



GUÍA CLÍNICA

VIGILANCIA BIOLÓGICA DE LA POBLACIÓN EXPUESTA A PLOMO, BENEFICIARIOS DE LA LEY 20.590

2014

Citar como:

MINISTERIO DE SALUD. Guía Clínica: Vigilancia Biológica de la Población Expuesta a Plomo en la Comuna de Arica. Santiago: MINSAL, 2014

Todos los derechos reservados. Este material puede ser reproducido total o parcialmente para fines de disseminación y capacitación.

Prohibida su venta.

Índice de Contenido

GLOSARIO	7
INTRODUCCIÓN: DESCRIPCIÓN Y EPIDEMIOLOGÍA DEL PROBLEMA DE SALUD	8
1. Antecedentes Demográficos, epidemiológicos e históricos de la ciudad de Arica	9
2. Acopios en Sitio F y Zona de Relave de PROMEL	9
3. Zona de Maestranza y Zona de Puerto	10
ALCANCES DE LA GUÍA	10
USUARIOS DE LA GUÍA	10
DECLARACIÓN DE INTENCIÓN	10
OBJETIVOS	11
1. Objetivo General:	11
2. Objetivos Específicos:	11
INDICADORES DE EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA	11
SECCIÓN I. CARACTERIZACIÓN TOXICOLÓGICA DE UN POTENCIAL CONTAMINANTE QUÍMICO:.	12
PLOMO	12
1. Identificación	12
2. Propiedades Físico Químicas de Interés Toxicológico	14
3. Rutas de Exposición/Vías de Exposición	14
4. Vías de Absorción	15
5. Toxicidad Aguda	17
6. Toxicidad Crónica	18
7. Ecotoxicidad	21
8. Evaluación y Control de la Exposición Ambiental y Laboral	22
9. Referencias y Bibliografía Sección I.	22
SECCIÓN II. CONSIDERACIONES.	24
SECCIÓN III. ALGORITMOS DE ATENCIONES EN SALUD	25
SECCIÓN IV. PROTOCOLO DE MONITOREO E INTERVENCIÓN	28
1. Recomendaciones para menores de 15 años.	28
2. Recomendaciones para mayores de 15 años	30
3. Recomendaciones para Mujeres Embarazadas.	31

SECCIÓN V. DEFINICIÓN DE HALLAZGOS DE EFECTOS CRÓNICOS PARA POBLACIÓN CON EXPOSICIÓN CRÓNICA AMBIENTAL A PLOMO	33
---	-----------

SECCIÓN VI. VALIDACIÓN DE LA GUÍA.....	34
---	-----------

1. Versión previa de esta Guía:	34
2. Grupo de trabajo	34
3. Declaración de conflictos de interés	35
4. Vigencia y actualización de la guía	35

Índice de Flujogramas

Flujograma 1. Atención poblador expuesto	5
Flujograma 2. Atención ex poblador expuesto en el pasado	6
Flujograma 3. Atención de pobladores menores de 6 años con plumbemia	25
Flujograma 4. Atención de pobladores entre 7-14 años con plumbemia.....	26
Flujograma 5. Atención de pobladores mayores de 15 años con plumbemia.....	27
Flujograma 6. Atención de embarazadas según nivel de plumbemia	27

Índice de Figuras

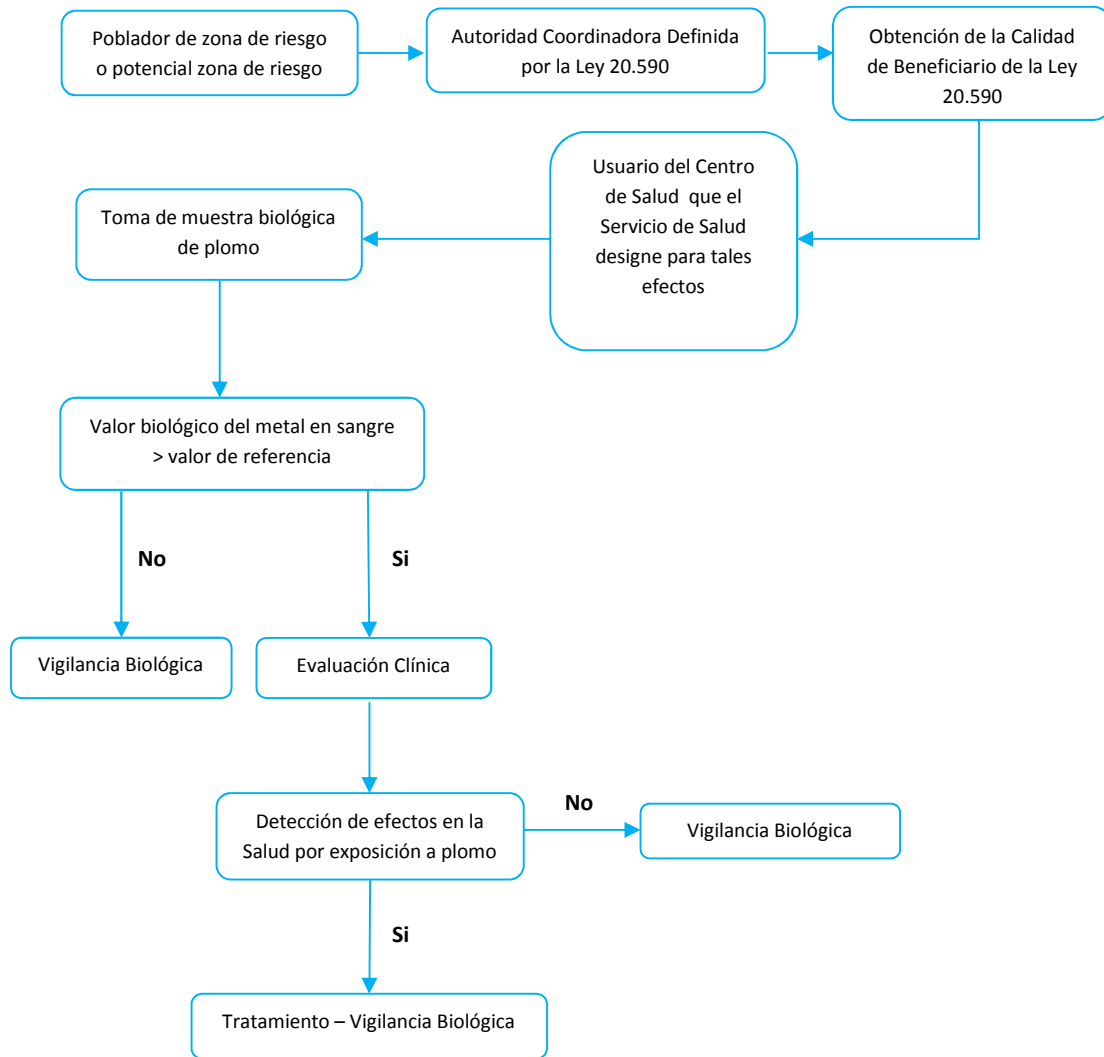
Figura 1. Distribución del plomo, modelo de los tres compartimentos en el organismo humano. .	16
Figura 2. Modelo biológico del plomo	16
Figura 3. Niveles sanguíneo de plomo asociados con efectos adversos a la salud.....	17

Índice de Tablas

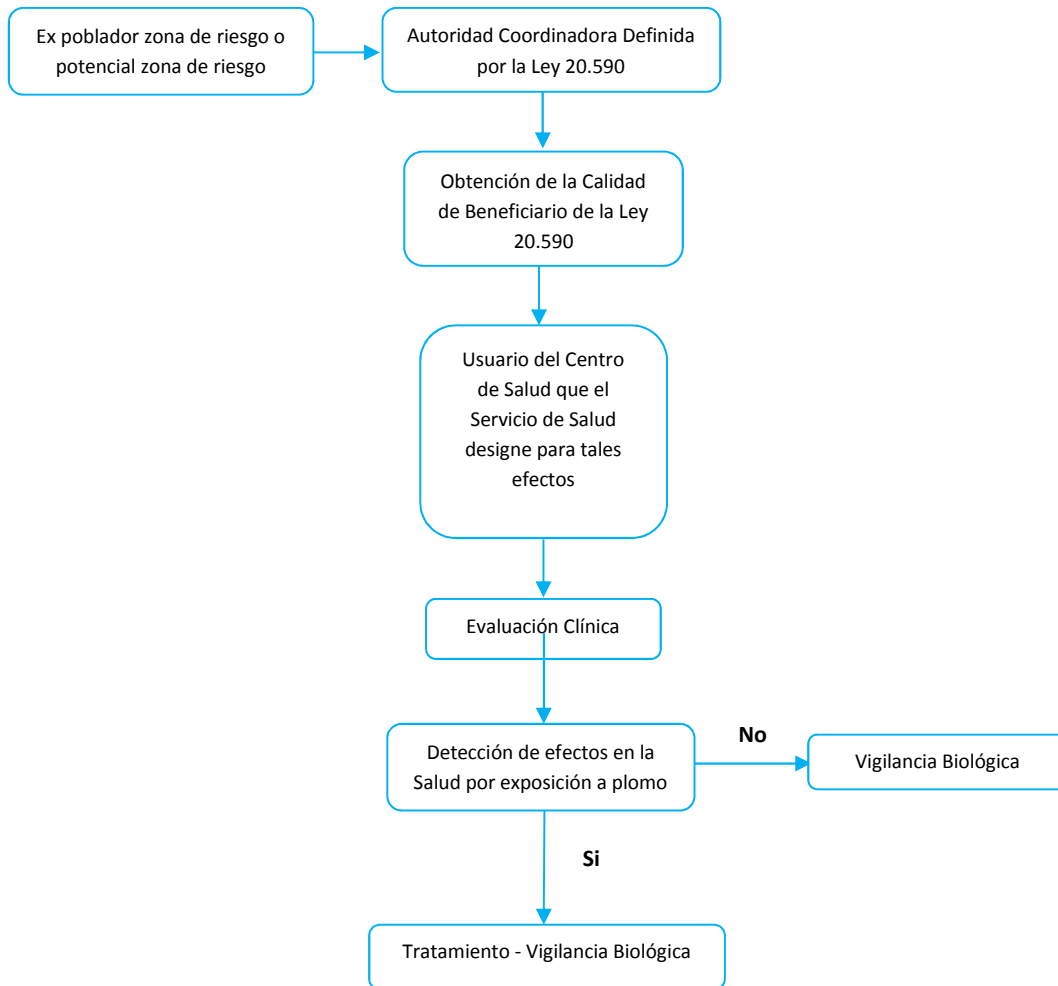
Tabla 1. Contenidos de metales en los relaves PROMEL	9
Tabla 2. Productos que contienen plomo y procesos que se usan o liberan al medio ambiente plomo	13
Tabla 3. Límite máximo para concentración de Plomo en alimentos establecido en el D.S. 977/96.	22

