cerámica

El límite máximo de desprendimiento de plomo en cerámica horneada a más de 990°C es de 7.0 mg/l para piezas planas, 5.0 mg/l para piezas huecas chicas, 2.5 mg/l para piezas huecas grandes y artículos para uso recreativo.

## ¿QUÉ SEÑALAN LAS NORMAS DE RESIDUOS PELIGROSOS EN RELACIÓN CON EL PLOMO?

Entre los residuos considerados como peligrosos por la normatividad ambiental que contienen plomo, se considera a los generados por las siguientes actividades industriales:

- Acabado de metales y galvanoplastia
- Beneficio de metales
- Metal-mecánica
- Minera
- Petróleo y petroquímica
- Producción de baterías
- Secantes, pigmentos y varios

## ¿QUÉ ACCIONES VOLUNTARIAS SE HAN DESARROLLADO EN MÉXICO PARA REDUCIR LA EXPOSICIÓN AL PLOMO?

**Gasolinas:** A partir de 1980 se inició la reducción del empleo de tetraetilo de plomo como antidetonante en las gasoli-

nas, alcanzándose una reducción de 90% en la gasolina NOVA al disminuir la concentración de 0.9 g/l a 0.09 g/l, con lo cual se cumple con las especificaciones de las gasolinas de la Unión Europea. A partir de 1990, se inició la introducción de la gasolina sin plomo MAGNA SIN y se estableció un convenio con la industria automotriz para que en los modelos 1991 y subsecuentes se incorporara el convertidor catalítico.

**Pinturas, envases de alimentos y cerámica vidriada:** En 1991, las secretarías de Desarrollo Urbano y Ecología, de Salud y de Comercio y Fomento Industrial establecieron un convenio con representantes de la industrias, artesanos y grupos ecologistas para constituir un Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Prevención del Uso del Plomo. Los integrantes de ese Comité promovieron acciones tendentes a:

- Eliminar el uso de minio y carbonato de plomo (formas fácilmente biodisponibles del plomo) como pigmentos, particularmente para lacas, esmaltes, pinturas y barnices que se emplean en el recubrimiento de juguetes, lápices, plumas, colores para dibujar y otros artículos escolares, tintas para impresión, cosméticos, muebles y pinturas para casas habitación. Aunado a ello, se requirió a la industria señalar en las etiquetas de sus productos conteniendo plomo la siguiente leyenda "este producto contiene plomo y es dañino a la salud si se inhala, chupa o mastica".
- Eliminar el empleo de soldadura de plomo en la producción de envases para alimentos mediante un cambio de

tecnologías de soldado; a lo cual se dió cumplimiento en un plazo menor del que se fijó.

- Investigar nuevas formas de vidriado de loza de barro que no impliquen el uso de plomo o que se basen en temperaturas de horneado que impidan la liberación ulterior del plomo; lo cual fue realizado con éxito e impulsado por FONART. Ahora las acciones se orientan a la instrumentación de las nuevas técnicas.

**Divulgación de información para prevenir la exposición al plomo:** A la Secretaría de Salud correspondió emprender un programa continuo de divulgación para informar al público de las medidas a seguir para reducir la exposición al plomo.

### ¿QUÉ TANTO SE HA LOGRADO REDUCIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y LA EXPOSICIÓN AL PLOMO EN MÉXICO?

El análisis de plomo en el aire en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, una de las áreas con más intenso tráfico vehicular, ha mostrado una continua reducción en la concentración de este metal desde 1990 en que se inició la disminución de su contenido en las gasolinas, hasta alcanzar concentraciones en la actualidad por debajo de los límites máximos que fijan los criterios de calidad del aire. Aún cuando no se cuenta con un análisis biológico sistemático de los habitantes de la Ciudad de México, estudios realizados en grupos de individuos específicos parecen indicar que también está ocurriendo una disminución similar de la

cantidad de plomo en sangre, lo que señala una reducción en la exposición.

### **¿PORQUÉ SE CONSIDERA TAN IMPORTANTE REDUCIR LA EXPOSICIÓN AL PLOMO?**

El Programa Internacional de Seguridad Química de la Organización Mundial de la Salud (OMS) describe los efectos del plomo en la salud en el documento intitulado Criterios de Salud Ambiental: Plomo (OMS, 1989).

En dicho documento se expresa que el plomo que ingresa al organismo humano, dependiendo de la dosis que alcanza, puede provocar una variedad de efectos en la salud que aumentan en severidad a medida que se incrementa la dosis.

