

ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES FORMULADAS AL ANTEPROYECTO NORMA DE CALIDAD PRIMARIA PARA PLOMO EN AIRE

01089

Institución / Persona	Fecha	Tema de la observación	Análisis de la observación
1. Eduardo Yung M., Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia	14/01/00	<p>a. De los procedimientos para análisis de sangre: La norma no incluye una definición sobre la manera y los procedimientos en que deben hacerse los exámenes de plomo en sangre.</p> <p>b. De la responsabilidad económica del monitoreo: La norma no incluye definición de quién debe hacerse cargo de la inversión en equipos de monitoreo.</p> <p>c. Del alcance físico del monitoreo: Particularmente para el caso de las empresas que transportan mineral de plomo la norma no incluye una definición clara de los lugares en donde debe instalarse la red de monitoreo. No se sabe si debe instalarse a lo largo de toda la trayectoria del transporte o sólo en zonas urbanas.</p>	<p>a. <i>Revisado.</i> El proyecto definitivo incorporó una definición de la vigilancia de plomo en sangre. El procedimiento para su aplicación deberá establecerlo el Servicio de Salud respectivo de acuerdo a la definición de la norma.</p> <p>b. <i>No se acoge.</i> La norma sólo debe señalar los organismos públicos con competencia para fiscalizar el cumplimiento de la norma.</p> <p>c. <i>Revisado.</i> Las estaciones de monitoreo deben instalarse donde exista población en puntos representativos, según la definición de una EMPB</p>
2. Rubén Carvajal V., Director Regional (S), SEC	14/01/00	<p>a. Tanto el plomo como el arsénico producen intoxicación al combinarse con los grupos sulfhídricos de las enzimas interfiriendo con el metabolismo celular. Por lo tanto, en vez de un valor nacional, ¿no sería posible tomar en cuenta estos aspectos y rebajar el nivel de plomo en el aire para nuestra Región?</p>	<p>a. <i>No se acoge.</i> Una norma de calidad primaria tiene aplicación en todo el territorio del país, por lo cual no se puede diferenciar su contenido para distintas zonas.</p>
3. Universidad Católica del Norte	17/01/00	<p>a. I. Fundamentos: Falta de referencias bibliográficas para darle credibilidad a lo allí escrito. Sugiere adicionar bibliografía.</p> <p>En el punto 2: debería agregarse en la primera línea: ... el plomo <u>no es biodegradable</u> y circula por la sangre. En el punto 14: no se puede decir que la fuente de las partículas mayores a 2 um es el viento y el polvo resuspendido, ya que el viento es un medio transportador de partículas de fuentes antrópicas lejanas y las partículas en suspensión también provienen de una fuente antrópica.</p> <p>b. III. Definiciones: punto e): deben darse límites (mayor y menor), ya que al decir "a más de 15m" podría colocarse una estación a más de 10 km, haciendo la utilidad de esta estación dudosa. La misma observación para el punto d).</p> <p>c. IV Definición del Nivel: Artículo 3º Aclarar segundo y tercer párrafo.</p> <p>d. V. Metodología de medición: Artículo 4º, b) Análisis del plomo: ¿Por qué la Norma ISO 9855 Aire Ambiente? ¿Está incorporada en esta norma la norma EPA? ¿Contempla esta norma la disolución de los filtros? Quizás agregar " ...o equivalente de prestigio internacional".</p> <p>Artículo 5º: En este artículo debe hacerse referencia también al análisis, es decir "...el muestreo y análisis de material particulado..."</p>	<p>a. <i>No se acoge.</i> Todos los antecedentes técnico-científicos que respaldan la norma están contenidos en el Expediente Público de la norma (NOR 03/98), los cuales son públicos y se mantienen en las oficinas de CONAMA. <i>No se acoge.</i> Esta observación no está fundada. <i>Revisado.</i> Este párrafo no se incluyó en el proyecto definitivo.</p> <p>b. <i>Revisado.</i> La definición contempla que se debe cumplir simultáneamente con los requisitos señalados en ella, por lo que el punto b) define el límite superior.</p> <p>c. <i>Revisado.</i> Se modificó la redacción en el texto.</p> <p>d. <i>Revisado.</i> La Norma ISO 9855 es aquella utilizada por la Comunidad Europea en su última revisión de la norma de calidad para plomo, y está basada en la disolución ácida de los filtros y el análisis químico de éstos mediante espectrometría de absorción atómica. <i>No se acoge.</i> La frecuencia del análisis de los filtros dependerá de si la concentración mensual se determina por</p>

ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES FORMULADAS AL ANTEPROYECTO NORMA DE CALIDAD PRIMARIA PARA PLOMO EN AIRE

01090

		<p>Artículo 6º: ¿Qué se hace en aquellos casos en que se dispone de valores sólo para ocho meses o menos?</p> <p>Artículo 8º: Este artículo no debería en la norma ya que es un Plan que corresponde a salud pública y por lo tanto también debería estar normado. ¿Quién paga todos estos análisis?</p> <p>e. Priorización del establecimiento de redes de monitoreo: La primera prioridad las deberían tener aquellas ciudades que tienen acopio, transporte, carga y descarga del mineral. Los puntos 2 y 3 necesitan de un estudio por lo tanto no corresponde en una norma, pero sí podrían determinar los lugares prioritarios y la cantidad a colocar según el número de habitantes. Por ejemplo, una ciudad de 6.000.000 de habitantes tiene un desarrollo industrial significativo, un parque automotriz severo, etc. Después vendrían las ciudades entre 600.000 y 400.000, y así sucesivamente.</p> <p>f. VII Fiscalización: Artículo 10º: Esta fiscalización debe estar registrada bajo NORMAS.</p>	<p>filtro o por compósito.</p> <p><i>Revisado.</i> En aquellos casos no se podrá contar con un promedio anual, ya que este no sería representativo del año.</p> <p><i>Revisado.</i> La medida se incorpora en la norma ya que se estima necesario poner en marcha un sistema de vigilancia biológica con el fin de tener un diagnóstico de los niveles de plomo en sangre en la población menor de 2 años a nivel nacional, que permita priorizar el establecimiento de redes de monitoreo de plomo en aire.</p> <p>e. <i>Revisado.</i> La norma establece, sin orden en particular, la priorización de los antecedentes a considerar para evaluar el cumplimiento de la norma, a objeto de guiar a los organismos fiscalizadores en la fiscalización de la misma. De todas formas, se elaborará un Manual de la norma que podrá detallar algunos procedimientos guías.</p> <p>f. <i>No se acoge.</i> No se entiende esta observación.</p>
4. Consejo Consultivo, CONAMA	18/01/00	a. Generar un mecanismo que ponga en sobre-alerta a los agentes productivos a objeto que tomen medidas preventivas y así evitar un segundo año sobre el promedio de la norma y sobrepasar legalmente la norma	a. <i>Revisado.</i> Se incorpora al proyecto un párrafo que indica que el Servicio de Salud respectivo deberá tener a disposición de la ciudadanía los datos sobre los niveles anuales de concentración de plomo en aire, los que serán públicos.
5. AMBAR, Consultoría en Ingeniería Ambiental	26/01/00	a. Remite artículo denominado "A Perspective on Lead Pollution and Health 1972-1992"	
6. Joaquín Aguilera L., Guillermo Feuerhake K., Sociedad Amigos del Arbol	27/01/00	a. Agradece información. Sin observaciones.	
7. Luis Silva, Jorge Burón	28/01/00	a. Como le hemos propuesto a ustedes con razones, comparaciones, cantidad, espacio, tiempo, etc. Con los países industrializados cualquier medida de mejoramiento ambiental debe aplicarse en nuestro país a lo menos con diez años de retraso, es decir el 2015 en este caso.	

ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES FORMULADAS AL ANTEPROYECTO NORMA DE CALIDAD PRIMARIA PARA PLOMO EN AIRE

01091

		<p>b. En lo que respecta a que se considerará sobrepasada la norma etc... no estamos de acuerdo: Cuando se excede una estación a la norma debe de inmediato tomarse las medidas que corresponden en las inmediaciones de la "estación" tomando en cuenta las características contaminantes y se debe arbitrar las medidas de corrección adecuadas.</p>	<p>b. <i>Revisado.</i> Considerando que la principal fuente emisora de plomo al aire la constituyen las fuentes móviles, fundamentalmente aquellos vehículos que utilizan gasolina con plomo como combustible, y que sus emisiones van en disminución a raíz del control de emisiones para vehículos nuevos, se estima que en caso de sobrepasarse la norma en un año, causado por este tipo de fuentes, al siguiente año el problema ya se habría superado por sí mismo, sin el uso de instrumentos de gestión adicionales. En caso contrario, al segundo año deberá dictarse un plan de descontaminación correspondiente. De todas formas, el proyecto definitivo de norma incorpora un párrafo que indica que el Servicio de Salud respectivo deberá tener a disposición de la ciudadanía los datos sobre los niveles anuales de concentración de plomo en aire, los que serán públicos. Esto permitirá, en caso de superarse el valor de la norma, el primer año, gestionar acuerdos voluntarios o tomar medidas necesarias para reducir el nivel de concentración en aire y evitar, al segundo año de superación, la declaración de una zona saturada y la posterior elaboración del plan de descontaminación. Para aquellos casos, en que ya el primer año se duplica el valor de la norma, y por consiguiente, independientemente del valor de las emisiones del segundo año, el promedio de ambos años alcanzaría el valor de la norma, se establece la condición de superación en forma inmediata.</p>
8. Aldo Sabat P. Alcalde (S), I. Municipalidad de Vitacura	04/02/00	<p>a. Agradece la información. Sin observaciones.</p>	
9. Cristián Espejo, Alcalde (S) Municipalidad de Providencia	07/02/00	<p>a. Fundamentos: Se sugiere citar las fuentes originales de los estudios a pié de página. b. Se solicita discutir en profundidad la afirmación, número IV, artículo 3º, pues parece exagerado declarar sobrepasada la norma cuando esta se dobla y no antes.</p>	<p>a. Ver respuesta a consulta 3a) b. Ver respuesta a consulta 7b)</p>
10. Prof. Dr. Andrei Tchernitchin, Comisión de Salud y	08/02/00	<p>c. En relación al nivel máximo de plomo, de 0,5 ug/m3 de plomo en aire, el Colegio Médico se siente satisfecho aún cuando hubiera preferido la promulgación de una norma más estricta en beneficio de la salud física y mental de los chilenos. Considera que el nivel propuesto es adecuado para comenzar, y que posteriormente, a la vista de información sobre evolución de niveles de plomo en aire y en sangre y de nuevos conocimientos científico-técnicos</p>	

ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES FORMULADAS AL ANTEPROYECTO NORMA DE CALIDAD PRIMARIA PARA PLOMO EN AIRE