**FLUJOGRAMA DE INGRESO A PRESTACIONES DE SALUD
BENEFICIARIO DE LA LEY 20.590**

Flujograma 1. Atención poblador expuesto



Flujograma 2. Atención ex poblador expuesto en el pasado



GLOSARIO

Sigla	Definición
DL₅₀	Dosis letal 50, muerte del 50% de los expuestos.
CL₅₀	Concentración letal 50, muerte del 50% de los expuestos.
LOAEL	Nivel más bajo con efectos adversos observados (por sus siglas en inglés LOAEL).
IARC	Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (por sus siglas en inglés IARC)
ACGIH	Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (por sus siglas en inglés ACGIH)
ATSDR	Agencia para Sustancias tóxicas y el Registro de Enfermedades (por sus siglas en inglés ATSDR).
BEI	Índice de Exposición Biológica (por sus siglas en inglés BEI).
CDC	Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (por sus siglas en inglés CDC)
EPA	Agencia de Protección Ambiental (por sus siglas en inglés EPA).
EU	Unión Europea
FAO	Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés FAO).
FDA	Administración de Alimentos y Medicamentos (por sus siglas en inglés FDA).
Metal pesado	Cualquier elemento químico metálico que tiene una densidad superior a 4 g/cm ³ y que por sus características es tóxico o venenoso inclusive a dosis bajas.
MRL	Nivel de Riesgo Mínimo (por sus siglas en inglés MRL).
NIOSH	Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (por sus siglas en inglés NIOSH)
NOAEL	Nivel sin efectos adversos observados (por sus siglas en inglés NOAEL).
NTP	Programa Nacional de Toxicología (por sus siglas en inglés NTP).
OSHA	Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (por sus siglas en inglés OSHA)
PEL	Límite de exposición permisible (por sus siglas en inglés PEL).
pg	Picogramos.
ppb	Partes por billón.
ppm	Partes por millón.
TLV	Valor Límite Umbral (por sus siglas en inglés TVL).
OMS	Organización Mundial de la Salud.
>	Mayor a
≥	Mayor o igual a
=	Igual a
<	Menor a
≤	Menor o igual a
%	Porcentaje
μm	Micrometro
μg	Microgramo

RECOMENDACIONES CLAVES

Recomendaciones	Grado de Recomendación
La dieta equilibrada, el consumo adecuado de alimentos ricos en antioxidantes, el cese del hábito tabáquico, disminuyen los riesgos de patologías asociadas a metales pesados.	A
El selenio es antagonista de los efectos adversos de muchos metales pesados	B
El tratamiento quelante en pobladores con plomo elevado es beneficioso solo con valores de plomo mayor a 45 µg/dl	A
El uso de antioxidantes suplementarios ha demostrado beneficios en el retardo de la aparición de patologías asociadas a exposición crónica a metales.	B

Clasificación del nivel de evidencia	
Al menos un metaanálisis, revisión sistemática o ensayo clínico clasificado como 1++ y directamente aplicable a la población diana de la guía; o un volumen de evidencia científica compuesto por estudios clasificados como 1+ y con gran consistencia entre ellos.	A
Un volumen de evidencia científica compuesto por estudios clasificados como 2++, directamente aplicable a la población diana de la guía y que demuestran gran consistencia entre ellos; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 1++ o 1+.	B
Un volumen de evidencia científica compuesto por estudios clasificados como 2+ directamente aplicables a la población diana de la guía y que demuestran gran consistencia entre ellos; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 2++.	C
Evidencia científica de nivel 3 ó 4 ; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 2+	D

• **INTRODUCCIÓN: DESCRIPCIÓN Y EPIDEMIOLOGÍA DEL PROBLEMA DE SALUD**

La presente guía es una referencia para la atención de los pobladores expuestos a contaminación por plomo, que sean acreditados como beneficiarios por la autoridad coordinadora de la Ley 20.590

Los metales, como cualquier otro grupo de agentes químicos, pueden producir patología aguda, desarrollada rápidamente tras el contacto con una dosis alta, o crónica por exposición a dosis baja a largo plazo.

La toxicidad aguda por metales es poco frecuente. Son muy escasas las intoxicaciones suicidas u homicidas por vía digestiva, capaces de producir cuadros clínicos muy graves o fulminantes, con afectación digestiva, cardiovascular, neurológica o hepatorenal. Entre los cuadros agudos, lo más frecuente de ver es la intoxicación por exposición laboral. La intoxicación subaguda o crónica, fundamentalmente laboral, ha disminuido con el control en las empresas de los valores límites en el ambiente laboral por agentes químicos. Las exposiciones a dosis bajas a largo plazo,

procedentes de fuentes alimentarias o ambientales, pueden producir los cuadros típicos de intoxicación crónica, como ocurre en poblaciones ambientalmente expuestas a plomo, o manifestarse en forma de efectos aislados, como la disminución del Coeficiente Intelectual en niños expuestos a plomo.

1. Antecedentes Demográficos, epidemiológicos e históricos de la ciudad de Arica

Arica es la capital de la Región XV de Arica y Parinacota, y se ubica en el extremo norte de Chile. Posee una población de 175.441 personas (Censo 2002), con un crecimiento de un 8,7% entre los años 1992 y 2002, y un 12% de la población migrante (INE).

El clima es desértico y cuenta con vientos predominantes sur-suroeste, con un componente noreste. Lo anterior, provoca una circulación de mar a cordillera y viceversa, que dispersa las partículas de polvo de suelo o techo superficial.

En el año 2009, la población de la ciudad de Arica denunció a través de los medios de comunicación, la contaminación por metales pesados presentes en la ciudad, debido a pasivos mineros abandonados por la empresa Promel Ltda. Acopios de minerales procedentes de Bolivia y barros con minerales procedentes de Suecia, que fueron depositados en varios puntos de la ciudad.

A raíz de lo anterior, el Gobierno Regional de Arica y Parinacota, elaboró un Programa Maestro de Intervención de zonas con presencia de Polimetales, el que describe los antecedentes del problema de contaminación ambiental asociados principalmente a la presencia de plomo y arsénico en el suelo. Este documento definió 3 sectores de intervención en la ciudad y que corresponden a: Sector Puerto; población afectada 4.067, Sector Maestranza; población afectada 1.221, Sector F; población afectada 7.378.

2. Acopios en Sitio F y Zona de Relave de PROMEL

Entre los años 1984 y 1985, la empresa PROMEL internó al país, desde Suecia cerca de 20.000 toneladas de mercancías caracterizadas como “barros con contenidos minerales”. La composición informada por la empresa y mediciones posteriores del ISP y Sernageomin da cuenta de los siguientes contenidos de metales:

Tabla 1. Contenidos de metales en los relaves PROMEL

Muestreo Año	Referencia	Plomo (%)	Arsénico (%)	Cadmio (%)	Mercurio (%)
1984	Informe Promel	4,50	17,50	0,05	3.000
1997	Sernageomin	4,40	10,00		0,26

Fuente: Plan Maestro de Intervención zonas con Presencia de Polimetales en Arica. 2009.

La empresa PROMEL arrendó a Bienes Nacionales el Sitio F del Barrio Industrial de Arica, para almacenar estas mercancías incautadas por Aduana. Dicho sitio se encontraba en un sector industrial, que se ubica al noreste del centro de la ciudad, con vientos predominantes noreste, por tanto, alejándose de Arica.

En 1971 había una toma de terreno (actual Barrio Sica Sica), desde 1980 comienza la Cooperativa de militares a construir viviendas (actuales Villa Alborada, Huamachuco).

En los años 90 se construyeron las villas Cerro Chuño, Los Industriales, Villa el Solar, Villa Amanecer y Villa los Laureles todas cercanas al Sitio F, en sectores destinados a actividades industriales, fuera del radio urbano.

Dada esta situación, en el año 1996 el Servicio de Salud Arica comenzó a hacer gestiones para retirar los acopios del lugar donde se encontraban.

Dada la cercanía de las poblaciones y la peligrosidad de los residuos acopiados, se declaró “Emergencia Sanitaria Ambiental”. Esto se tradujo en la emisión de una Resolución en el año 1998, del Servicio de Salud Arica, para trasladar los residuos a un lugar transitorio. A esa fecha se estimó que la población aledaña al sector de acopio de los residuos llegaba a 5.000 personas.

3. Zona de Maestranza y Zona de Puerto

En cumplimiento del Tratado Chile Bolivia firmado el año 1904, el libre tránsito de mercancías que provienen de Bolivia ha dado lugar a que por décadas se haya transportado, acopiado y embarcado concentrados de minerales provenientes de dicho país. Lo que ha significado puntos críticos de contaminación con plomo en la Zona de Maestranza y en la Zona Puerto.

ALCANCES DE LA GUÍA

La presente Guía Clínica, será implementada y aplicada por el Servicio de Salud correspondiente, para la atención de los pobladores y ex pobladores expuestos a contaminación por plomo y que sean acreditados como beneficiarios por la autoridad coordinadora de la Ley 20.590.

USUARIOS DE LA GUÍA

Integrantes del equipo de salud destinado a la atención directa de pobladores o ex pobladores expuestos a contaminación por plomo , compuesto por Médicos, Enfermeras, Nutricionistas, Psicólogas, Asistente Sociales.

DECLARACIÓN DE INTENCIÓN

La presente guía clínica no fue elaborada con la intención de establecer estándares de cuidado para pobladores individuales, los cuales serán determinados por personal competente sobre la base de la información clínica respecto de cada caso particular, y están sujetos a cambios a medida que avance el conocimiento científico. Es importante hacer notar que las recomendaciones entregadas en esta guía se basan en la evidencia científica disponible en la actualidad y comprenden las indicaciones relacionadas con el manejo de las complicaciones derivadas de la exposición a polimetales. Estas orientaciones no reemplazan el adecuado juicio médico del tratante, quien en todo momento estará valorando la condición clínica de su poblador. Es así

como, con independencia de los resultados toxicológicos que dan la pauta a la presente guía, si existen sospechas clínicas sugerentes de patología causada por exposición a polimetales, se derivará al poblador al especialista respectivo para confirmar el diagnóstico clínico, sin perjuicio de que el diagnóstico toxicológico y la definición de la asociación o no de la patología con el metal en cuestión, recaerá finalmente en la experticia del Servicio de Salud como referente en evaluación toxicológica ambiental.