De particular relevancia son las evidencias que indican que los niños cuyo desarrollo neurológico no se ha completado, son particularmente vulnerables a la acción del plomo a concentraciones que no parecen ocasionar ningún efecto adverso en los adultos. Concentraciones por debajo de 25 mg/dl de sangre, provocan alteraciones en el cociente intelectual de los niños expuestos, aunque se indica que los estudios al respecto no han proporcionado una evidencia definitiva de una relación causal con la exposición al plomo. Pero el hecho de que no se haya demostrado la existencia de un umbral de exposición por debajo del cual los niños no presenten un efecto, hace necesario adoptar el principio precautorio a fin de prevenir riesgos, por lo cual se busca reducir al máximo la exposición de este grupo poblacional al plomo.

Entre las anomalías observadas se encuentran la reducción de la velocidad de la conducción nerviosa periférica, alteraciones de la función sensorial motora y de la función del sistema nervioso autónomo.

Por su parte el riesgo de alteraciones renales (nefropatía) en trabajadores se hace notorio por arriba de 60 mg/dl de sangre.

### **¿QUÉ COMPROMISOS INTERNACIONALES SE HAN ADQUIRIDO EN RELACIÓN CON EL PLOMO?**

En el marco de la reunión de la Comisión para el Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas, realizada en mayo 1994, así como de la reunión Cumbre de las Américas en diciembre del mismo año, México convino en seguir realizando esfuerzos adicionales para reemplazar el uso de gasolina conteniendo plomo por gasolina sin plomo. A su vez estuvo de acuerdo en que no se use gasolina con plomo en el Continente Americano para el año 2000.

Aunado a lo anterior, en la reunión Ministerial del Comité de Políticas Ambientales de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, que tuvo lugar los días 19 y 20 de febrero de 1996, México se sumó a los otros países Miembros de la Organización para adoptar una Declaración sobre Reducción de Riesgos del Plomo, que incluye entre otras acciones:

- Fortalecer los esfuerzos nacionales de cooperación para reducir los riesgos de la exposición al plomo a través de acciones que tomarán en cuenta las prio-



ridades nacionales, las políticas, programas y logros, reconociendo que la instrumentación puede adoptar la forma de acciones voluntarias, económicas y regulatorias.

- Continuar revisando los niveles de plomo en el ambiente y la exposición al plomo de poblaciones sensibles (como los niños y mujeres embarazadas) y de las poblaciones en alto riesgo (como ciertos grupos de trabajadores) y evaluar la efectividad de los programas de reducción de riesgos con base en esos datos.
- Promover y maximizar el uso de programas viables y ambientalmente adecuados para la recolección y reciclado de productos de plomo o conteniendo plomo.
- Estimular a las industrias que producen y emplean el plomo, a hacer el mejor uso de su experiencia y conocimientos sobre el manejo de sus riesgos.
- Trabajar con la industria productora del plomo para desarrollar un programa voluntario de acciones para reducir la exposición al plomo, estimulando a las industrias que lo emplean a desarrollar programas similares.

### **¿QUÉ ACCIONES SE HAN EMPRENDIDO PARA DAR CUMPLIMIENTO A ESOS COMPROMISOS?**

En lo que se refiere a las gasolinas, el consumo de gasolina sin plomo en el Valle de México pasó de 2% en 1989 a 44% en 1995. En términos absolutos el

consumo de gasolina con plomo disminuyó de 93 mil barriles diarios en 1989 a 62 mil en 1995, lo que significa una reducción de 34% del volumen de gasolinas con plomo y una mayor reducción en las emisiones de plomo, ya que la concentración actual en la gasolina es diez veces menor.

El Instituto Nacional de Ecología dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, ha establecido junto con la Cámara Minera de México las bases de cooperación para promover y apoyar la reducción de la exposición asociada a emisiones industriales de plomo; manejo de plomo en los procesos productivos; uso y reciclaje de productos con plomo, y manejo de residuos, buscando la protección del ambiente, de la salud pública y en particular de la salud de los trabajadores expuestos al plomo.

Para alcanzar el objetivo planteado, formularán conjuntamente un programa de trabajo que incluirá actividades tales como:

- La creación y acceso público a una base de datos con información relativa a la producción y utilización del plomo, a su reciclado y disposición, así como a tecnologías disponibles que permitan la reducción de riesgos.
- El diseño y realización de programas de capacitación para trabajadores expuestos al plomo.
- El diseño, redacción de material educativo y difusión de programas tendentes

a la reducción del riesgo por exposición a plomo en centros de trabajo.

- El desarrollo de actividades de asesoría técnica relativa a los procesos que involucran el manejo de plomo para reducir emisiones, residuos y riesgos en general.

c:\archivos\arturo\doctora\plomo\folpb.doc