01092

Medio Ambiente, Colegio Médico de Chile		sobre la materia, esta norma podría revisarse y reducirse los niveles máximos permitidos.	
11. Alberto Salas Muñoz, Gerente General, SONAMI	11/02/00	<p>a. Les parece acertado el hecho que se tienda a homologar los requisitos para la instalación de una estación de monitoreo para MP-10 con una para monitorear plomo.</p> <p>b. Los compósitos de los filtros del mes pueden ser una fuente bastante indicada y válida para medir el contenido de plomo en MP-10 en un período mensual. Este método permite reducir los costos de monitoreo y análisis.</p> <p>c. Se requiere clarificar la metodología a utilizar para distinguir la contaminación de plomo proveniente de fuentes fijas de las móviles, para dar más certeza respecto a las medidas que se deben tomar en cada situación y no afectar a una de ellas por falta de información al respecto.</p> <p>d. Artículo 8º: Se entiende que el control de plomo en la sangre de la población infantil es a costa del presupuesto del servicio respectivo. Asimismo, se entiende que las redes de medición de plomo en aire en lugares poblados son responsabilidad de los Servicios de Salud.</p> <p>e. Artículo 9º: Se entiende que los costos asociados a estudios (evaluaciones previas de contenido de plomo en aire, población expuesta, desarrollo industrial "significativo", etc.) y las mediciones necesarias para disponer de estos antecedentes serán del Servicio de Salud o de la población interesada en los antecedentes.</p> <p>f. Si bien la industria nacional está dispuesta a colaborar en estas evaluaciones, debería establecerse un impacto base relacionado con el valor de la norma de plomo en aire y plomo en población para justificar la instalación y permanencia de estas estaciones de EMPB</p>	<p>c. <i>Revisado.</i> La norma señala que en aquellos lugares afectados por emisiones de plomo con características distintas a las provenientes de las fuentes móviles, podrán aprobarse estaciones que midan PTS. Esto sucederá en caso de que las partículas emitidas por una determinada fuente tengan un diámetro superior a 10 micrones, ya que en ese momento tendría sentido aplicar dicho método de medición. Esto se abordará en el Manual de aplicación de la norma.</p> <p>d. La norma sólo señala los organismos públicos con competencia para fiscalizar el cumplimiento de la norma.</p> <p>e. La norma sólo señala los organismos públicos con competencia para fiscalizar el cumplimiento de la norma.</p> <p>f. <i>No se acoge.</i> No es materia de la norma.</p>
12. Jaime A. Billa C., Alcalde (S) I. Municipalidad de La Reina	11/02/00	a. No se tienen observaciones respecto de la norma en discusión. Sin embargo, han tomado conocimiento que la estación de monitoreo de MP10 más próxima a la comuna, ubicada cerca de Avda. Ossa, no se efectúa monitoreo sistemático del contaminante plomo. Teniendo presente la gran cantidad de vehículos que circula por ese sector ese Municipio estima que sería beneficioso incorporar este tipo de medición en aquella estación, por lo que se solicita estudiar esa solicitud.	a. Estos antecedentes deberán ser enviados al Servicio de Salud correspondiente, por ser ellos el organismo a cargo de la fiscalización de la norma.
13. María Angélica	14/02/00	Las observaciones señaladas en este documento ya han sido incorporadas anteriormente, según la institución que las emitió.	

ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES FORMULADAS AL ANTEPROYECTO NORMA DE CALIDAD PRIMARIA PARA PLOMO EN AIRE

01093

Ruiz-Tagle, CONAMA Región de Antofagasta			
14. Hugo Espinoza Ch. Alcalde (S) I. Municipalidad de Quilpué	17/02/00	<p>a. El plomo es indestructible y no puede ser transformado en forma inocua, es un tóxico que afecta las enzimas y altera el metabolismo celular. La dispersión del metal no conoce límites geográficos y contamina áreas lejanas al sitio de emisión original, según la velocidad del viento, su dirección, las precipitaciones y la humedad del aire.</p> <p>Sabemos las fuentes emisoras de plomo. Si bien se han tomado las medidas para reducir la concentración de plomo en la gasolina, las pinturas, los alimentos enlatados y los juguetes, hoy en día, cuando aún persiste la tradición de usar la cerámica vidriada a bajas temperaturas libera cantidades sustanciales de plomo en contacto con alimentos, especialmente si estos tienen un pH bajo. En el caso de la exposición laboral femenina al plomo, una persona puede haber acumulado grandes cantidades de plomo en huesos; dicha situación en el caso de las mujeres adquiere mayor relevancia al convertirse dichas reservas en fuentes potenciales de contaminación endógena. Lo anterior debe ser considerado seriamente en el establecimiento de las normas necesarias al respecto, como por ejemplo, la restricción al uso de la cerámica vidriada, o la recomendación del uso de una nueva tecnología en el proceso de vidriado.</p> <p>La magnitud de la contaminación por plomo hace necesario implementar incluso estrategias nutricionales, tales como la suplementación con calcio, hierro, zinc, etc., además de la posibilidad del uso de predictores de plomo en huesos.</p> <p>EL estudio y la utilización del plomo en hueso permitirán avanzar en el conocimiento de los efectos tóxicos crónicos, a bajas dosis de este metal y descubrir posibles intervenciones.</p> <p>b. EL planteamiento de la defensa del medio ambiente puede resumirse en las dos acciones que se exponen: 1) evitar que el contaminante se forme; 2) impedir que el contaminante sea descargado al medio receptor de forma incontrolada.</p> <p>La tendencia de las modernas técnicas de defensa del medio ambiente puede definirse como la aplicación práctica de conocimientos, métodos y medios que tienden a asegurar una utilización más racional de los recursos naturales y de la energía, protegiendo el medio ambiente, dirigidas a evitar la contaminación en el origen de la misma, aplicando una tecnología orientada a la conservación de recursos naturales.</p>	<p>a. <i>No se acoge.</i> Las sugerencias no son materia de la norma de calidad primaria. Para ello existen normas laborales establecidas en el Decreto Supremo 745 del Ministerio de Salud o normas técnicas. Sin embargo, algunos temas podrán ser abordados en el Manual de aplicación de la norma.</p> <p>h. <i>No se acoge.</i> Las sugerencias no son materia de una norma de calidad.</p>
15. Alejandro Robles S. Alcalde (S) I. Municipalidad de Maipú	17/02/00	<p>a. No queda claro cómo se determinará el sector que esté provocando el no cumplimiento de dicha norma.</p> <p>b. Se hace necesario contar, en lo posible, con mayor cantidad de antecedentes técnicos que los proporcionados (documento Normas Ambientales de Chile)</p>	<p>a. <i>Revisado.</i> Si bien es cierto, esto se deberá definir al momento de declarar una zona saturada, en el Manual aplicación de la norma se abordará este tema.</p> <p>b. Ver respuesta a consulta 3 a).</p>
16. María Teresa Castillo, Gladys Corral N. Colegio		<p>a. Dado que el valor de norma se ajusta a las recomendaciones dadas por la OMS ésta contiene factores necesarios de protección a las poblaciones susceptibles.</p> <p>b. Solicitan considerar una participación más amplia y clara en cuanto al rol que debe tener la ciudadanía y municipios, tanto en relación a la protección del medio ambiente, como a la fiscalización del cumplimiento de esta normativa</p>	<p>b. <i>Revisado.</i> Esto se abordará en el Manual de aplicación de la norma.</p>

ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES FORMULADAS AL ANTEPROYECTO NORMA DE CALIDAD PRIMARIA PARA PLOMO EN AIRE

01094

Enfermeras de Chile			
17. Roberto Montecinos E., Rector Universidad Católica del Maule	14/03/00	<p>a. La norma tiene carácter demasiado metropolitano. Para la zona norte debieran indicarse medidas más específicas para el problema de los depósitos de minerales.</p> <p>b. El anteproyecto no considera una variable biomédica, la cual debiera contemplarse para tener certeza respecto a la seguridad de la población.</p> <p>c. El rango definido en un 100% para considerar sobrepasada la norma es demasiado amplio, considerando que está en juego la salud humana. De todas formas si dos promedios aritméticos mensuales sobrepasan el límite, podría señalar toma de medidas específicas.</p> <p>d. Se mencionan muestreos de una vez cada tres días a lo menos, quizás debieran especificarse los días de muestreo para representar realmente la contaminación producida en días laborales.</p>	<p>a. Ver respuesta a consulta 2 a).</p> <p>b. <i>Revisado.</i> La norma contempla la aplicación de un procedimiento de vigilancia de plomo en sangre en niños menores a 2 años.</p> <p>c. Ver respuesta a consulta 7 b).</p> <p>d. <i>Revisado.</i> La norma establece una periodicidad mínima de un muestreo cada tres días de material particulado, sin embargo, si algún Servicio de Salud lo estima necesario, podrá aplicar otra periodicidad, siempre y cuando ésta no sea superior a la establecida.</p>
18. Fernando Cacho, Gobierno Regional RM	20/03/00	<p>a. Punto 4: Prefiere decir "la cantidad de plomo incorporado al cuerpo..." y terminar con "La manera más utilizada para medir el plomo corporal es determinando el nivel de este elemento presente en la sangre."</p> <p>b. Punto 9: Mejor agregar ALAD (una de las enzimas responsables de la síntesis de la hemoglobina)</p> <p>c. Artículo 8: Poner "...en los niños menores de 2 años de todo el país."</p> <p>d. Debería analizarse las alternativas de normar plomo en alimentos y agua potable, considerando, por ejemplo que para los niños pequeños otras vías de exposición al plomo son más importantes que el plomo inhalado.</p> <p>e. En el análisis de 5 ciudades se observa que en invierno la concentración de plomo en aire es mayor por lo menos en Rancagua y Temuco, lo cual debería ser considerado en el monitoreo.</p>	<p>a. <i>Revisado.</i> Se incorporó parte de la sugerencia.</p> <p>b. <i>Revisado.</i> Este párrafo no se incluyó en el proyecto definitivo.</p> <p>c. <i>Revisado.</i> No se modifica el texto ya que no se estima necesario.</p> <p>d. <i>No se acoge.</i> No es materia de la norma en consulta. La NCh 409/1 If.84 incluye la regulación del plomo en agua potable.</p> <p>e. <i>Revisado.</i> Se estima que la periodicidad de muestreo de material particulado establecida en la norma es adecuada.</p>
19. Luis Tapia I. Rector Universidad de Tarapacá	20/03/00	<p>a. I Fundamentos. Nº1: Es falsa la aseveración del primer párrafo. El plomo es parte de la corteza terrestre y su concentración es variable en ésta, por lo que puede trasladarse desde el medio natural hasta el cuerpo humano sin mediar un hombre como mecanismo de transporte. El hecho de que no sea reconocida o no tenga una función fisiológica conocida en el organismo, no hace al elemento plomo un contaminante antrópico. En segundo párrafo debe hacerse referencia general indicando los ligandos al plomo más</p>	<p>Estas observaciones ingresaron con fecha de 24 de marzo del 2000 a CONAMA, por lo que no pudieron ser consideradas en la etapa de análisis y posterior elaboración del proyecto definitivo, ya que éste ya había sido remitido al Consejo de Ministros.</p> <p>a. El segundo párrafo no se incorporó en el proyecto definitivo, y tampoco el texto referido a la función fisiológica.</p>

ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES FORMULADAS AL ANTEPROYECTO NORMA DE CALIDAD PRIMARIA PARA PLOMO EN AIRE

01095

	<p>importantes y aclarando que las proteínas son uno de los tipos de compuestos que como otros pueden ser alterados al combinarse químicamente con el plomo.</p> <p>b. N°3: Es incorrecto "que el efecto sea crónico". Lo correcto es que la exposición es crónica y el efecto variable según la naturaleza del afectado entre otras variables ajenas al organismo afectado.</p> <p>c. N°14: Es falso que la fuente principal es el viento. El viento es el medio de transporte de la fuente. Las partículas contienen plomo, no son de plomo o su expresión las partículas de plomo no corresponde en el contexto que se fundamenta.</p> <p>d. II. Objetivos de la norma: El proteger la salud implica una acción. La norma tiende a reducir el factor amenaza que representa el xenobiótico plomo, el que multiplicado por el factor vulnerabilidad, propia del individuo, constituye el riesgo de contraer una enfermedad. De lo que se protege es de la causa o amenaza para así evitar o reducir el efecto. Por lo tanto parte de la redacción deberá ser en el sentido de "proteger la salud frente a la exposición crónica del plomo presente en el aire".</p> <p>e. III Definiciones: Efectos crónicos: ¿cuál es la diferencia entre la definición h) y lo definido en la letra i? ; considerando que de cualquier modo ante una exposición crónica el efecto imperativamente se manifestará con posterioridad a dicha exposición, esto especialmente válido en el caso de los contaminantes metálicos bioacumulados en el organismo.</p> <p>Falta definir la unidad de concentración ug/m3N</p> <p>f. IV Nivel de la norma: ¿Porqué esta norma se plantea en función del resultado obtenido para un período anual o bianual? El tiempo de exposición crónica a un contaminante bioacumulable, con relación al nivel deletéreo del efecto que puede causar, es un factor o variable altamente significativa, por lo tanto un control del nivel de exposición al plomo por la vía del aire en plazos o períodos significativamente más cortos que un año resultaría verdaderamente un mejor acercamiento hacia el objetivo que se persigue con la norma en consulta. Por lo que esperar hasta 12 o 24 meses para establecer una condición de "sobrepasada la norma", tiene implícito un alto riesgo de tomar medidas de corrección o precautorias a un total destiempo. ¿La norma en consulta es 0.5 ug/m3N o 1.0 ug/m3N? No tiene sentido fijar un valor máximo aceptado si al mismo tiempo éste lo aceptamos alternativamente hasta la duplicación de su valor. La norma se presenta en términos difusos.</p> <p>g. V Metodología de medición: Art.4º: Hace falta mayor explicitación de los métodos de muestreo, además acerca del equipo mencionado en extremo genéricamente, hace falta indicar tipo de filtro en cuanto a tamaño o diámetro, material constituyente del filtro.</p> <p>Art. 8º está fuera del alcance de la norma en consulta. De hecho lo propuesto evalúa la magnitud del efecto, pero no es capaz por sí sola esta evaluación sanguínea, verificar que la fuente es únicamente la variable o amenaza que representa el contenido de plomo en aire.</p>	<p>b. La norma define lo que se entenderá por "efectos crónicos" para efectos de la misma.</p> <p>c. Ver respuesta a consulta 3 a).</p> <p>d. No pudo acogerse esta observación por estar fuera de plazo.</p> <p>e. Los efectos crónicos diferidos son aquellos que pueden producirse por una exposición por períodos largos al plomo en aire, pero en una etapa posterior y sin exposición.</p> <p>f. Ver respuesta a consulta 7 b).</p> <p>Ver respuesta a consulta 3 d).</p>
--	--	---

ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES FORMULADAS AL ANTEPROYECTO NORMA DE CALIDAD PRIMARIA PARA PLOMO EN AIRE

01096

		<p>h. VI Priorización del establecimiento de redes: Art. 9º, punto 1: deberá estar directamente asociado con quiénes son más vulnerables a la amenaza. No se entiende la exclusión implícita de la población rural o no urbana.</p>	<p>h. La población urbana se ve mayoritariamente afectada por contaminación por plomo por ser las fuentes móviles la principal fuente emisora de plomo al aire. En zonas rurales, pueden existir fuentes industriales u otras, lo cual también se considera en la priorización.</p>
--	--	---	---

Ministerio Secretaría General de la Presidencia
Comisión Nacional del Medio Ambiente
República de Chile
AHJ

CONTRALORIA GENERAL TOMA DE RAZON		
NUEVA RECEPCION		
Con Oficio N°		
DEPART. JURIDICO		
DEP. T. R. Y REGISTRO		
DEPART. CONTABIL.		
SUB DEPTO. C. CENTRAL		
SUB DEPTO. E. CUENTAS		
SUB DEPTO. C. P. Y Bienes Nac.		
DEPART. AUDITORIA		
DEPART. V.O.P., U. y T.		
SUB DEPTO. MUNICIP.		
REFRENDACION		
REF. POR \$	
IMPUTAC.	
ANOT. POR \$	
IMPUTAC.	
DEDUC. DTO.	

**ESTABLECE NORMA DE CALIDAD PRIMARIA PARA
PLOMO EN AIRE**

SANTIAGO

DECRETO N°

VISTOS:

Las Resoluciones Exentas N° 461 de 28 de abril de 1999, N° 1578 de 17 de diciembre de 1998 y N°1448 de 30 de noviembre de 1999, de la Dirección Ejecutiva de CONAMA; El Decreto Supremo N° 93 de 15 de mayo de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; Las facultades que me confiere la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente; y la Resolución N° 520 de 1996, de la Contraloría General de la República.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo con lo preceptuado en la Ley 19.300, es deber del Estado dictar normas para regular la presencia de contaminantes en el medio ambiente, de manera de prevenir que éstos puedan significar o representar, por sus niveles, concentraciones y periodos, un riesgo para la preservación de la naturaleza, la conservación del patrimonio ambiental, la salud de las personas o la calidad de vida de la población.

Que el plomo es un metal, cuya presencia en el organismo humano es consecuencia de una contaminación de origen antrópico con efectos nocivos para la salud.

Que independientemente de la vía de ingreso del plomo al organismo, el plomo circula por la sangre depositándose inicialmente en tejidos blandos, en los huesos (94%) y en otros tejidos (6%) incluido el cerebro, así como también en los glóbulos rojos.

Que la exposición humana al plomo por períodos prolongados, mayores o iguales a un año, tiene incidencia en la salud de las personas, pudiendo producir efectos crónicos.

Que existe evidencia de que la cantidad de plomo en el organismo se relaciona con los niveles de concentración de plomo en el ambiente y también, de que los efectos en salud se relacionan con la carga corporal de plomo y que la manera más utilizada para medir ésta es determinando el nivel de plomo presente en la sangre.

Que los efectos tóxicos del plomo se manifiestan principalmente en el sistema nervioso central, pero prácticamente todos los sistemas pueden ser dañados si se exponen a altas dosis.

Que los lactantes son particularmente susceptibles a la toxicidad plúmbica debido a su sistema nervioso en desarrollo, menor masa corporal, mayor capacidad de absorción intestinal, menor tasa de eliminación, proximidad al suelo y tendencia a poner objetos y tierra en la boca. Recientes estudios internacionales han revelado diversos efectos del plomo en niños pequeños: efectos neurológicos (hiperactividad, trastornos de la atención) psicológicos (trastornos conductuales), hematológicos (anemia), metabólicos y cardiovasculares.

Que durante el periodo de gestación, el plomo se acumula en los tejidos fetales, lo que podría producir, en una exposición intrauterina temprana, un retardo del crecimiento intrauterino, bajo peso del niño al nacer y una interferencia en el desarrollo físico y mental del niño durante el primer año de vida.

Que el plomo está clasificado por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) en 1978 como probable carcinógeno, debido a que existe evidencia en animales, pero no en humanos.

Que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido que los niveles mínimos de plomo en la sangre a los cuales se observa un efecto sobre la salud de las personas son 15-20 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en adultos y 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en niños y que sobre esta base la OMS recomienda, en su última revisión, un nivel de concentración de plomo en el aire de 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio anual (1994).

Que los efectos en salud del plomo inhalado dependen, entre otros, del tamaño de las partículas. Una alta proporción de las partículas pequeñas inhaladas (menor a 2.5 micrones) se deposita en la parte más profunda del sistema respiratorio, alvéolos, desde donde el plomo difunde casi en un 100% al torrente sanguíneo.

Que partículas en un rango de tamaño de 2.5 a 10 micrones (μm) se depositan preferentemente en la región traqueobronquial y nasofaríngea, desde donde se elevan y se tragan y que la absorción del plomo por el tracto gastrointestinal es menos eficiente en los adultos (8 a 10 %), pero puede llegar hasta un 50% en los niños.

Que partículas mayores a 10 μm penetran por la nariz y no representan un peligro de exposición apreciable a menos que estén presentes en altas concentraciones, debido a su menor capacidad de difusión por las membranas (epiteliales) que recubren dicha parte del tracto respiratorio y que este tipo de partículas, parte importante del polvo superficial, pueden sin embargo, ser tragadas, en especial por niños pequeños.

Que en áreas urbanas, la mayoría de las partículas de plomo tienen un tamaño que varía entre 0.25 a 1.4 μm , pero en áreas cercanas a determinados tipos específicos de fuentes, tales como acopios de minerales que contienen plomo, podrían presentarse partículas de plomo con un tamaño incluso superior a 10 μm .

Que la principal fuente emisora de plomo al aire la constituyen las fuentes móviles, fundamentalmente aquellos vehículos que utilizan gasolina con plomo como combustible.

Que para efectos de establecer el adecuado control es importante poner en marcha un sistema de vigilancia biológica con el fin de tener un diagnóstico de los niveles de plomo en sangre en la población menor de 2 años a nivel nacional, que permita priorizar el establecimiento de redes de monitoreo de plomo en aire.

Que si se analizan las principales ciudades y fuentes fijas de emisión asumiendo que no se desarrolla una norma de calidad, se observa que es posible, en el futuro, la existencia de un incremento de las concentraciones de plomo en el aire afectando la salud de la población. En este contexto se analizaron los beneficios por daños evitados en la salud de la población, particularmente en los niños, resultando que estos beneficios superan de manera significativa los eventuales costos de que pudieran generarse con la implementación de la norma.

DECRETO:

1.- Establécese la Norma de Calidad Primaria para Plomo en el Aire, cuyo texto es del siguiente tenor:

TITULO I

Disposiciones Generales

Artículo 1º. La presente norma tiene por objetivo proteger la salud de la población del país y en particular la población infantil, de aquellos efectos crónicos y crónicos diferidos generados por la exposición a niveles de concentración de plomo en el aire.