- **OBJETIVOS**

- 1. Objetivo General:**

Contribuir al tratamiento médico, seguimiento, recuperación y vigilancia de los pobladores y ex pobladores expuestos a contaminación por plomo, que acrediten ser beneficiarios de la Ley 20.590, desde una mirada multidisciplinaria en la atención en salud requerida.

- 2. Objetivos Específicos:**

- a) Estandarizar el manejo clínico del poblador y ex poblador.
- b) Aportar las bases científicas, desde el punto de vista toxicocinético - toxicodinámico, para comprender la problemática de la exposición crónica a plomo.
- c) Entregar una caracterización toxicológica de la sustancia en estudio.
- d) Aportar consideraciones específicas acerca de la situación de exposición actual en la comuna de Arica a plomo.

INDICADORES DE EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA

- Número de pobladores evaluados de acuerdo a la guía clínica de vigilancia biológica de la población expuesta a plomo/Número de pobladores acreditados como beneficiarios de la Ley 20.590 x 10.

- **DESARROLLO DE LA GUÍA**

SECCIÓN I. CARACTERIZACIÓN TOXICOLÓGICA DE UN POTENCIAL CONTAMINANTE QUÍMICO: PLOMO

1. Identificación

a) Nombre/s, Sinónimos. Plomo.

b) Número CAS. 7439-92-1

c) Grupo Químico

El plomo es un metal blando, gris plateado, que se funde a 327,5°C. Es muy resistente a la corrosión, pero es soluble en ácido nítrico y en ácido sulfúrico caliente. Su valencia corriente en los compuestos inorgánicos es +2. Su solubilidad en agua varía; el sulfito de plomo y los óxidos de plomo son poco solubles, mientras que las sales de nitrato, clorato y cloruro son razonablemente solubles en agua fría. El plomo también forma sales con ácidos orgánicos tales como el láctico y el acético, y compuestos orgánicos estables tales como el tetraetilo de plomo y el tetrametilo de plomo.

Los métodos utilizados más corrientemente para el análisis de bajas concentraciones de plomo en materias biológicas y ambientales son la llama, el horno de grafito y la espectroscopia de absorción atómica de plasma acoplado inductivamente y la voltimetría de separación anódica. Según el tratamiento previo de la muestra, las técnicas de extracción y la instrumentación analítica, pueden alcanzarse niveles de detección de 0,12 μ moles de plomo por litro de sangre (2,49 μ g/dl). Sin embargo, se obtienen resultados fiables sólo cuando se siguen procedimientos específicos para reducir al mínimo el riesgo de contaminación durante la recogida, el almacenamiento, procesamiento y análisis de la muestra.

d) Origen, Fuentes y Ocurrencia en el ambiente

- Fuentes naturales
- Fuentes de contaminación ambiental (emisiones, efluentes, residuos industriales o agrícolas).
- Usos industriales, agropecuarios, domésticos u otros.

El nivel de plomo en la corteza terrestre es de aproximadamente 20 mg/kg. El plomo del medio ambiente puede provenir de fuentes naturales o antropogénicas. Las fuentes naturales de plomo atmosférico comprenden el desgaste geológico y las emisiones

volcánicas y se han estimado en 19.000 toneladas por año, frente a unas 126.000 toneladas por año emitidas en el aire como resultado de la minería, la fundición y el consumo de más de 3 millones de toneladas de plomo por año.

Se han encontrado concentraciones atmosféricas de plomo de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en zonas remotas. Los niveles básicos de plomo en el suelo oscilan entre 10 y 70 mg/kg y se ha comunicado un nivel medio de 138 mg/kg en las proximidades de las carreteras. Los niveles de plomo presentes en las aguas rara vez exceden de unos pocos microgramos por litro; la concentración natural de plomo en las aguas superficiales se ha estimado en 0,02 $\mu\text{g}/\text{L}$.

El plomo y sus compuestos pueden entrar en el medio ambiente en cualquier punto durante las actividades de minería, fundición, elaboración, utilización, reciclado o eliminación. Se utiliza principalmente en la fabricación de pilas, cables, pigmentos, aditivos de la gasolina, productos para soldar y de acero. El plomo y los compuestos de plomo también se utilizan para soldar las tuberías de distribución de agua y las latas de conserva, en algunos remedios tradicionales, en las tapas de las botellas de bebidas alcohólicas y en los esmaltes cerámicos y la cristalería de mesa. En los países donde todavía se utiliza gasolina con plomo, la principal emisión en el aire proviene de fuentes móviles y estacionarias de combustión de gasolina (centros urbanos). Las zonas próximas a las minas y fundiciones de plomo están expuestas a la emisión de niveles elevados en el aire.

El plomo del aire puede depositarse en el suelo y el agua, desde donde llega al ser humano por conducto de la cadena alimentaria y del agua de bebida. El plomo atmosférico también es una fuente importante de aquel que está presente en el polvo de las viviendas.

Tabla 2. Productos que contienen plomo y procesos que se usan o liberan al medio ambiente plomo

Productos que contienen Plomo	Procesos que contienen plomo
Alimentos contaminados	Fabricación y reparación de baterías
Envolturas de los dulces importados	Revestimiento cerámico en fabricación de condensadores
Tintas	Fundición de Metales
Balas o perdigones	Fabricación de vidrio
Suplementos de calcio	Fabricación de joyería en plata
Espray para la caída del cabello	Humo de automóviles
Esmaltes cerámicos (que se encuentran en la cerámica, loza o porcelana chilena)	Refinería de metales preciosos
Heroína	Reparación de puentes antiguos pintados con pintura con plomo
Metanfetamina	Fabricación de tinturas

Fuente: Módulo N° 4 Diplomado Toxicología, CITUC

2. Propiedades Físico Químicas de Interés Toxicológico

El plomo es un metal carente de valor biológico, es decir, no es requerido para el funcionamiento normal de los seres vivos. Debido a su tamaño y carga, el plomo puede substituir al calcio (Pb^{2+} : 0.84 Å; Ca^{2+} : 0.99 Å) al cinc y al hierro, los cuales actúan como cofactores en numerosas reacciones enzimáticas. Debido a su similitud con el calcio, su principal sitio de acumulación son los huesos.

3. Rutas de Exposición/Vías de Exposición

En la población general que no fuma, la principal vía de exposición son los alimentos y el agua. El plomo del aire puede contribuir apreciablemente a la exposición, lo que depende de factores tales como el consumo de tabaco, la ocupación, la proximidad de caminos transitados por vehículos automotores, de fundiciones de plomo, etc., y ciertas actividades de esparcimiento (por ejemplo, artesanía, tiro con armas de fuego). Los alimentos, el aire, el agua y el polvo/suelo son las principales vías potenciales de exposición de los niños pequeños. Para los niños de hasta 4 a 5 meses de edad, el aire, la leche, las preparaciones para lactantes y el agua son fuentes notables de exposición al plomo.

Los niveles de plomo presentes en el aire, los alimentos, el agua, y el suelo/polvo varían ampliamente en el mundo y dependen del grado de desarrollo industrial y de urbanización y de factores relacionados con el modo de vida. Se han comunicado niveles superiores a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ presentes en el aire ambiental en zonas urbanas próximas a refinerías, mientras que en ciudades donde ha dejado de usarse la gasolina con plomo se han detectado niveles inferiores a $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La absorción de plomo del aire puede, pues, variar de menos de $4 \mu\text{g}/\text{día}$ a más de $200 \mu\text{g}/\text{día}$.

Los niveles de plomo en muestras de agua de bebida extraídas de los manantiales suelen ser inferiores a $5 \mu\text{g}/\text{L}$. Sin embargo, el agua del grifo de viviendas cuyas tuberías tienen plomo contiene niveles que exceden de $100 \mu\text{g}/\text{L}$, en particular después de haber reposado el agua en las tuberías durante algunas horas.

El nivel de exposición al plomo a través de la dieta depende de muchos factores relacionados con el modo de vida, entre ellos los alimentos que se consumen, la tecnología de elaboración, el empleo de soldadura de plomo, los niveles de plomo en el agua y la utilización de cerámica con barniz de plomo.

Para los niños, el plomo presente en el polvo y en el suelo suele ser la principal vía de exposición. Los niveles de plomo en el polvo dependen de factores tales como la antigüedad y el estado de la vivienda, la utilización de pinturas a base de plomo, el plomo de la gasolina y la densidad urbana. La absorción de plomo dependerá de la edad y de las características comportamentales del niño así como de la biodisponibilidad de plomo en la fuente material.

La inhalación es la vía principal de exposición al plomo para los trabajadores de industrias que producen, refinan, utilizan o desechan plomo y compuestos de plomo. Durante un turno de ocho horas, los trabajadores pueden absorber nada menos que 400 µg de plomo, además de los 20-30 µg/día que absorben de los alimentos, del agua y del aire ambiental; puede haber una absorción notable como resultado de la inhalación de partículas grandes.

4. Vías de Absorción

Los seres humanos y los animales absorben plomo por inhalación o por ingestión; la absorción percutánea es mínima en el ser humano. Según la especiación química, el tamaño de las partículas y la solubilidad de los líquidos corporales, puede absorberse hasta un 50% de los compuestos de plomo inhalados. Algunas partículas de materia inhaladas (de más de 7 µm) se degluten después de la eliminación mucociliar del aparato respiratorio. En los animales experimentales y en el ser humano, la absorción de plomo del aparato gastrointestinal está influenciada por la naturaleza fisicoquímica del material ingerido, el estado nutricional y el tipo de alimentación. En los seres humanos adultos, se absorbe aproximadamente el 10% del plomo contenido en la alimentación; la proporción es más elevada en condiciones de ayuno. Sin embargo, los lactantes y los niños pequeños absorben cerca del 50% del plomo presente en la alimentación, no obstante la absorción de plomo desde el polvo/suelo y de desconchones de pintura puede llegar a ser mayor, dependiendo de su biodisponibilidad. Las dietas pobres en calcio, fosfato, selenio o zinc pueden dar lugar a una mayor absorción de plomo. El hierro y la vitamina D también influyen en la absorción de plomo.

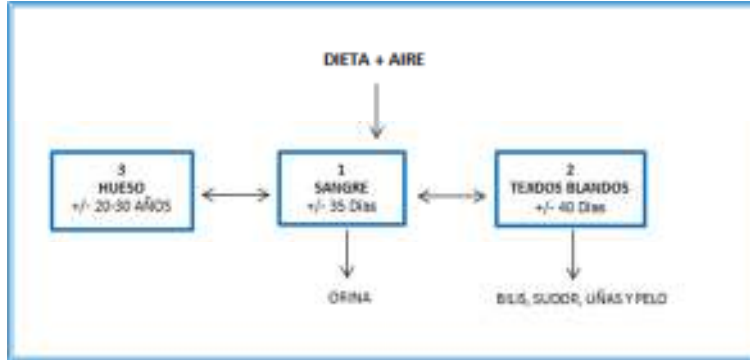
a) Transformaciones Metabólicas. Distribución

Una vez absorbido, el plomo no se distribuye de manera homogénea en todo el cuerpo. Hay una absorción rápida en la sangre y en los tejidos blandos, seguida de una redistribución más lenta a los huesos. Los huesos acumulan plomo durante gran parte de la vida humana y pueden actuar como fuente endógena de plomo. La semivida del plomo en la sangre y en otros tejidos blandos es de aproximadamente 28-36 días, pero es mucho más larga en los diversos compartimentos óseos. La retención porcentual de plomo en los depósitos corporales es más elevada en los niños que en los adultos. La transferencia de plomo al feto humano se efectúa fácilmente durante la gestación.

b) Vías de Eliminación

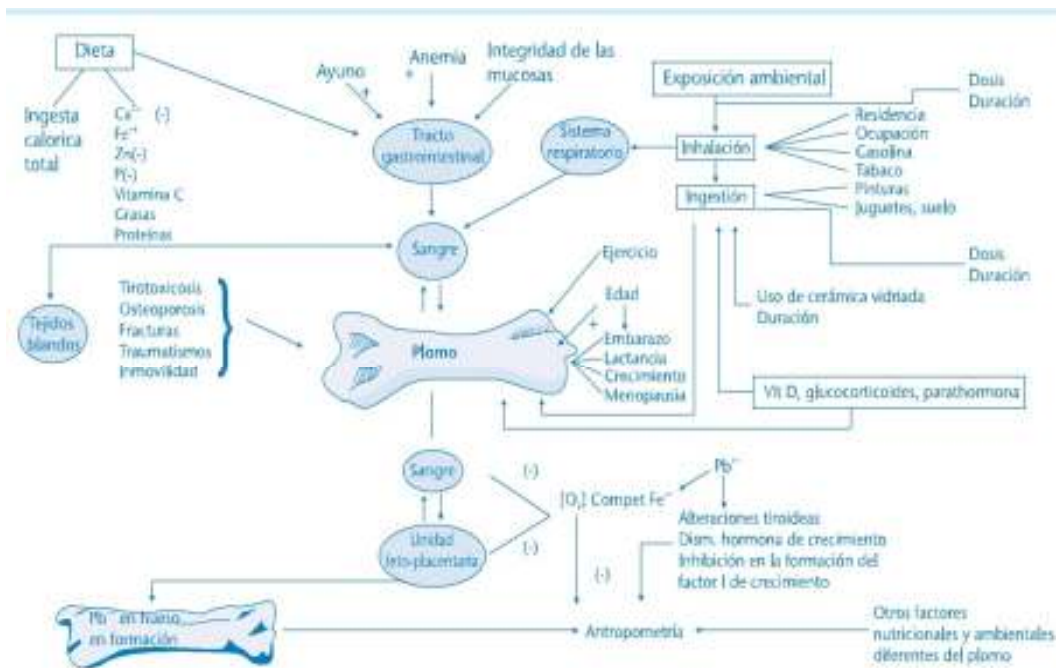
El plomo tiene una vida media de eliminación muy larga, esto debido a su tendencia a acumularse en los huesos. Una parte del plomo ingerido es eliminado a través de la orina y las heces.

Figura 1. Distribución del plomo, modelo de los tres compartimentos en el organismo humano.



Fuente: Ellenhorn, 1998

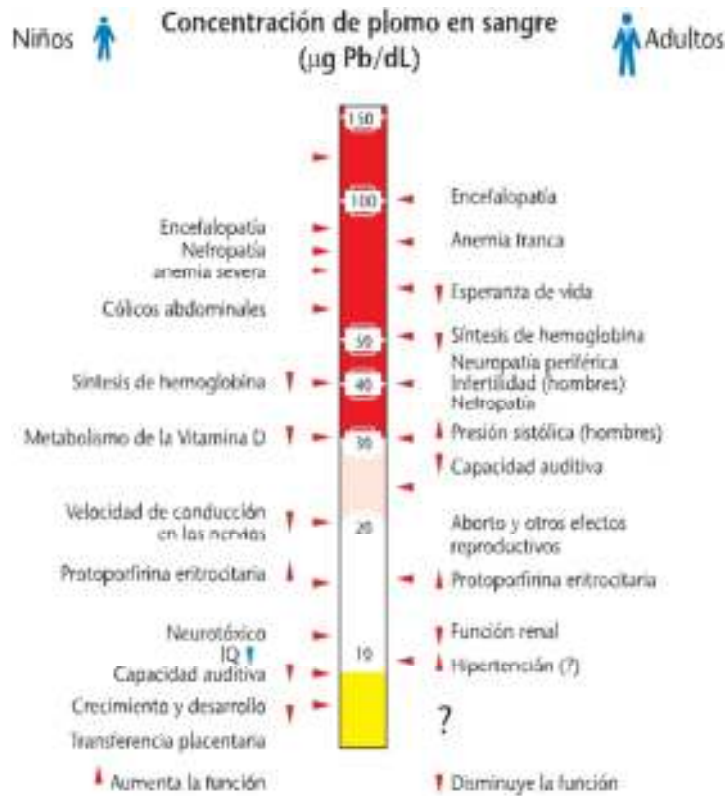
Figura 2. Modelo biológico del plomo



* Competencia en el nivel molecular

Fuente: Sanin, Helena y cols. Acumulación de plomo en huesos y sus efectos para la salud. Salud Pública Mex 1998; 40:359-368

Figura 3. Niveles sanguíneo de plomo asociados con efectos adversos a la salud



Fuente: Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Case Studies in Environmental Medicine: Lead Toxicity. US Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2006.

5. Toxicidad Aguda

a) Efectos Locales

Corrosión-Irritación. No se encuentran evidencias de efectos corrosivos o irritativos del plomo luego de revisar la literatura disponible y en las recomendaciones ATSDR-CDC.

b) Efectos Sistémicos

Niños con intoxicación severa presentan plumbemias superiores a los 100 µg/dL. En general, pobladores con intoxicación aguda presentan una historia de manifestaciones multiorgánicas semejantes a las de intoxicación crónica, pero progresando hacia encefalopatía aguda con riesgo vital. Los síntomas incluyen:

- Cefalea.
- Vómitos.
- Comportamiento anómalo.
- Períodos alternados de letargia y lucidez.

- Torpeza.
- Vértigo y ataxia.
- Delirios.
- Convulsiones.
- Coma.
- Intenso dolor abdominal.

Los vómitos y diarreas pueden ser severos, con la posibilidad de shock hipovolémico, anemia e insuficiencia renal.

- Dosis Letal 50 por vía digestiva (ingestión), Respiratoria (inhalación) Cutánea (dermal). La ATSDR publica en 1999 que no se encontró una DL₅₀ en la literatura disponible.
- Órgano/s o Sistema/s Blanco. El principal blanco del efecto de la intoxicación por plomo es el tejido neurológico especialmente en los niños y, en especial, durante la gestación. En la intoxicación aguda los pobladores presentan encefalopatías, hemólisis, falla renal y colapso circulatorio. La encefalopatía se manifiesta como cambios en comportamiento, estupor, convulsiones o coma. En casos en que hay edema cerebral, se observa papiledema, hipertensión y bradicardia. Es posible encontrar rigidez abdominal. Abundantes vómitos y diarrea con peligro de colapso vascular. Hemólisis severa puede producir shock con notable anemia y palidez.

6. Toxicidad Crónica

Datos Experimentales

a) Efectos Sistémicos. NOAEL /LOAEL para los efectos con umbral

La ATSDR describe un NOAEL de 0,03 mg/kg/día y 1,4 mg/kg/día para hipertensión en ratas por vía oral. No se describe LOAEL para este efecto (1).

Para alteraciones del metabolismo y crecimiento del hueso el LOAEL descrito por ATSDR es de 145, 1 y 7,5 mg/kg/día en ratas por vía oral en estudios de 26 días, 50 días y 12 meses respectivamente. No se describe NOAEL para este efecto (1).

Se describen dos NOAEL para efectos hepáticos en ratas: 11,5 y 5,6 mg/kg/día por vía oral en estudios de 20 días y 18 meses respectivamente (1).

b) Toxicidad sobre órganos blanco

En el ser humano, el plomo puede tener una amplia variedad de efectos biológicos según el nivel y la duración de la exposición. Se han observado efectos en el plano subcelular y efectos en el funcionamiento general del organismo que van desde la inhibición de las

enzimas hasta la producción de importantes cambios morfológicos y la muerte. Dichos cambios se producen a dosis muy diferentes; en general, el ser humano que se está desarrollando es más sensible que el adulto.

Se ha demostrado que el plomo tiene efectos en muchos procesos bioquímicos; en particular, se han estudiado mucho los efectos en la síntesis del grupo hem en adultos y niños. Se observan niveles más altos de porfirina eritrocitaria sérica y mayor excreción urinaria de coproporfirina y de ácido delta-aminolevulínico cuando las concentraciones de Pb en sangre son elevadas. Con niveles más bajos se observa inhibición de las enzimas dehidratasa del ácido delta-aminolevulínico y reductasa de la dihidrobiopterina.

Como resultado de los efectos del plomo en el sistema hematopoyético disminuye la síntesis de hemoglobina y se ha observado anemia en niños a concentraciones de Pb- en sangre superiores a 1,92 $\mu\text{moles/L}$ (40 $\mu\text{g/dL}$).

Por razones neurológicas, metabólicas y comportamentales, los niños son más vulnerables a los efectos del plomo que los adultos. Se han efectuado estudios epidemiológicos prospectivos y transversales para evaluar la medida en que la exposición al plomo ambiental afecta a las funciones psicológicas regidas por el sistema nervioso central (SNC). Se ha mostrado que el plomo está asociado a deficiencias neurocomportamentales en los niños.

Se han observado deficiencias psicológicas y neurocomportamentales en trabajadores que habían estado expuestos al plomo durante un tiempo prolongado (> 3 años). Los parámetros electrofisiológicos han demostrado ser indicadores útiles de los efectos subclínicos del plomo en el SNC.