Artículo 2º. Para efectos de lo dispuesto en la presente norma, se entenderá por:

- a) *Efectos crónicos:* Aquellos producto de la acción de concentraciones variables de contaminantes por períodos largos.
- b) *Efectos crónicos diferidos:* Aquellos producto de la acción de concentraciones variables de contaminantes por períodos largos, que pueden manifestarse con posterioridad a la exposición.
- c) *Concentración de plomo:* Valor promedio temporal detectado en el aire expresado en microgramos por metro cúbico normal ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).
- d) *Concentración anual:* Media aritmética de los valores de concentración mensual por filtro o de concentración mensual por compósito en un año calendario.
- e) *Concentración mensual por filtro:* Media aritmética de los valores de concentración de plomo obtenidos mediante el análisis de plomo de todos los filtros durante un mes calendario, en una estación EMPB.
- f) *Concentración mensual por compósito:* Valor de concentración de plomo obtenido mediante el análisis de plomo de un compósito mensual para una estación EMPB en un mes calendario.
- g) *Compósito mensual:* Muestra representativa de material particulado obtenida a partir de los filtros provenientes de una EMPB en un mes calendario.
- h) *Análisis de plomo:* Análisis químico realizado al material particulado recolectado en un filtro o a un compósito de varios filtros con el fin de determinar la cantidad de plomo contenido en éste.
- i) *Año calendario:* Período que se inicia el 1 de enero, y culmina el 31 de diciembre del mismo año.

- j) *Estación de monitoreo de plomo con representatividad poblacional (EMPB)*: Una estación de monitoreo podrá clasificarse como EMPB si se cumplen simultáneamente los siguientes requisitos: a) que la estación se utilizará para el muestreo de material particulado de 24 horas con el fin de realizar un análisis de plomo; b) que exista al menos un área habitada en un radio de 2 kilómetros (km), contados desde la ubicación de la estación; c) que se ubique a más de 15 metros de la calle o avenida más cercana, y a más de 50 metros de la calle o avenida más cercana que tenga un flujo igual o superior a 2500 vehículos/día; d) que se ubique a más de 50 metros de una fuente fija emisora de plomo.

Una estación EMPB tendrá un área de representatividad para la población expuesta correspondiente a un radio de 2 km, contados desde la ubicación de la estación.

El Servicio de Salud competente evaluará que localmente sea factible cumplir estas condiciones para la clasificación de la estación como EMPB cuidando, en todo caso, que de existir un eventual incumplimiento de los literales c) o d) precedentes, se considere el grado de interferencia que dicho incumplimiento genera en la calidad del monitoreo. En particular, aspectos a considerar son el bajo flujo vehicular en calles o avenidas, o bien, la operación esporádica y/o circunstancial de fuentes fijas emisoras de plomo.

- k) *Material particulado respirable MP10*: Material particulado con diámetro aerodinámico menor o igual que 10 micrones.
- l) *Muestreo de material particulado de 24 horas*: Corresponde al monitoreo de material particulado en cada estación monitora durante 24 horas consecutivas.
- m) *Vigilancia de los niveles de plomo en sangre*: Medición de plomo en sangre en población menor de dos años que permita, a nivel local contar con los niveles promedio de plomo en sangre y con el porcentaje de niños con niveles de plomo en sangre superior a 10 ug/dl.

TITULO II

Nivel de la Norma de Calidad Primaria Anual para Plomo en el Aire

Artículo 3°. La norma primaria de calidad del aire para el contaminante plomo será de 0.5 microgramos por metro cúbico normal ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) como concentración anual.

Se considerará sobrepasada la norma cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de dos años sucesivos supere el nivel de la norma en cualquier estación EMPB o bien, cuando la concentración anual sea superior en un 100% al nivel de la norma en cualquier estación EMPB.

TITULO III

Metodología de Medición de la Norma

Artículo 4°. La medición de la concentración de plomo en aire comprenderá dos etapas: el muestreo de material particulado y el análisis de plomo en éste.

- a) Muestreo

Los métodos de muestreo serán:

- Método gravimétrico de muestreador de alto volumen equipado con cabezal MP10;

- Método gravimétrico de muestreador de medio volumen equipado con cabezal MP10;
- Método gravimétrico de muestreador de bajo volumen equipado con cabezal MP10.

En aquellos lugares donde existan asentamientos humanos afectados por emisiones de plomo con características distintas a las provenientes de las fuentes móviles, el Servicio de Salud competente podrá aprobar en la red de monitoreo de plomo, estaciones EMPB, que utilicen el método gravimétrico de muestreador de alto volumen para partículas totales en suspensión como método de muestreo.

Para efectos del emplazamiento de un colector de muestras de MP10 en una EMPB se deberá considerar los aspectos indicados en el Artículo 8° del Decreto Supremo 59 de 1998, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

b) Análisis del plomo

El método de análisis del plomo en el material particulado corresponderá a la espectrometría de absorción atómica especificada en la norma ISO 9855 Aire Ambiente – Determinación del Contenido Particulado de Plomo en Aerosoles Captados en Filtros.

Artículo 5°. El muestreo de material particulado se deberá efectuar a lo menos una vez cada 3 días.

Artículo 6°. Se considerará como valor de concentración anual válido, aquel determinado a partir de mediciones realizadas durante a lo menos 11 meses. En el caso que, durante un año calendario, se disponga de mediciones para más de 8 y menos de 11 meses, se considerará, para completar el periodo mínimo señalado, como valor mensual de cada mes faltante la concentración mensual más alta medida en los 12 meses anteriores a cada mes faltante.

Si se dispone de valores sólo para 8 o menos meses, no se podrá calcular un valor de concentración anual para la estación de monitoreo correspondiente.

Se considerará como valor de concentración mensual válido aquel que contemple las mediciones de plomo de al menos el 70% de los valores programados para el mes de acuerdo a la periodicidad de monitoreo previamente definida. En el caso de la determinación de la concentración mensual por compósito se deberá utilizar al menos el 70% de los filtros programados para el mes.

Artículo 7°. El Servicio de Salud respectivo, mediante resolución fundada que deberá publicarse en el Diario Oficial, aprobará la clasificación de una estación de monitoreo de plomo EMPB, de acuerdo a las condiciones establecidas en la definición que se indica en el Artículo 2° de la presente norma.

El Servicio de Salud respectivo deberá tener a disposición de la ciudadanía los datos sobre los niveles anuales de concentración de plomo en aire, los que serán públicos.

Las estaciones de monitoreo deberán ser evaluadas y reclasificadas, si se considera pertinente, en la etapa de recopilación de antecedentes para la declaración de una zona saturada o latente y en la etapa de revisión periódica de los planes de descontaminación o de prevención. De igual manera se procederá a esta evaluación o reclasificación cuando la Comisión Nacional del Medio Ambiente lo solicite o el Servicio de Salud respectivo lo disponga.

Artículo 8°. Será responsabilidad de los Servicios de Salud del país la vigilancia de los niveles de plomo en sangre, a través de los procedimientos que para dichos fines se adopten.

TITULO IV**Priorización del Establecimiento de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para
Evaluar el Cumplimiento de la Presente Norma**

Artículo 9º. Para efectos de determinar los lugares prioritarios dentro del país en que se deberá instalar redes de monitoreo a fin de evaluar el cumplimiento de la presente norma, deberán considerarse los siguientes antecedentes:

1. Cantidad de población urbana expuesta;
2. Presencia de desarrollos industriales significativos emisores de plomo o de acopios de minerales, transporte, carga y descarga de los mismos o residuos que contengan plomo;
3. Volumen del parque automotor existente y proyectado, en particular aquel compuesto por vehículos que utilizan gasolina con plomo como combustible;
4. Valores absolutos de concentraciones de plomo en aire medido, y tendencias históricas, positivas o negativas, de dichos valores;
5. Resultados de la vigilancia de los niveles de plomo en sangre en la población menor a 2 años.

TITULO V**Fiscalización de la norma**

Artículo 10º. Corresponderá a los Servicios de Salud del país y, en la Región Metropolitana al Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana, fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma.

TITULO VI**Vigencia**

Artículo 11º. La presente norma entrará en vigencia el día 1º del mes siguiente a su publicación en el Diario Oficial.

Artículo 12º. El incumplimiento de la presente norma será sancionado conforme las normas legales y reglamentarias vigentes.

TÓMESE RAZON, ANÓTESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE

RICARDO LAGOS ESCOBAR
Presidente de la República

ALVARO GARCÍA HURTADO
Ministro Secretario General de la Presidencia

MICHELLE BACHELET J.
Ministra de Salud

001103

Santiago, 14 de Noviembre de 2000

Se agregan al expediente público las siguientes piezas:

1. Acta de sesión N°02/97 de fecha 27 de marzo de 1997, del Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, en que se acuerda aprobar el Segundo Programa Priorizado de Normas Ambientales.
2. Análisis general del impacto económico y social del anteproyecto de norma de calidad primaria para plomo en el aire. (febrero 2000)
3. Acuerdo N°148/2000 del Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, tomado en sesión de fecha 28 de abril de 2000, que aprueba el Proyecto Definitivo de la Norma de Calidad Primaria para Plomo en el Aire.
4. Proyecto de Norma NCh 2570 elaborado por el Instituto Nacional de Normalización, conteniendo la homologación de la norma internacional ISO 9855, siendo idéntica a la misma. (junio 2000)

América



COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

001104

**COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE
CONSEJO DIRECTIVO**

Acta de Sesión N° 02/97

En Santiago de Chile, a 27 de Marzo de 1997 en el Palacio de la Moneda, siendo las 12:00 hrs., se abre la Sesión Ordinaria del Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Preside la sesión el Ministro Secretario General de la Presidencia y Presidente de la Comisión, Don Juan Villarzú Rohde.

1. PARTICIPANTES

Asisten a la reunión los siguiente Ministros y Subsecretarios:

- a) El Ministro Secretario General de la Presidencia; Sr. Juan Villarzú Rohde
- b) El Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción, Sr. Alvaro García Hurtado
- c) El Ministro de Agricultura, Sr. Carlos Mladinic Alonso
- d) El Ministro de Minería, Sr. Benjamín Teplizky Lijavetsky
- e) La Ministro de Bienes Nacionales, Sra. Adriana Delpiano Puelma
- f) El Ministro de Salud(s), Sr. Fernando Muñoz Porras
- g) El Ministro de la Comisión Nacional de Energía, Sr. Alejandro Jadresic
- h) El Subsecretario General de la Presidencia; Sr. Sergio Galilea Ocón
- i) El Subsecretario de Educación y Cultura, Sr. Jaime Pérez de Arce Sauret
- j) El Subsecretario de Agricultura, Sr. Jean Jacques Duhart Saurel

Estuvo presente la Directora Ejecutiva de CONAMA, Sra. Vivianne Blanlot Soza, quien actuó como Secretaria del Consejo Directivo.

2. ORDEN DEL DIA

a) Segundo Programa Priorizado de Normas Ambientales.