La exposición prolongada a niveles elevados de plomo en el medio laboral provoca neuropatías periféricas (con valores >40 $\mu\text{g/dl}$). Con niveles más bajos (> 30 $\mu\text{g/dl}$) se ha observado una reducción de la velocidad de conducción nerviosa. Se ha observado a menudo que dichos efectos son reversibles después de cesar la exposición, según la edad del sujeto y la duración de la exposición.

Los efectos del plomo en el corazón son indirectos y se producen por acción sobre el sistema nervioso autónomo y no por efecto directo en el miocardio.

Datos de estudios poblacionales indican asociaciones muy débiles entre la concentración de Pb en sangre y la presión arterial sistólica o diastólica.

Teóricamente, por cada duplicación de los valores sanguíneos de plomo, se produciría un aumento medio de 1 mmHg de presión arterial sistólica. La relación con la presión

diastólica es similar pero de menor magnitud. A pesar de lo anterior, no es factible establecer claramente si estas asociaciones estadísticas obedecen realmente a un efecto de la exposición a plomo o si éstas son atribuibles a factores de confusión que no han sido debidamente analizados.

Se sabe que el plomo provoca en los tubos proximales del riñón lesiones que se caracterizan por aminoaciduria generalizada, hipofosfatemia con hiperfosfaturia relativa y glucosuria acompañada de cuerpos de inclusión nuclear, modificaciones mitocondriales y citomegalia de las células epiteliales de los tubos proximales. Los efectos tubulares se manifiestan después de una exposición relativamente breve y suelen ser reversibles, mientras que los cambios escleróticos y la fibrosis intersticial, que dan lugar a una disminución de la función renal y a una posible insuficiencia renal, requieren una exposición crónica a niveles elevados de plomo. Se ha advertido un mayor riesgo de nefropatía en los trabajadores que tienen niveles de Pb en sangre superiores a 3,0 $\mu\text{moles/L}$ (aproximadamente 60 $\mu\text{g/dL}$). Recientemente se han observado efectos renales en la población general tras haberse utilizado indicadores de función más sensibles.

El plomo no parece tener efectos nocivos en la piel, en los músculos ni en el sistema inmunitario.

- c) **Sensibilización:** No se hallaron evidencias de efectos sensibilizantes del plomo en la literatura consultada. No hay referencias en ATSDR - CDC.
- d) **Mutagénesis:** No se hallaron evidencias sólidas sobre efectos mutagénicos del plomo en la literatura. No hay referencias en ATSDR - CDC.
- e) **Efectos sobre la Reproducción:** Los efectos del plomo en la función reproductora masculina se limitan a la morfología y el número de los espermatozoides. En cuanto a la femenina, se han atribuido al plomo algunos efectos adversos en el embarazo como partos prematuros, abortos, retardo del crecimiento intrauterino, bajo peso de nacimiento.
- f) **Carcinogenicidad:** Es plomo en la actualidad no es considerado cancerígeno para humanos. La evidencia en la actualidad es insuficiente como para catalogarlo como tal (IARC ha clasificado a los compuestos orgánicos e inorgánicos de plomo en grupo 2A y 2B respectivamente).

7. Ecotoxicidad

a) **Degradabilidad- Biotransformación en el ambiente:** Algunos compuestos de plomo son transformados a otras formas de plomo por la luz solar, el aire y el agua. Sin embargo, el plomo elemental no puede ser degradado.

b) **Persistencia:** El plomo es un metal pesado y su tendencia como tal es a permanecer en el ambiente.

c) **Bioacumulación - Biomagnificación:** El plomo del aire puede transferirse a la biota directamente o por absorción del suelo. Los animales pueden encontrarse expuestos al plomo directamente mediante la ingestión de hierba y de tierra o por inhalación. Hay poca biomagnificación del plomo inorgánico a través de la cadena alimentaria.

d) Transporte y Movilidad Ambiental en:

- **Aire**

El transporte y la distribución del plomo procedente de fuentes fijas, móviles y naturales tienen lugar principalmente a través del aire. La mayor parte de las emisiones de plomo se depositan cerca de la fuente, aunque algunas partículas de materia (<2 µm de diámetro) recorren largas distancias y contaminan lugares remotos tales como los glaciares árticos. El plomo del aire puede contribuir a la exposición humana mediante la contaminación de los alimentos, del agua y del polvo, así como por inhalación directa. La eliminación del plomo del aire depende de las condiciones atmosféricas y del tamaño de las partículas. Pueden descargarse grandes cantidades de plomo en el suelo y en el agua. Sin embargo, ese material tiende a permanecer localizado debido a la escasa solubilidad de los compuestos de plomo en el agua.

- **Agua y Sedimento**

El plomo depositado en el agua, ya provenga del aire o de la escorrentía del suelo, se distribuye rápidamente entre el sedimento y la fase acuosa, según el pH, el contenido de sales y la presencia de agentes quelantes orgánicos. Con un pH superior a 5,4, las aguas duras pueden contener aproximadamente 30µg Pb/L y las aguas blandas aproximadamente 500 µg Pb/L.

- **Suelo**

Muy poco plomo depositado en el suelo se transporta a las aguas superficiales o a las subterráneas, salvo mediante la erosión o el desgaste geoquímico; normalmente está ligado a la materia orgánica de forma bastante estrecha (por quelación).

e) **Toxicidad para organismos acuáticos.** No se encontró evidencias respecto a efectos tóxicos del plomo en los organismos acuáticos.

8. Evaluación y Control de la Exposición Ambiental y Laboral

a) Valores límites de exposición ambiental (Dosis de Referencia, Ingestas Admisibles, Límites de Tolerancia, Valores Límites Umbrales, etc.)

- i. Agua de consumo humano: 0,05 mg/L (OMS; D.S. 735/69 MINSAL).
- ii. Aire Exterior: 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual (OMS; D.S. 136/00, MINSEGPRES).
- iii. Suelo: 400 mg/Kg (Valor de referencia establecido en el Programa Maestro de intervención zonas con presencia de polimetales en Arica - septiembre 2009) Durante el periodo 2014-2015, el valor será redefinido por Ministerio de Medio Ambiente.
- iv. Bebidas y Alimentos. La FDA ha establecido un nivel de acción de 0,5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ de plomo en productos que sean consumidos por infantes y niños.

En la siguiente tabla se detallan límites máximos establecidos en el Reglamento Sanitario de los Alimentos D.S. 997/96.

Tabla 3. Límite máximo para concentración de Plomo en alimentos establecido en el D.S. 977/96.

Tipo de alimento	Valor Límite Máximo para Pb ($\text{mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$)
Concentrado de tomate	1,5
Aceitunas de mesa	1,0
Jugos de frutas y hortalizas, excepto limón	0,3
Jugo de limón	1,0
Jugos concentrados de fruta 0,3 en el producto reconstituido	0,3
Carne enlatada, jamón curado cocido, espaldilla de cerdo curada cocida, carne picada curada cocida	0,5
Cereales, legumbres y leguminosas	0,5
Conservas de pescados y mariscos, pescados y mariscos frescos, enfriados y congelados	2,0
Agua mineral de mesa	0,05
Otros productos	2,0

Para otro tipo de alimentos que no se encuentren definidos en el Reglamento D.S. 977/96, se deberá considerar lo recomendado en la normativa internacional Codex Stan 193-1995.

- v. Aire en ambientes interiores. Homologable al aire exterior recomendado por OMS.

b) Biomarcadores en Humanos. Valores límites en muestras biológicas.

- Sangre. Valor de referencia de OMS es de 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$.

9. Referencias y Bibliografía Sección I.

Referencias:

- 1) Arnold Tukker et al. Risks to Health and Environment of the Use of Lead in Products in the

EU. Resources, Conservation and Recycling. Volume 49(2):89-109, December 2006.

Bibliografía:

- 1) Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007. Toxicological Profile for Lead. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- 2) Arnold Tukker et al. Risks to Health and Environment of the Use of Lead in Products in the EU. Resources, Conservation and Recycling. Volume 49(2):89-109, December 2006.
- 3) Burguer, Mabel; Pose, Darío. Plomo Salud y Ambiente. Experiencia en Uruguay. Universidad de la República. Montevideo- Uruguay. OPS/OMS. 2010
- 4) CDC. Brief Report: Lead Poisoning from Ingestion of a Toy Necklace. Morbidity and Mortality Weekly Report. 53(23):509-511. June 18, 2004
- 5) CDC. Preventing lead poisoning in young children. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services, CDC; 2005
- 6) Corey, Germán; Galvao, Luiz AC. 1989. Plomo, Serie Vigilancia, 8. Metepec, Edo. de México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS/OMS.
- 7) Childhood Lead Poisoning Prevention Program. Census/surveillance data, Los Angeles, CA: Los Angeles Department of Health Services; Maternal, Child & Adolescent Health, Childhood Lead Poisoning Prevention Program; 2006
- 8) Dart RC, Hurlburt KM, Boyer-Hassen LV. 2004. Lead. Dart RC, Caravati EM, McCuigan MA, et al. 2004. Medical toxicology. 3ª edición. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 1423-1431.
- 9) Ettinger, Adrienne S.; Wengrovitz, Anne M. CDC Work Group on Lead and Pregnancy; National Center for Environmental Health (U.S.), Division of Emergency and Environmental Health Services. Atlanta, GA. November 2010.
- 10) Diplomado en Toxicología con Mención Clínica, CITUC. Toxicología de los Metales. Módulo N° 4. 2012
- 11) IARC. Inorganic and Organic Lead Compounds. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volumen 87. Lyon, France. 2006
- 12) International Programmer on Chemical Safety. Environmental health criteria 165: inorganic lead. Geneva, Switzerland: United Nations Environment Programmer, International Labour Organization, World Health Organization; 1995

SECCIÓN II. CONSIDERACIONES.

El valor de referencia biológico presentado por la OMS en la actualidad establece un parámetro de tolerancia menor a 10 µg/dl para niños. Este valor aún hoy es considerado como oficial. Sin embargo, a nivel local se ha decidido establecer acciones preventivas ya con niveles que lleguen a los 5 µg/dl. Esto debido a que diversos estudios internacionales en población infantil indican posibles efectos mínimos a nivel cognitivo e intelectual, además de alteraciones mínimas comportamentales.

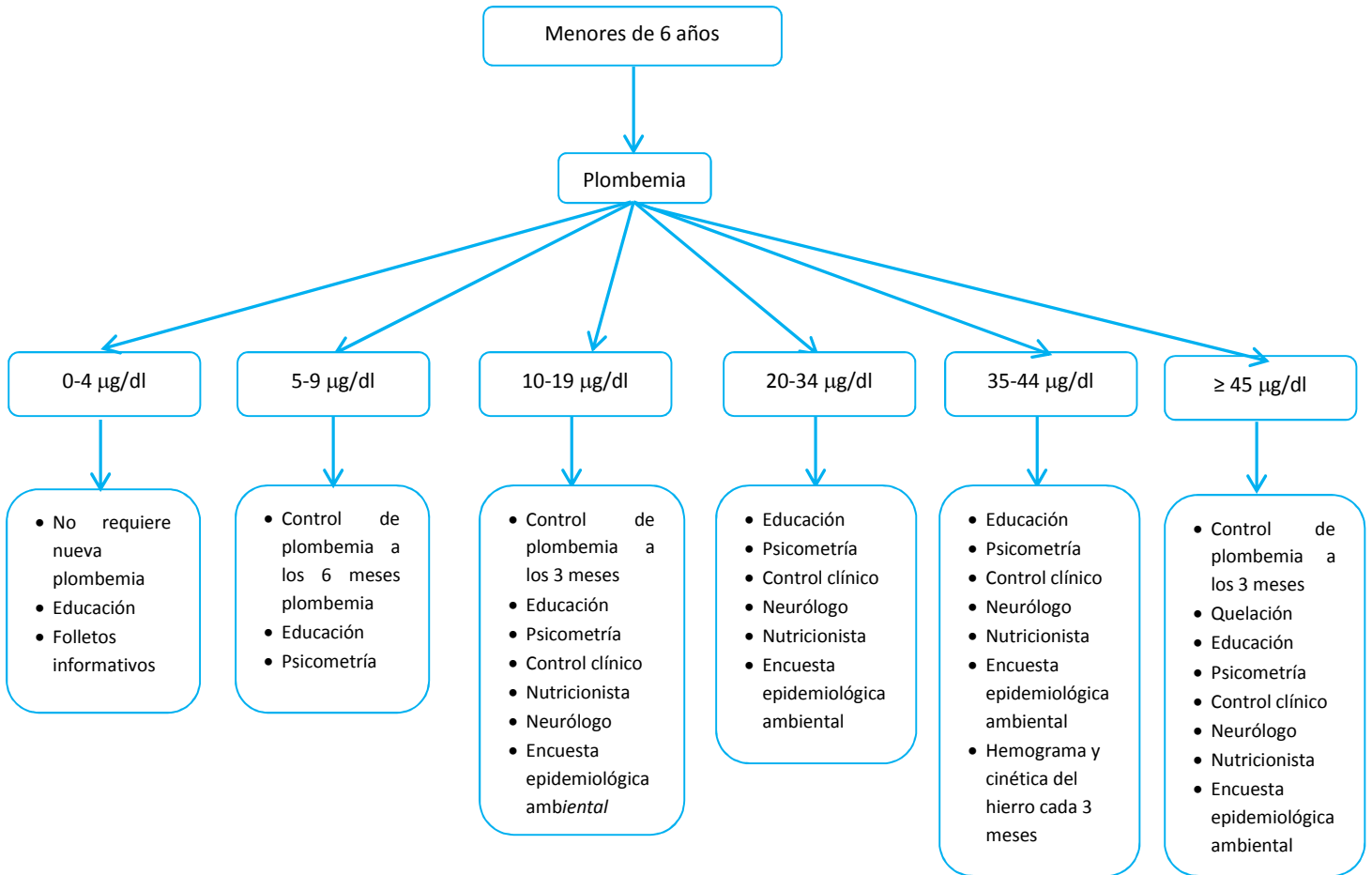
Se debe tener presente que los grupos poblacionales más susceptibles son los niños pequeños y en la etapa de gestación, debido a que son más vulnerables en esta etapa, en la cual el desarrollo neurológico está aún en proceso y es justamente a estos grupo donde deben enfocarse principalmente los esfuerzos preventivos de manera de lograr un verdadero impacto en los potenciales efectos en la salud.

Al analizar los resultados de plomo en muestras de sangre realizadas a los pobladores en el Servicio de Salud, actualmente, se cuenta con una prevalencia de 0,54% de muestras que están por sobre la referencia (10 µg/dl) de un total que bordea los 14.000 exámenes realizados.

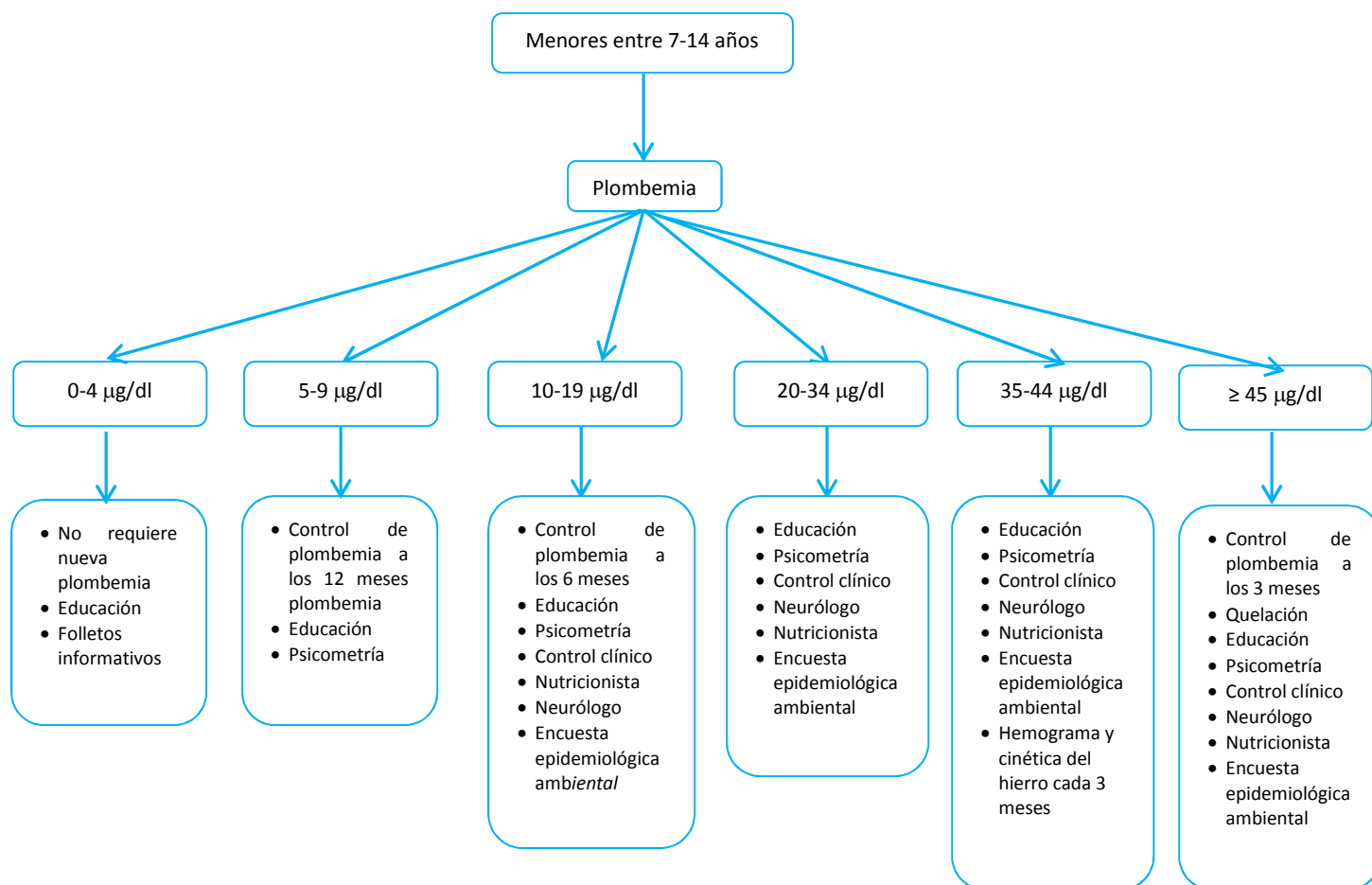
En términos generales, las recomendaciones de las agencias internacionales, apuntan a dirigir los muestreos biológico a las áreas que se definen como contaminadas según los parámetros de referencia internacional. De esta forma, las valoraciones en muestras biológicas a nivel local deben seguir dicha línea orientativa.

SECCIÓN III. ALGORITMOS DE ATENCIONES EN SALUD

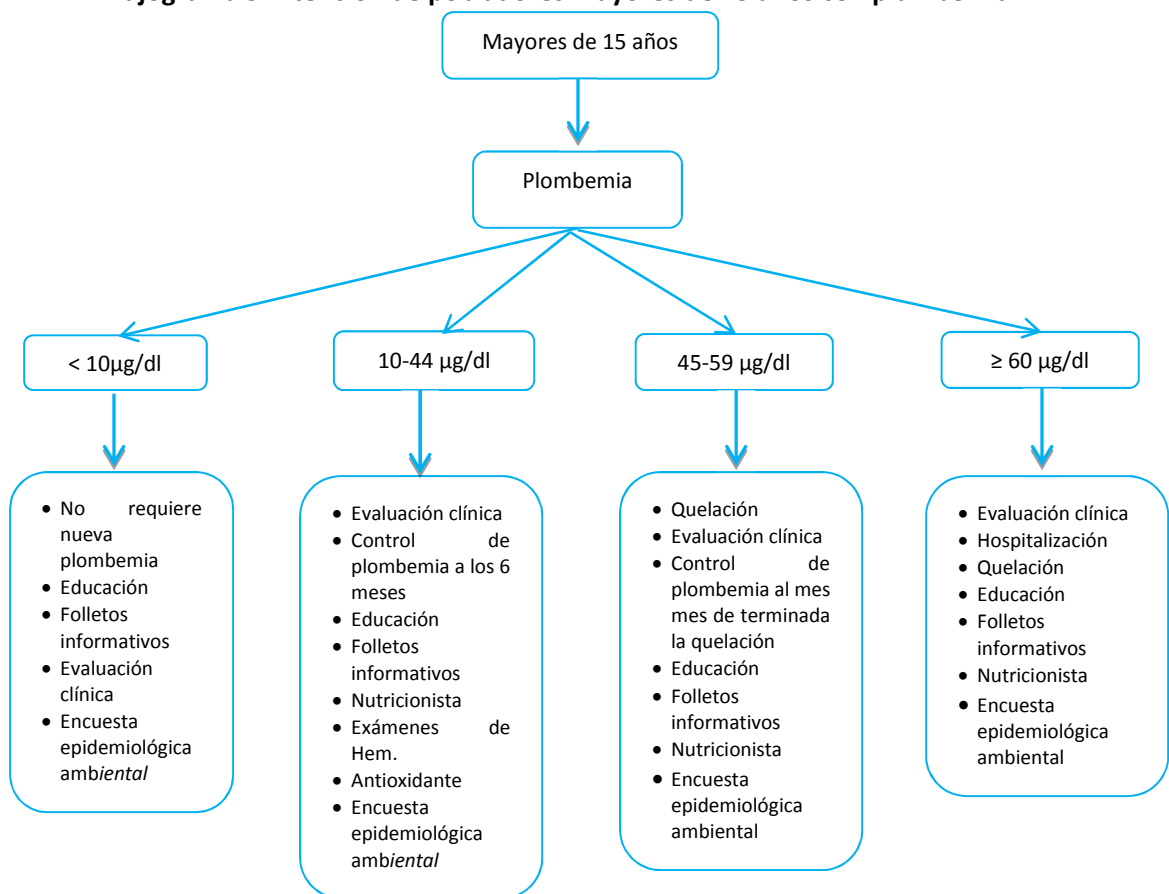
Flujograma 3. Atención de pobladores menores de 6 años con plumbemia