El Consejo Directivo acuerda aprobar (Acuerdo N° 15/97) el Segundo Programa Priorizado de Normas Ambientales que contempla la dictación o revisión de las siguientes normas de calidad ambiental y de emisión ambiental y otras:

- Recurso Atmosférico:

- Norma de calidad primaria para plomo en el aire
- Normas para control de olores:
- Normas para el control de olores. Normas de emisión para compuestos odoríferos asociados a la fabricación de pulpa sulfatada.
- Normas de compuestos odoríferos asociados a la industria pesquera
- Revisión DS 04/92 del Ministerio de Agricultura que "Establece normas de calidad del aire para material particulado sedimentable en la cuenca del río Huasco III Región"
- Revisión norma de calidad primaria para material particulado PM10 (valores que definen situaciones de emergencia)

- Recurso Hídrico:

- Norma de calidad para proteger usos de aguas continentales

- Otras:

- Norma técnica para el manejo de todos de plantas de tratamiento



COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

001105

b) Comités Operativos de Normas de Arsénico y de Regulación Lumínica

El Consejo Directivo aprueba la constitución de los Comités Operativos que intervendrán en la dictación de Normas para la regulación del contaminante arsénico emitido al aire (Acuerdo N° 16/97) y en la dictación de Normas para la regulación de la contaminación lumínica (Acuerdo N° 17/97).

c) Plan de Descontaminación de Fundición Caletones.

El Consejo Directivo aprueba (Acuerdo N° 18/97) el Proyecto Definitivo del Plan de Descontaminación para el área circundante a la Fundición de Caletones de la División El Teniente de Codelco-Chile.

d) Rectificación Acuerdo N°2/97 sobre Comité Operativo, Plan de Descontaminación de Santiago.

Habiendo existido un error manifiesto en el acuerdo N° 2/97 del Consejo Directivo de fecha 31 de enero de 1997, que aprueba la constitución del Comité Operativo para el Plan de Descontaminación y Prevención de la Región Metropolitana en relación a la persona del Subsecretario de Agricultura, se acuerda (Acuerdo N° 19/97) rectificarlo en cuanto a que el representante del Ministerio de Agricultura ante dicho Comité Operativo es el Sr. Subsecretario Jean Jacques Duhart.


e) Cronograma de reuniones del Consejo Directivo.

El Presidente recuerda a los integrantes del Consejo que los Ministros no podrán delegar su participación en los Subsecretarios de sus respectivas carteras, sin perjuicio de los casos de subrogancias legales. Se acuerda que el Consejo Directivo (Acuerdo N° 20/97) realizará una sesión ordinaria mensual durante el año 1997.

Siendo las 13:45 hrs., se puso término a la sesión.

Juan Villarzú Rohde

Ministro Secretario General de la Presidencia
Presidente de la Comisión Nacional del Medio Ambiente


Vivianne Blanlot Soza
Directora Ejecutiva de CONAMA
Secretaria del Consejo Directivo



001106



CONAMA

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Comisión Nacional del Medio Ambiente
Unidad de Economía Ambiental

ANÁLISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL
ANTEPROYECTO DE NORMA DE CALIDAD PRIMARIA PARA PLOMO EN
EL AIRE

Febrero de 2000

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe ha sido realizado en la Unidad de Economía Ambiental basándose en el informe final de la consultoría “Evaluación Económica de la Norma Primaria de Calidad de Plomo en el Aire” elaborado para CONAMA¹ por un equipo dirigido por el señor Omar Cerda Inostroza. Además, se ha utilizado un estudio contratado a la consultora GREDIS² de preparación de información básica para todo el proceso normativo. Información adicional sobre los detalles y supuestos de los cálculos se encuentran en el citado informe del Sr. Cerda.

2. ANTECEDENTES GENERALES

El presente documento de análisis se ha elaborado en orden a satisfacer los requerimientos señalados en el *Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión* (artículo N°15 del D.S. 93/95 del Ministerio SEGPRES) e informar adecuadamente respecto de los impactos económicos y sociales de la norma de calidad primaria de plomo en el aire.

Según el reglamento, la evaluación debe dar cuenta de los costos y beneficios para la población directamente afectada, costos y beneficios a los emisores que deberán cumplir la norma, y los costos y beneficios para el Estado como responsable de la fiscalización y el cumplimiento de la norma.

El plomo es un metal pesado que se encuentra en el aire, agua y suelo producto de la actividad antropogénica. El plomo emitido al aire puede incorporarse al organismo humano por vía digestiva, respiratoria o dérmica.

La salud de las personas se puede ver afectada por la presencia de plomo en sus organismos. Se conoce que el plomo produce alteraciones en el desarrollo psicomotor, alteraciones hematológicas, e incluso, en niveles severos, provoca convulsiones, encefalopatías y neuropatías, provocando daños irreversibles importantes. En Chile se han detectado situaciones puntuales con niveles preocupantes de plomo en sangre en niños y en adultos.

A nivel nacional, el principal emisor al aire de este contaminante corresponde a las fuentes móviles que emiten plomo a la atmósfera como resultado de la combustión de las gasolinas. A nivel local, existen algunas fuentes fijas puntuales que generan dificultades en su entorno.

En este documento se analizan las emisiones existentes, la calidad del aire resultante para tales emisiones, los efectos en la salud de la población y se estiman costos y beneficios asociados a la imposición de una norma primaria calidad de aplicación nacional. El objetivo del presente análisis es el de proveer información relacionada con los impactos económicos y sociales de esta norma como antecedentes para la toma de decisiones.

¹ Estudio “Evaluación económica de la norma primaria de calidad de plomo en el aire”. Informe final. Realizado para CONAMA por Omar Cerda, Rosa Escobar y Marcela Jerardino. Diciembre de 1999.

² Estudio “Preparación de antecedentes técnicos científicos para la elaboración de la norma de calidad primaria de plomo de aire”. Informe final. Agosto 1999, elaborado por GREDIS Grupo para el desarrollo de la investigación en salud (En expediente público de norma, N° 1-NOR-3/98).

3 METODOLOGÍA Y ALCANCES DEL ESTUDIO

El estudio abordó los siguientes aspectos:

- Recopilación de información disponible sobre emisores (tanto de fuentes móviles como fijas) y adopción de valores de emisión de plomo.
- A partir de tales emisiones, y usando un modelo simplificado de dispersión se obtuvieron niveles de calidad del aire en las áreas de impacto de tales emisiones.
- Dichas calidades estimadas fueron contrastadas con las mediciones de calidad existentes, con el objeto de validar dichas estimaciones.
- Sobre esa base, se proyectaron las emisiones y la calidad actuales en un escenario de crecimiento de las fuentes y de ausencia de algún tipo de medida de descontaminación, para estimar si y cuándo podría llegarse a niveles críticos.
- De lo anterior, se concluyó sobre cuáles eran los sitios con posibilidades de excedencia de la propuesta de norma y en cuales generarían daños a la salud de la población.
- En todos los sitios considerados, se calculó la población afectada y la fracción más vulnerable, definida como los niños de 0 a 6 años.
- En aquellos sitios que en el futuro puede darse situaciones de elevados niveles de plomo en aire en ausencia de regulación, se valoró, cómo indicadores de los efectos económicos en las personas afectadas, los costos de tratamiento médico de casos de niños con intoxicación leve por plomo y de refuerzo educacional y pérdida de ingresos futuros por daños cognitivos. Vale destacar que estos impactos son mínimos (no reflejan la totalidad de impactos que pueden ocasionarse como resultado de exposiciones a altos niveles de plomo ambiental, como hipertensión arterial en adultos) y algunos han sido utilizados en otros países para valorar efectos de la contaminación por plomo (ver el caso de la regulación del plomo en gasolinas en Morgenstern, 1997, p. 49).
- Luego se construyó un escenario en que, como resultado de la aplicación de la norma en las áreas afectadas, se establecen medidas de control, principalmente declaración de zonas latentes y los consecuentes planes de prevención. Se valoran aquí los costos de monitoreo y de elaboración de planes de prevención que recaerían sobre el Estado.
- En las zonas que podría excederse la norma y en el escenario de implementación de planes para controlar las emisiones, se estimó los costos de abatimiento de tales emisiones y los daños que se evitan a la salud que ocurrirían en ausencia de regulación. El impacto de la presente normativa, corresponde por los tanto a estos daños evitados (beneficios), los costos para el Estado de implementar redes de monitoreo de la calidad y elaborar planes de prevención, y los costos de reducción de emisiones como consecuencia de las medidas que se implementarían para evitar o alcanzar los valores de calidad establecidos en el presente anteproyecto.

Es importante señalar que en la consecución de todos estos pasos, se trató siempre de hacer estimaciones conservadoras o del “peor escenario” con el objeto que la evaluación refleje “lo peor que pudiere pasar”.

4. CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO BASE O SIN NORMA

4.1. Identificación de las fuentes y la zona de estudio

El plomo es un elemento emitido por fuentes fijas y móviles. La principal emisión debida a fuente móvil corresponde a la combustión de la gasolina vehicular, por esta razón la zona de estudio comprende las 13 regiones del país, en particular aquellas áreas que presentan un mayor número de vehículos: las ciudades de Arica, Iquique, Antofagasta, Calama, Copiapó, La Serena-Coquimbo, Valparaíso-Viña del Mar, Santiago, Rancagua, Curicó, San Fernando, Talca, Chillán, Concepción-Talcahuano, Los Ángeles, Temuco, Valdivia, Osorno, Puerto Montt, Coyhaique y Punta Arenas.

En relación a fuentes fijas, las áreas de interés comprenden los acopios de plomo de Arica y Antofagasta; las fundiciones primarias de cobre, ubicadas en las cercanías de Antofagasta, Calama, Copiapó, Chagres, Ventanas y Caletones; fundiciones secundarias de plomo emplazadas en la Región Metropolitana; una fundición de ánodos de plomo en Calama; y eventuales emisiones secundarias en Talcahuano.

4.2. Estimación de emisiones asociadas a fuentes móviles

Las emisiones de fuentes móviles corresponden a los vehículos que utilizan gasolina como combustible. Los tipos de gasolinas considerados son la bencina sin plomo de 81 y 93 octanos y con plomo de 93, 95 y 97 octanos. Los vehículos considerados son autos, camionetas, furgones, *station wagon*, vehículos de tracción a las cuatro ruedas, taxis básicos y colectivos.

Para la estimación de emisión de las fuentes móviles se utilizó la siguiente información:

- a) **Contenido de plomo en las gasolinas.** La presencia de plomo en las gasolinas viene dada por la norma que regula la composición de tales combustibles, que se presenta en la siguiente tabla:

Cuadro N°1: Concentración máxima de plomo en gasolinas de Chile

Región	Gasolinas con plomo	Gasolinas sin plomo
Metropolitana	0,4 gr/l	0,013 gr/l
Resto del País	0,6 gr/l	0,013 gr/l

Nota: Estos valores máximos permitidos constituyen el escenario más desfavorable para el análisis.

- b) **Factores de emisión de plomo.** La emisión de plomo al aire constituye sólo un porcentaje del total de plomo contenido en las gasolinas. Los porcentajes utilizados se obtuvieron de US EPA³ y se indican a continuación.

³ Documento "Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Lead and Lead Compounds" de la US Environmental Protection Agency, de Mayo de 1998

Cuadro N°2: Porcentaje de plomo emitido a la atmósfera, según tipo de vehículo

Tipo de Vehículo	Plomo Emitido a la Atmósfera
Opera con gasolina sin plomo	Libera el 40% del plomo a la atmósfera
Opera con gasolina con plomo	Libera el 75% del plomo a la atmósfera

En consecuencia la cantidad de plomo que se libera a la atmósfera por cada litro de gasolina consumida en el país es la resumida en el siguiente cuadro:

Cuadro N°3: Cantidad de plomo liberado por cada litro de gasolina consumido

Región	Gasolinas con Plomo	Gasolinas sin Plomo
Metropolitana	0,30 gr/l	0,0052 gr/l
Resto del País	0,45 gr/l	0,0052 gr/l

- c) **Parque de vehículos.** Para estimar el *stock* de vehículos de interés en circulación a nivel de país y en todas las ciudades antes referidas, se considera los vehículos que anualmente circulan (estadísticas INE del parque de vehículos en circulación 1992-98); una tasa de ingreso de autos nuevos al país (basado en las ventas anuales reportadas por ANAC para el período 1990-98); y una tasa de salida, que se calculó en un 5% anual; es decir, en Chile un vehículo circula 20 años en términos promedio (estimación del consultor en base a opinión de expertos).
- d) **Estimación de consumo de gasolinas.** Para la estimación de emisiones de plomo a la atmósfera por fuentes móviles a nivel de ciudad y país, se considera un promedio de circulación anual para autos y taxis de 20.000 y 100.000 km/año respectivamente y un rendimiento de 15 y 8 kilómetros por litro de gasolina para estas dos categorías.⁴ Estos valores se aplican al stock de vehículos con y sin catalizador, obteniéndose el consumo de gasolina histórico (del año 1990 hasta la actualidad) y proyecciones hasta el 2015.

Obtenidos así los consumos históricos y proyecciones para gasolinas con y sin plomo, se realiza un chequeo de estos valores con ventas históricas (a nivel de país) y proyecciones proporcionadas por ENAP. Ambas estimaciones resultan concordantes a nivel total. No obstante, las proyecciones de ENAP reflejan un mayor consumo histórico y una mayor proyección de consumo de gasolinas sin plomo que el ejercicio realizado en este documento (ver cuadro N°4). De tal modo, la estimación de emisiones de plomo de fuentes móviles presentada a continuación supone un decremento más paulatino de la emisión de plomo, y por lo tanto es un escenario más pesimista para efectos de este estudio en relación a lo proyectado por ENAP.

⁴ Valores basados en recomendaciones técnicas de ENAP y Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

Resultados de la estimación de emisiones de fuentes móviles

El siguiente cuadro, que considera un escenario que podría calificarse de alta circulación de vehículos particulares (circulación promedio de 20 mil km/año), refleja los resultados desde el año 1992 hasta el 2015 de la emisión de este sector.

Se concluye que las emisiones de plomo de fuentes móviles irán disminuyendo paulatinamente en los próximos años, tal como ya lo han venido haciendo desde 1992, fecha de la aplicación de la exigencia de contar con convertidor catalítico en los vehículos nuevos que se comercializan en el país.

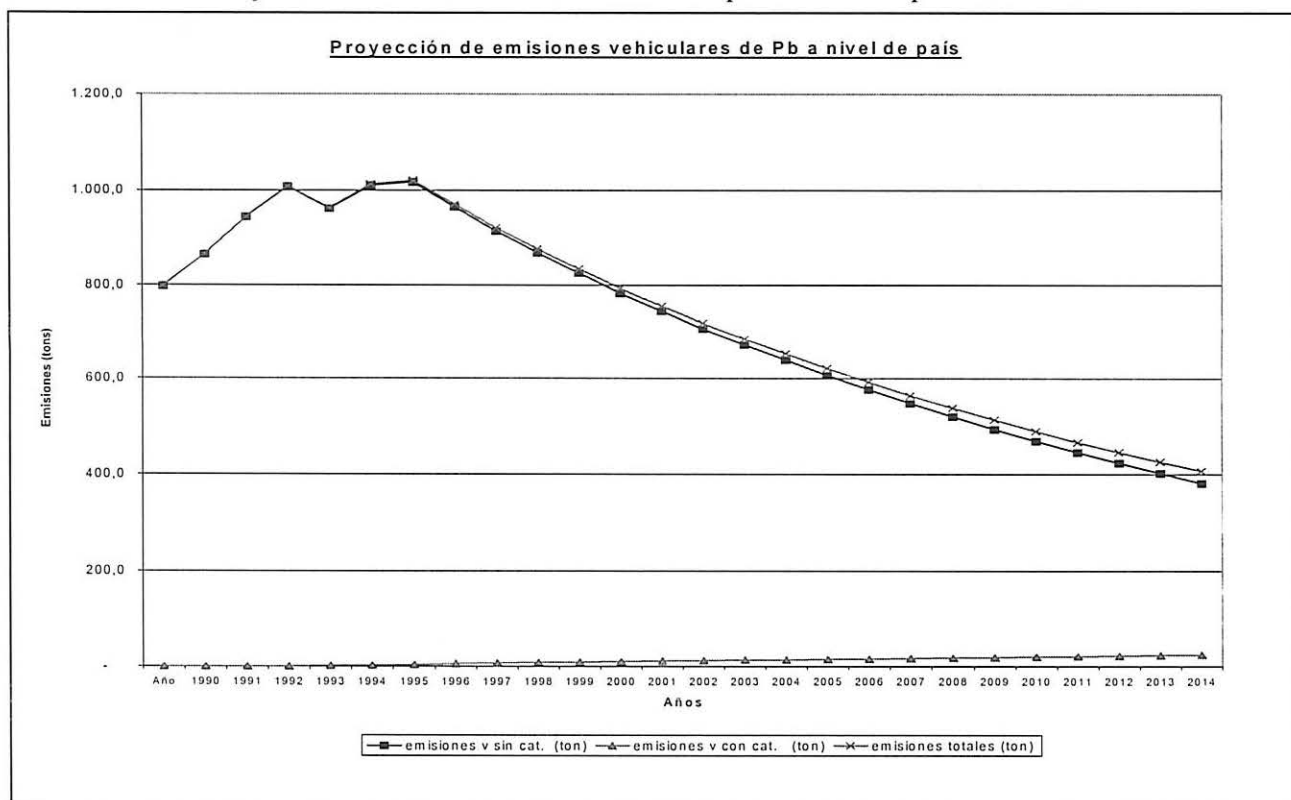
Cuadro N°4: Evolución esperada de emisiones de plomo de fuentes móviles a nivel de país

Año	Total País												
	Stock de Vehículos sin cat.	Vehículos sin cat. que entran	Vehículos sin cat. que salen	Tasa de salida de v sin cat.	Stock de Vehículos con cat.	Vehículos con cat. que entran	Vehículos con cat. que salen	Tasa de salida de v con cat.	Total vehículos	Tasa de incremento del parque	emisiones v sin cat. (ton)	emisiones v con cat. (ton)	emisiones totales (ton)
1990	966.801	100.000	18.128	1,9%	-	-	-	0,0%	966.801	-	797,5	-	797,5
1991	1.048.673	110.000	14.694	1,4%	-	-	-	0,0%	1.048.673	8,5%	865,0	-	865,0
1992	1.143.979	94.652	17.711	1,5%	-	25.000	-	0,0%	1.143.979	9,1%	943,6	-	943,6
1993	1.220.920	23.719	79.116	6,5%	25.000	89.157	1.250	5,0%	1.245.920	8,9%	1.007,1	0,3	1.007,4
1994	1.165.523	13.486	44.834	-3,8%	112.907	94.841	5.645	5,0%	1.278.430	2,6%	961,4	1,2	962,6
1995	1.223.843	7.642	753	-0,1%	202.103	138.788	10.105	5,0%	1.425.946	11,5%	1.009,5	2,2	1.011,7
1996	1.232.238	-	63.215	5,1%	330.786	162.039	16.539	5,0%	1.563.024	9,6%	1.016,4	3,6	1.020,0
1997	1.169.024	-	61.383	5,3%	476.285	175.475	23.814	5,0%	1.645.309	5,3%	964,3	5,2	969,5
1998	1.107.641	-	55.382	5,0%	627.946	140.874	31.397	5,0%	1.735.587	5,5%	913,6	6,9	920,5
1999	1.052.259	-	52.613	5,0%	737.423	105.000	36.871	5,0%	1.789.682	3,1%	868,0	8,1	876,1
2000	999.646	-	49.982	5,0%	805.552	120.000	40.278	5,0%	1.805.198	0,9%	824,6	8,9	833,4
2001	949.664	-	47.483	5,0%	885.274	130.000	44.264	5,0%	1.834.938	1,6%	783,3	9,7	793,1
2002	902.181	-	45.109	5,0%	971.010	140.000	48.551	5,0%	1.873.191	2,1%	744,2	10,7	754,8
2003	857.072	-	42.854	5,0%	1.062.460	150.000	53.123	5,0%	1.919.531	2,5%	707,0	11,7	718,6
2004	814.218	-	40.711	5,0%	1.159.337	155.000	57.967	5,0%	1.973.555	2,8%	671,6	12,8	684,4
2005	773.507	-	38.675	5,0%	1.256.370	160.000	62.818	5,0%	2.029.877	2,9%	638,0	13,8	651,8
2006	734.832	-	36.742	5,0%	1.353.551	165.000	67.678	5,0%	2.088.383	2,9%	606,1	14,9	621,0
2007	698.090	-	34.905	5,0%	1.450.874	170.000	72.544	5,0%	2.148.964	2,9%	575,8	16,0	591,8
2008	663.186	-	33.159	5,0%	1.548.330	175.000	77.417	5,0%	2.211.516	2,9%	547,0	17,0	564,1
2009	630.026	-	31.501	5,0%	1.645.914	180.000	82.296	5,0%	2.275.940	2,9%	519,7	18,1	537,8
2010	598.525	-	29.926	5,0%	1.743.618	185.000	87.181	5,0%	2.342.143	2,9%	493,7	19,2	512,9
2011	568.599	-	28.430	5,0%	1.841.437	190.000	92.072	5,0%	2.410.036	2,9%	469,0	20,3	489,3
2012	540.169	-	27.008	5,0%	1.939.365	195.000	96.968	5,0%	2.479.534	2,9%	445,6	21,3	466,9
2013	513.160	-	25.658	5,0%	2.037.397	200.000	101.870	5,0%	2.550.557	2,9%	423,3	22,4	445,7
2014	487.502	-	24.375	5,0%	2.135.527	205.000	106.776	5,0%	2.623.029	2,8%	402,1	23,5	425,6
2015	463.127	-	23.156	5,0%	2.233.751	210.000	111.688	5,0%	2.696.878	2,8%	382,0	24,6	406,6

Fuente: INE, ANAC, Estudio GREDIS

La tendencia global al reemplazo de vehículos sin catalizador y a la disminución de las emisiones de plomo asociadas, se reflejan en el gráfico siguiente.