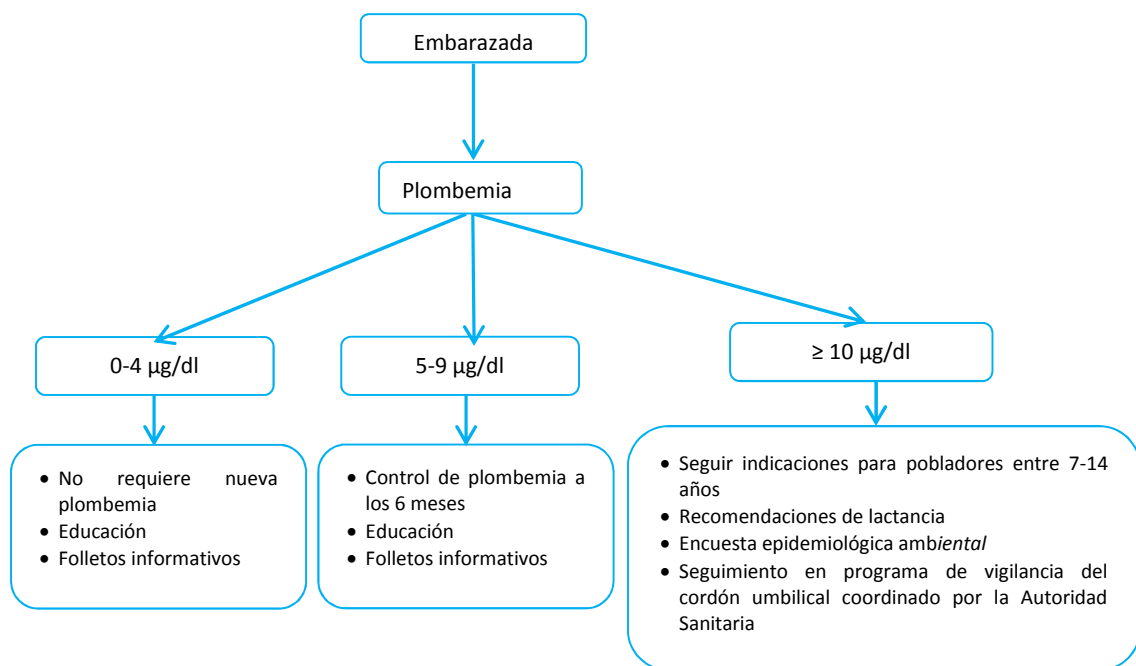
Flujograma 4. Atención de pobladores entre 7-14 años con plumbemia



Flujograma 5. Atención de pobladores mayores de 15 años con plumbemia



Flujograma 6. Atención de embarazadas según nivel de plumbemia



SECCIÓN IV. PROTOCOLO DE MONITOREO E INTERVENCIÓN.

1. Recomendaciones para menores de 15 años.

Rango de plumbemia	Edad 0 a 6 años	Edad 7 a 14 años
0-4 µg/dl	<ul style="list-style-type: none"> No requiere nuevas mediciones ni controles desde el punto de vista del plomo. Educación en limpieza, aseo y alimentación. Entrega de folletos informativos. 	
5-9 µg/dl	<ul style="list-style-type: none"> Educación en limpieza, aseo y alimentación. Entrega de folletos informativos. Derivación con psicóloga para psicometría (a contar de los 4 años de edad). Control plumbemia a los 6 meses. 	<ul style="list-style-type: none"> Educación en limpieza, aseo y alimentación. Entrega de folletos informativos. Derivación con psicóloga para psicometría. Control plumbemia a los 12 meses.
10-19 µg/dl	<ul style="list-style-type: none"> Educación en limpieza, aseo y alimentación. Entrega de folletos informativos. Derivación con psicóloga para psicometría (a contar de los 4 años de edad). Con trastornos de conducta y/o aprendizaje, derivar con neurólogo infantil. Derivación con nutricionista. Hemograma, pruebas hepáticas, función renal, calcemia. Uso de antioxidantes y, según resultado de exámenes complementarios y evaluación nutricional, definir necesidad de uso de suplementos de hierro y calcio. Control clínico y plumbemia cada 3 meses hasta valor menor a 10 µg/dl, luego cada 6 meses hasta valor menor a 5 µg/dl Notificación a SEREMI de Salud y visita domiciliaria a cargo de la Autoridad Sanitaria Regional, para aplicar una "Encuesta Ambiental de la Vivienda". 	<ul style="list-style-type: none"> Educación en limpieza, aseo y alimentación. Entrega de folletos informativos. Derivación con psicóloga para psicometría. Con trastornos de conducta y/o aprendizaje, derivar con neurólogo infantil. Derivación con nutricionista. Hemograma, pruebas hepáticas, función renal, calcemia. Uso de antioxidantes y, según resultado de exámenes complementarios y evaluación nutricional, definir necesidad de uso de suplementos de hierro y calcio. Control clínico y plumbemia cada 6 meses hasta valor menor a 10 µg/dl, luego cada 12 meses hasta valor menor a 5 µg/dl. Notificación a SEREMI de Salud y visita domiciliaria a cargo de la Autoridad Sanitaria Regional, para aplicar una "Encuesta Ambiental de la Vivienda".
20-34 µg/dl	<ul style="list-style-type: none"> Educación en limpieza, aseo y alimentación. Entrega de folletos informativos. Derivación con psicóloga para psicometría (a contar de los 4 años de edad). Derivación para evaluación por neurólogo infantil. 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Derivación con nutricionista. • Hemograma, cinética del hierro, pruebas hepáticas, función renal, calcemia. • Uso de antioxidantes y, según resultado de exámenes complementarios y evaluación nutricional, definir necesidad de uso de suplementos de hierro y calcio. • Control clínico, hemograma, cinética del hierro y plumbemia cada 3 meses hasta valor menor a 20 µg/dl. Luego, seguir las pautas de acuerdo a la edad hasta valores bajo 5 µg/dl. • Notificación a SEREMI de Salud y visita domiciliaria a cargo de la Autoridad Sanitaria Regional, para aplicar una "Encuesta Ambiental de la Vivienda".
35-44 µg/dl	<ul style="list-style-type: none"> • Educación en limpieza, aseo y alimentación. • Entrega de folletos informativos. • Derivación con psicóloga para psicometría (a contar de los 4 años de edad). • Derivación para evaluación por neurólogo infantil. • Derivación con nutricionista. • Hemograma, cinética del hierro, pruebas hepáticas, función renal, calcemia. • Uso de antioxidantes y, según resultado de exámenes complementarios y evaluación nutricional, definir necesidad de uso de suplementos de hierro y calcio. • Hemograma y cinética del hierro cada 3 meses. • Control clínico y plumbemia mensual, hasta valores menores a 35 µg/dl (luego seguir las pautas indicadas anteriormente). • Notificación a SEREMI de Salud y visita domiciliaria a cargo de la Autoridad Sanitaria Regional, para aplicar una "Encuesta Ambiental de la Vivienda".
≥45 µg/dl	<p>Se realizarán las medidas mencionadas anteriormente, y además:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quelación oral con succimer (Chemet) a dosis de 10 mg/kg/dosis cada 8 horas por 5 días, seguido de 10 mg/kg/dosis cada 12 horas por los siguientes 14 días. • Antes y después de la quelación medir hemograma, función renal, función hepática, calcemia. • Medición de plomo en sangre 3 meses post-quelación. • En caso de compromiso de conciencia, uso de quelante parenteral como BAL o EDTA hospitalizado. • Notificación a SEREMI de Salud y visita domiciliaria a cargo de la Autoridad Sanitaria Regional, para aplicar una "Encuesta Ambiental de la Vivienda".

La obtención de 3 valores de plomo consecutivos para el mismo rango de intervención, justifica pasar al nivel de intervención siguiente.

La terapia de quelación no está indicada como primera medida de intervención con valores de plomo en sangre menores a 45 µg/dl (ATSDR, 2007). Sin embargo, la decisión de instalar dicha terapia, será definida por el clínico tratante en base a la condición clínica y antecedentes del

poblador.

2. Recomendaciones para mayores de 15 años.

a) Plomo bajo 10 µg /dl y sin evidencia clínica de efectos asociados a exposición a Plomo en Primer Control.