Gráfico N°1: Proyección de emisiones vehiculares de plomo a nivel país.



El cuadro siguiente muestra las emisiones puntuales a nivel de las ciudades que concentran el mayor número de vehículos.

Cuadro N°5: Evolución esperada de emisiones de plomo por fuentes móviles a nivel de ciudades

Año	Emisiones totales estimadas de plomo por fuentes móviles en principales ciudades del país (en toneladas anuales)										
	Arica	Iquique	Antofagasta	Calama	Copiapó	Viña	Valparaíso	Rancagua	Concepción (inc. Talcahuano)	Temuco	Santiago
1998	15,6	25,3	21,6	13,0	9,1	33,3	18,2	17,0	39,0	19,8	278,9
1999	14,8	24,1	20,5	12,4	8,6	31,7	17,4	16,1	37,1	18,9	265,6
2000	14,1	22,9	19,5	11,8	8,2	30,1	16,5	15,4	35,3	18,0	252,7
2001	13,4	21,8	18,6	11,2	7,8	28,6	15,7	14,6	33,6	17,1	240,6
2002	12,8	20,7	17,7	10,7	7,4	27,3	14,9	13,9	31,9	16,3	229,2
2003	12,2	19,7	16,8	10,1	7,1	25,9	14,2	13,2	30,4	15,5	218,3
2004	11,6	18,8	16,0	9,7	6,7	24,7	13,5	12,6	28,9	14,7	208,0
2005	11,0	17,9	15,2	9,2	6,4	23,5	12,9	12,0	27,6	14,0	198,3
2006	10,5	17,0	14,5	8,8	6,1	22,4	12,3	11,4	26,2	13,4	189,1
2007	10,0	16,2	13,8	8,3	5,8	21,3	11,7	10,9	25,0	12,7	180,3
2008	9,5	15,4	13,2	8,0	5,5	20,3	11,1	10,4	23,8	12,1	172,0
2009	9,1	14,7	12,6	7,6	5,3	19,4	10,6	9,9	22,7	11,6	164,2
2010	8,7	14,0	12,0	7,2	5,0	18,5	10,1	9,4	21,6	11,0	156,8
2011	8,2	13,4	11,4	6,9	4,8	17,6	9,7	9,0	20,6	10,5	149,7
2012	7,9	12,8	10,9	6,6	4,6	16,8	9,2	8,6	19,7	10,0	143,1
2013	7,5	12,2	10,4	6,3	4,4	16,0	8,8	8,2	18,8	9,6	136,7
2014	7,2	11,6	9,9	6,0	4,2	15,3	8,4	7,8	17,9	9,1	130,8
2015	6,8	11,1	9,5	5,7	4,0	14,6	8,0	7,4	17,1	8,7	125,1

Fuente: ANAC, INE, Estudio GREDIS.

Caso de nudos de alta congestión vehicular

Un caso especial de emisiones móviles que es interesante señalar, correspondió a cantidades emitidas en nudos viales de alta congestión vehicular, que son bastante comunes en las principales ciudades del país, principalmente, en Santiago.

Para hacer tal estimación se revisó la estadística de Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) de la Dirección de Vialidad del MOP, para 1998. Se observa que ciudades más bien pequeñas llegan a 5.000 vehículos de TMDA. Ciudades mayores (como Valparaíso-Viña y Concepción) llegan a 30.000 vehículos. En Santiago, tal nivel en el mayor punto (cruce Pajaritos) es de 80.000 vehículos.

Con tales niveles de autos que circulan diariamente por los puntos de mayor congestión, se estimó un porcentaje de emisión total anual que podría “quedarse” en dichos puntos. A partir de una estimación global de horas diarias recorridas en promedio por un vehículo (que se estimaron en 3 hr/día-vehículo), y suponiendo, en consecuencia, que si una hora al día está destinada a pasar por el nudo (lo cual es extremo), entonces, hasta un 30% de la emisión anual de tales vehículos podría emitirse “concentradamente” en estos puntos.

El resultado de este cálculo se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro N°6:

Estimación de emisión máxima puntual por fuentes móviles en nudos de alta congestión vehicular

Ciudades	TMDA máximo	Autos a gasolina que emiten	Emisión total Pb asociada	Emisión Pb estimada en nudos de cong.
	(autos)	(autos)	(ton/año)	(ton/año)
Arica	5.500	4.840	2,7	0,8
Calama	16.000	14.080	8,6	2,6
Viña-Valpo.	20.000	17.600	10,8	3,2
Rancagua	27.000	23.760	14,6	4,4
Concepción	30.000	26.400	16,2	4,9
Temuco	6.500	5.720	3,5	1,1
RM	80.000	70.400	43,2	13,0

Fuente: Estudio O. Cerda 1999

4.3 Estimación de emisiones asociadas a fuentes fijas

Dentro de esta categoría se considerarán los acopios y movimiento de minerales de Antofagasta y Arica, las fundiciones de cobre, las fundiciones primarias y secundarias de plomo y otras fuentes fijas.

4.3.1. Acopios de minerales de Arica y Antofagasta

Las ciudades de Arica y Antofagasta son las únicas localidades conocidas que acopian y manejan importantes cantidades de minerales que contienen plomo, en zonas próximas a poblaciones humanas.

Situación de Arica

En diversas zonas de Arica se han acopiados minerales, procedentes de Bolivia y Perú, que contienen importantes concentraciones de plomo, como han sido el Barrio Industrial (Quebrada Encantada), Copaquilla y en terrenos de Ferrocarriles. Actualmente los minerales son acopiados en los recintos del Puerto de Arica, ubicado éste último en el centro de la ciudad.

El lugar del Barrio Industrial fue adecuadamente tratado, retirándose los residuos, cubriendo y rellenando la superficie con tierra arcillosa, piedras, plásticos, etc. A la fecha, se espera que este lugar no represente un foco de intoxicación para las personas. Algo similar ocurrió en Copaquilla. El terreno de Ferrocarriles, en cambio, utilizado para acopiar minerales, no ha sido a la fecha ambientalmente tratado.⁵

Actualmente, el transporte de los minerales se realiza aproximadamente en un 95% por ferrocarriles, en vagones semi cerrados, cubiertos por mallas de tipo *Rachel*. Los minerales son descargados en el Puerto y acopiados en él mismo para ser luego trasladados a los barcos, de acuerdo a los envíos, por medio de cintas transportadores, dispersándose parte del material en el aire y el mar.

Situación de Antofagasta

Otros concentrados de minerales procedentes de Bolivia ingresan al país para ser embarcados en el Puerto de Antofagasta. Los minerales son transportados por ferrocarriles desde Bolivia hasta Portezuelo, donde son acopiados y trasladados al Puerto por camiones y acopiados entre 1 a 4 días hasta su embarque.⁶

Estimación de emisiones de plomo en acopios para Arica y Antofagasta

Para propósitos de este estudio se usaron factores EPA para estimar emisiones de PTS y PM10 en faenas mineras, que consideran carguío de camiones con mineral, remoción y descarga de mineral, erosión eólica desde acopios, transferencia de materiales en cintas y operaciones de carga y descarga. Se supusieron condiciones típicas de operación, de porcentajes de humedad y grano fino en los concentrados, y condiciones extremas climáticas (respecto de niveles de precipitación y vientos).

Las cantidades anuales transportadas y acopiadas de concentrados se presentan en el cuadro N°7.

⁵ CONAMA Arica, comunicación personal, diciembre de 1999.

⁶ CONAMA Antofagasta, comunicación personal, diciembre de 1999,

Cuadro N°7: Características de los concentrados acopiados en Arica y Antofagasta.

Lugar	Cantidad de concentrados (ton/año)	% de plomo en concentrados	Cantidad de plomo en concentrados (ton/año)
Arica	166.995	23%	38.576
Antofagasta	219.355	29%	64.317

Fuente: Estudio O. Cerda (1999)

Con tales cantidades, que representan en el caso de Arica el promedio de varios años de operación y en Antofagasta el valor de 1999, y bajo las premisas de cálculo antes expuestas, se obtienen las siguientes emisiones asociadas a los acopios y la manipulación en el puerto.

Cuadro N°8: Emisión estimada de los puertos de Arica y Antofagasta

Lugar	Emisión estimada de plomo en PM10 (ton/año)
Puerto de Arica	17,6
Puerto de Antofagasta	21,4

Fuente: Estudio O. Cerda (1999)

Es interesante destacar que estos niveles de emisión dependen mucho más de las condiciones de operación que de los montos de concentrados movidos anualmente. En particular, es determinante la superficie del acopio y su situación respecto del viento dominante en el lugar. Para efectos de los cálculos, se supusieron siempre las condiciones más extremas de operación.

4.3.2. Fundiciones de Concentrados de Cobre

Se consideraron las fundiciones de Altonorte, Chuquicamata, Paipote, Potrerillos, Ventanas, Chagres y Caletones. Se usaron los montos medios anuales de concentrados procesados; en el caso de Altonorte, se consideró la expansión proyectada de operaciones de la planta. En el caso de Paipote y Ventanas, se consideraron también los concentrados de oro y plata procesados anualmente.

Para estimar emisiones de plomo, se utilizó una ley promedio de 0,05% de plomo en concentrados de cobre y 2% en concentrados de oro. Conociendo así el plomo de entrada al proceso, se analizó un balance típico de masas, para evaluar todas las salidas posibles de plomo en residuos, efluentes y gases, en este último caso emisiones por chimenea (que principalmente se captan) y fugitivas.

En definitiva, se hizo una estimación para obtener cantidades totales anuales de plomo emitido en gases fugitivos, las cuales son las relevantes para el presente estudio, dado las reducidas cantidades de material particulado que se emiten por chimenea. Dicha estimación fijó la salida de plomo en un 10% del de la entrada, para las plantas de mayor eficiencia; y en un 20% para las de menor eficiencia.

Resultados de la estimación en las fundiciones de cobre

Los valores estimados se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N°9: Estimación de emisión de plomo en fundiciones de cobre

Localidad	Emisión Total (ton/año)
Chuquicamata	70,0
Altonorte	20,0
Paipote	139,2
Potrerillos	48,0
Ventanas	141,6
Chagres	20,0
Caletones	120,0

Fuente: Estudio O. Cerda (1999)

Un caso interesante, que conviene citar es el de ENAMI. Algunas estimaciones de la empresa de una ley de plomo de 0,4% en concentrados de cobre procesados para algunos meses resultan ser significativamente superiores al valor planteado anteriormente (0,05%). De este modo, para reforzar la estimación previa en el caso de ENAMI (Paipote y Ventanas), se supuso que hasta un 20% de los concentrados anuales procesados de cobre podrían tener esta ley de plomo. Por lo tanto, se estimaron emisiones totales anuales bajo este escenario “pesimista” respecto de la emisión de plomo equivalentes a 175,2 ton/año para Paipote y 205,6 ton/año para Ventanas.