- i. No requiere nuevos controles desde el punto de vista del plomo.
- ii. Educación en limpieza, aseo y alimentación.
- iii. Entrega de folletos informativos.
- iv. Con sospecha clínica de efectos asociados a exposición a plomo, derivación con especialista correspondiente.
- v. Si especialista descarta patología asociada a Pb, no requiere nuevos controles desde el punto de vista del plomo. Continuar tratamiento y seguimiento de patología general en su CESFAM de origen o donde corresponda según el caso.
- vi. Si especialista confirma patología asociada a Pb, mantener control clínico anual (NO requiere de medición de Plumbemia).
- vii. Mantener controles de patologías generales en su Centro de Salud correspondiente
- viii. Notificación a SEREMI de Salud y visita domiciliaria a cargo de la Autoridad Sanitaria Regional, para aplicar una "Encuesta Ambiental de la Vivienda".

b) Plomo 10 a 44 µg/dl

- i. Educación en limpieza, aseo y alimentación.
- ii. Evaluar posibles focos de contaminación.
- iii. Entrega de folletos informativos.
- iv. Evaluación con Nutricionista.
- v. Exámenes de Hemograma, P. Hepáticas, Función Renal, Calcemia.
- vi. Antioxidante y, según resultado de exámenes y evaluación nutricional, uso de suplementos de calcio, hierro, tratamientos y/o derivación a especialista de ser necesario. Notificación a SEREMI de Salud y visita domiciliaria a cargo de la Autoridad Sanitaria Regional, para aplicar una "Encuesta Ambiental de la Vivienda".

c) Control a los 6 meses: Plumbemia

- i. Plomo bajo 10, no requiere nuevas mediciones de plomo.
- ii. Control desde punto de vista clínico toxicológico anual (no requiere medición de Plumbemia, salvo sospecha clínica fundada).
- iii. Si plomo está aún sobre 10, reevaluar intervenciones, verificar cumplimiento por el poblador, mantener medidas y reevaluar clínicamente cada 6 meses y medición de plomo según método disponible.
- iv. Cuando plomo baje de 10 volver al punto iii.
- v. Notificación a SEREMI de Salud y visita domiciliaria a cargo de la Autoridad Sanitaria

Regional, para aplicar una "Encuesta Ambiental de la Vivienda".

d) Plomo 45-59 µg/dl.

- i. Educación en limpieza, aseo y alimentación.
- ii. Evaluar posibles focos de contaminación.
- iii. Entrega de folletos informativos.
- iv. Evaluación con Nutricionista.
- v. Exámenes de Hemograma, P. Hepáticas, Función Renal, Calcemia y Fosfatasa Alcalina.
- vi. Quelación oral con Succimer (Chemet). A dosis de 30 mg/kg/día por 5 días.
- vii. Controlar función renal y hepática, hemograma y calcemia una semana post-Quelación.
- viii. Medir plomo en sangre al mes de terminada la Quelación.
- ix. Una vez con plomo entre 10 y 44 µg /dl seguir indicaciones de punto c).
- x. Notificación a SEREMI de Salud y visita domiciliaria a cargo de la Autoridad Sanitaria Regional, para aplicar una "Encuesta Ambiental de la Vivienda".

e) 4. Plomo mayor a 60 µg/dl

- i. Hospitalización. Exámenes: hemograma, función renal y hepática, calcemia.
- ii. Quelación parenteral con BAL 300 mg/m² por día y EDTA 1000 mg/m² por día, por 3 días. Luego, una segunda fase con 1000 mg/m² por día por 2 días. Evaluación de plumbemia al terminar el esquema, además de función renal y hepática, hemograma, calcemia.
- iii. Evaluación Nutricional.
- iv. Educación en aseo y limpieza del domicilio.
- v. Evaluar posibles focos contaminantes.
- vi. Una vez con Pb entre 10-40 µg /dl se debe seguir indicaciones del punto c).
- vii. Notificación a SEREMI de Salud y visita domiciliaria a cargo de la Autoridad Sanitaria Regional, para aplicar una "Encuesta Ambiental de la Vivienda".

3. Recomendaciones para Mujeres Embarazadas.

- i. Mujer cursando con embarazo: Consulta espontánea para evaluación clínica y Plumbemia.

ii. **Plomo bajo 10 µg/dl**

Rango de plumbemia	Recomendaciones
0-4 µg/dl	<ul style="list-style-type: none">• No requiere nuevas mediciones ni controles desde el punto de vista del plomo.• Educación en limpieza, aseo y alimentación.• Entrega de folletos informativos.
5-9 µg/dl	<ul style="list-style-type: none">• Educación en limpieza, aseo y alimentación.• Entrega de folletos informativos.• Control plumbemia a los 6 meses.

- iii. Plomo 10 µg /dl o mayor, seguir esquema de indicaciones para menores de 15 años en cuanto a terapéutica MIENTRAS DURE EL EMBARAZO.
- iv. Además, al momento del parto, se realizará una nueva muestra a partir de sangre del cordón umbilical, lo cual es coordinado por la Autoridad Sanitaria Regional, con independencia de los valores de Plumbemia anteriores.
- v. CDC reconoce la gran importancia de la lactancia materna, tanto para la madre como para su hijo, y por lo mismo ha realizado comparativas entre las consecuencias a largo plazo de la falta de lactancia materna con los potenciales efectos del plomo en términos de neurodesarrollo. De esta forma, CDC recomienda que las mujeres con plumbemias menores a 40 µg/dl mantengan la lactancia materna, mientras que aquellas con valores de 40 µg/dl en adelante, deberán evitarla mientras el valor de plomo en sangre baje del nivel recomendado y en todos los casos, es de vital importancia la remoción de las fuentes de exposición al plomo (si éstas existieran) y reforzar las medidas de prevención nutricionales^{1,2}
- vi. Notificación a SEREMI de Salud y visita domiciliaria a cargo de la Autoridad Sanitaria Regional, para aplicar una "Encuesta Ambiental de la Vivienda".

¹ Ettinger, Adrienne S.; Wengrovitz, Anne M. CDC Work Group on Lead and Pregnancy; National Center for Environmental Health (U.S.), Division of Emergency and Environmental Health Services. Atlanta, GA. November 2010

SECCIÓN V. DEFINICIÓN DE HALLAZGOS DE EFECTOS CRÓNICOS PARA POBLACIÓN CON EXPOSICIÓN CRÓNICA AMBIENTAL A PLOMO

1. Trastornos neurocognitivos y del neurodesarrollo en niños con antecedente de exposición pre y postnatal demostrado con valores de plomo sobre 10 µg/dL. Se destaca que en estos casos, se debe evaluar la participación de múltiples factores que inciden en el neurodesarrollo, por lo cual se deberá evaluar el estado nutricional del poblador, el nivel intelectual y socio-cultural de la familia, antecedente de consumo de sustancias en la madre, tabaquismo en la madre, evaluación del ambiente intra y peridomiciliario y enfatizar la búsqueda de contaminantes del aire intradomiciliario tales como monóxido de carbono, humo de cigarro, etc.
2. Polineuropatía de predominio motor en extremidades, con patrón correspondiente a neuropatía tóxica, con valores aumentados de plomo (valores desde 40 µg/100 ml, pudiendo encontrar alteraciones en estudios electrofisiológicos desde 30 µg/100 ml).
3. Anemia con valores elevados de plomo (desde 40 µg/100 ml).
4. Infertilidad masculina en poblador con antecedente demostrado de exposición (valor mayor a 40 µg/L en sangre), sin otra causa clínica que explique el cuadro.

Nota: El aborto recurrente o espontáneo se ha demostrado con estudios sólo en valores de exposición elevados, lo que no corresponde a la situación de Arica

Bibliografía:

1. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007. Toxicological Profile for Lead. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
2. CDC. Preventing lead poisoning in young children. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services, CDC; 2005.
3. Childhood Lead Poisoning Prevention Program. Census/surveillance data, Los Angeles, CA: Los Angeles Department of Health Services; Maternal, Child & Adolescent Health, Childhood Lead Poisoning Prevention Program; 2006.
4. Ettinger, Adrienne S.; Wengrovitz, Anne M. CDC Work Group on Lead and Pregnancy; National Center for Environmental Health (U.S.), Division of Emergency and Environmental Health Services. Atlanta, GA. November 2010.
5. Corey, Germán; Galvao, Luiz AC. 1989. Plomo, Serie Vigilancia, 8. Metepec, Edo. de México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS/OMS.

SECCIÓN VI. VALIDACIÓN DE LA GUÍA

1. Versión previa de esta Guía:

Protocolo de Manejo Población Expuesta a Polimetales en la ciudad de Arica. Julio 2011. Aprobada según Resolución Exenta Nº158 del 23 marzo 2012.

2. Grupo de trabajo

Los siguientes profesionales aportaron a la elaboración de esta guía. El Ministerio de Salud reconoce que algunas de las recomendaciones o la forma en que han sido presentadas pueden ser objeto de discusión, y que éstas no representan necesariamente la posición de cada uno de los integrantes de la lista.

Guía elaborada por:

- **Orlando Negrón Hékima**
Médico Cirujano
Post grado en Toxicología Ambiental y Laboral
Médico Jefe del Centro de Salud Ambiental
Servicio de Salud Arica

Previo a su publicación, la guía fue sometida además a revisión por:

- **Juan Carlos Ríos Bustamante**
Químico Farmacéutico
Doctor y Magister en Toxicología
Director Ejecutivo del Centro de Información Toxicológica (CITUC)
Profesor Asistente Adjunto Facultad de Medicina Pontificia Universidad Católica de Chile
- **Silvia Riquelme Quintana**
Médico Cirujano especialista en Salud Ocupacional
Jefa Departamento de Salud Ocupacional
División de Políticas Públicas Saludables y Promoción
Ministerio de Salud
- **Andrei Tchernitchin Varlamo**
Médico Cirujano
Presidente del Departamento de Medio Ambiente
Colegio Médico
- **Verónica Iglesias Álamos**
Doctora en Salud Pública
Académico de la Escuela de Salud Pública
Universidad de Chile

- **Lucia Molina Lagos**
Magíster Internacional en Toxicología
Investigador Adjunto de la Escuela de Salud Pública
Pontificia Universidad Católica de Chile

- **Sandra Cortés Arancibia**
Doctora en Salud Pública
Instructor Adjunto de la Escuela de Salud Pública
Pontificia Universidad Católica de Chile

- **Roxana Tessada Sepúlveda**
Químico Ambiental
Magíster en Ciencias Químicas
Asesora técnica del Departamento de Salud Ambiental
División de Políticas Públicas Saludables y Promoción
Ministerio de Salud

- **Sandra Zapata Velásquez**
Enfermera Universitaria
Magíster en Salud Pública con mención en Epidemiología
Coordinadora del Plan de Salud en Polimetales de Arica
Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región de Arica y Parinacota

- **Marta Saavedra García**
Enfermera Universitaria
Magíster en Salud Pública con mención en Epidemiología
Encargada Registro Poblacional de Cáncer
Departamento de Salud Pública
Regional Ministerial de Salud de la Región de Arica y Parinacota

3. Declaración de conflictos de interés

Ninguno de los participantes ha declarado conflicto de interés respecto a los temas abordados en la guía.

4. Vigencia y actualización de la guía

Esta guía será sometida a revisión cada vez que surja evidencia científica relevante, y como mínimo, al término del plazo estimado de vigencia.