4.3.3. Fabricación de ánodos de plomo para procesos de producción de cobre en plantas de refinación electrolítica

Al no contarse prácticamente con ninguna información sobre este proceso, es decir, ubicación de plantas (sólo se sabe que en Calama hay una fábrica importante), cantidades anuales procesadas y tipos de procesos involucrados, se estimó la cantidad anual requerida de ánodos en los procesos de refinación electrolítica, para todas las fundiciones que operan con esta tecnología en el país. Sobre esa base, se estimó una demanda anual de ánodos y se asumió que esta cantidad la genera la planta de Calama.

De tal modo, y suponiendo un proceso (poco eficiente) que pierde el 5% del total anual procesado de plomo en sus emisiones gaseosas, se llegó a una estimación de **49 ton/año** de emisiones de plomo, asociadas a fábricas de ánodos.

Para efectos de ubicar tal emisión, se supuso que el 100% se concentraba en Calama, dado que los mayores requerimientos de ánodos se concentran en el norte. (Aún así, cuando se analicen los efectos de emisiones sobre distintas zonas del país, conviene tener en cuenta que parte de este monto podría ser emitido en otro lugar).

4.3.4. Fundiciones secundarias de plomo en la Región Metropolitana

En este caso, los datos ocupados corresponden a estimaciones realizadas por PROCEFF. Consideran cuarenta fuentes emisoras (chimeneas) de fundiciones secundarias monitoreadas por PM10, ubicadas en distintas comunas de Santiago. En todos los casos, se hace una estimación de plomo basada en las emisiones de PM10, los tipos de procesos involucrados y factores de emisión

que relacionan ambos elementos, propuestos por EPA. De tal modo se obtiene un total de plomo emitido en Santiago (para estas fuentes) equivalente a **4,9 ton/año** distribuidas en diez comunas.

4.3.5. Fuentes emisoras de plomo en Talcahuano

Estudios anteriores⁷ señalan valores de emisión de plomo del orden de 400 ton/año para la Compañía Siderúrgica de Huachipato (CSH) en la VIII Región (Talcahuano). Información adicional recopilada con la propia fuente y con profesionales de los servicios públicos de la región señalan que dicho valor es muy poco probable y pudo haber sido estimado erróneamente.

Si bien no existen mediciones se consideró razonable asumir una emisión de 10 ton/año, equivalentes a un 2% de lo planteado originalmente. Esta cifra ya es de cierta magnitud y permite ver eventuales efectos en calidad atmosférica.

4.4 Análisis de Calidad del Aire: mediciones de concentraciones de plomo en material particulado respirable y establecimiento de relación entre emisiones de plomo y calidades del aire

La información disponible revisada es la contenida en el estudio realizado por GREDIS, que resume los datos generados por otros estudios, además de datos entregados por la Unidad Ambiental del Ministerio de Minería, ENAMI y CONAMA.

La información existente fue analizada con el objeto de caracterizarla de acuerdo a su cobertura espacial y temporal, las metodologías de medición utilizadas y el origen de los datos, así como para identificar carencias y/o inconsistencias.

Es importante notar que el registro de información disponible no corresponde a una red de vigilancia especialmente diseñada para evaluar las concentraciones de plomo en la fracción respirable del material particulado, sino que se trata de una recopilación de datos de origen y cobertura diversos, registrados en su mayoría con el objetivo de determinar niveles representativos de concentración de material particulado a escala local, y su composición química, en un contexto de diagnóstico de la calidad del aire. La excepción la constituye los datos generados por el estudio de GREDIS y las mediciones realizadas en Arica y Antofagasta por el Ministerio de Salud.

Se dispuso de datos de contenido de plomo en material particulado respirable para estaciones que operaron en ciudades de las regiones I,II, III, V,VI,VIII, y Región Metropolitana. No se contó con información sobre mediciones, en particular, para dos puntos de interés asociados a fundiciones de cobre: Altonorte y Caletones. El área donde se detecta inconsistencia en el orden de magnitud de la concentración de plomo en material particulado reportada por fuentes de información independiente, es en el entorno de Chagres (Catemu / Lo Campo).

Como regla general se optó por un criterio conservador para considerar estos datos, asumiendo como más representativas las mayores concentraciones reportadas.

⁷ Dames and Moore, 1994, informa 496 y 380 ton/años para la misma emisión de plomo.

Por último, dado que sólo en algunos de los puntos en que se determinó plomo en el material particulado existen antecedentes sobre el comportamiento de variables meteorológicas, se utilizó la información obtenida de los registros de la Dirección Meteorológica de Chile.

4.4.1 Valores adoptados como representativos de la calidad del aire en los puntos de mayor interés

Las concentraciones promedio en áreas bajo influencia dominante de fuentes móviles fueron estimadas a partir de los datos disponibles en estaciones de medición alejadas de fuentes fijas de magnitud y/o acopios. Las concentraciones promedio de áreas influenciadas por fuentes fijas de magnitud, acopios y/o zonas de embarque fueron obtenidas a partir de los datos de las estaciones instaladas en sitios cercanos a estas fuentes.

A los registros anteriores fueron agregados datos proporcionados por ENAMI para las fundiciones de Paipote y Ventanas, registradas en el período 1998-1999, y por CODELCO, para el mismo período. El siguiente cuadro resume los valores de concentración adoptados a partir de la información existente.

Cuadro N°10:

CONCENTRACIONES ADOPTADAS DE Pb EN PM10

Ciudad	Concentración promedio Pb en PM10		
	ug/Nm3	Representatividad	Período medición
Arica	0,030	Fmov	< 5 meses
	0,054	Acopios	< 5 meses
Iquique	0,082	Fmov	> 5 meses
Calama	0,050	Ff	> 5 meses
Antofagasta	0,077	Fmov	< 5 meses
	0,550	Acopios/embarque	> 5 meses
Copiapó	0,107	Ff	> 5 meses
T Amarilla	0,215	Ff	5 meses
Paipote	0,267	Ff	> 5 meses
S Fernando	0,151	Ff	> 5 meses
La Serena	s/i	Fmov	
Valparaíso	0,241	Fmov	> 5 meses
Viña	0,202	Fmov	> 5 meses
Santiago	0,178	Fmov	< 5 meses
Rancagua	0,263	Fmov	> 5 meses
Concepción	0,044	Fmov	< 5 meses
Temuco	0,172	Fmov	> 5 meses
Entorno Fundiciones			
Chuquicamata	0,050	Ff	> 5 meses
Ventanas (Maitenes)	0,598	Ff	> 5 meses
Chagres	0,040	Ff	> 5 meses
Caletones	s/i	Ff	

Fuente: Estudio O. Cerda (1999)

Nota: "Fmov" = Fuentes móviles; "Ff" = Fuentes fijas

4.4.2 Estimación de relación emisión – calidad del aire

En el caso particular de los compuestos de plomo, y debido a su alta estabilidad bajo condiciones ambientales, es posible suponer que no existen mecanismos de remoción significativos; en consecuencia, la relación emisión-calidad sólo dependerá de los mecanismos de dispersión atmosféricos imperantes en las áreas de interés.

En una primera aproximación, considerando la inexistencia de mecanismos de remoción significativos de los compuestos de plomo, la escasa disponibilidad de datos de concentración en un mismo punto por períodos prolongados y la carencia de datos meteorológicos para aplicar herramientas de modelación complejas, se utilizará una relación de tipo lineal entre las emisiones y calidades ambientales observadas.

Los registros de concentración obtenidos por diferentes técnicas no se encuentran homologados, sin embargo, este ejercicio asumió estos datos como comparables.

Si bien la mayor parte de los datos registrados corresponden a períodos inferiores al año, se consideró que los datos disponibles de los años 1997 en adelante, son representativos de una escala anual.

En atención a la cobertura espacial de los registros de concentración disponibles, las relaciones emisión calidad fueron determinadas a escala local, esto es, para cada ciudad.

En cada caso se aplicó un modelo tipo caja, bajo el supuesto de la relación lineal entre emisiones y calidad. Este modelo permite obtener una estimación gruesa del orden de magnitud de las concentraciones esperadas. Los datos meteorológicos característicos necesarios para aplicar este tipo de modelo (es decir, velocidad (v) y dirección de vientos predominante y altura de inversión (H_m), ambos representativos de una escala anual) se obtuvieron a partir de criterio experto e información histórica disponible en la Dirección Meteorológica de Chile. En particular, las alturas de capa de mezcla fueron corroboradas por información entregada por la Universidad de Wisconsin.

Las emisiones totales en las ciudades alejadas de megafuentes corresponden a aquellas provenientes de fuentes móviles; en el caso de la ciudad de Copiapó se incorporó a las fuentes móviles las emisiones provenientes de la fundición de Paipote. Igual cosa se hizo para Calama, en donde también se agregó la emisión procedente de la producción de ánodos de plomo. Para el caso de Ventanas y el entorno de Chagres y Altonorte, las emisiones totales fueron consideradas como provenientes sólo de las fundiciones. En el caso de Santiago y Concepción, a las fuentes móviles se sumó la emisión agregada de las fundiciones secundarias de plomo e industrias varias registradas por PROCEFF en el primer caso, y las supuestas de origen industrial en el caso de Concepción.

En la tabla siguiente se muestra el resultado del ejercicio.

Cuadro N°11:

Estimación relación emisión-calidad

Ciudad	Vel prom viento	Dirección predominante	Área (km ²)	Altura Hm max.	Fuentes fijas	Fuentes móviles	Emisiones totales	Estimación Concent. promedio	Estimación Concent. Máxima	Concent. Medida
	m/s			m	ton/año	ton/año	ton/año	ug/m3	ug/m3	ug/Nm3
Arica	3,60	SW	30,8	1000	18,00	15,60	33,60	0,037	0,259	0,030
Iquique	5,14	SW	13,8	1000		25,30	25,30	0,016	0,156	0,082
Calama	8,66	E-W	14,1	1000	119,00	13,00	132,00	0,019	0,036	0,050
Antofagasta	5,23	S	32,3	1000	22,00	21,60	43,60	0,026	0,269	0,077
Copiapó	3,86	W	27,3	1500	139,20	9,10	148,30	0,041	0,457	0,267
La Serena	3,52	W	28,9	1500		12,40	12,40	0,011	0,073	s/i
Viña del Mar	1,63	S-W	64,9	1500		33,30	33,30	0,062	0,195	0,202
Valparaíso	4,80	SW	29,1	1500		18,20	18,20	0,020	0,187	0,241
Valparaíso	1,63	S-W	29,1	1500		18,20	18,20	0,059	0,187	0,241
Santiago	2,40	SW	441,7	1500	4,85	278,90	283,75	0,125	1,749	0,178
Santiago	1,80	SW	441,7	1500	4,85	278,90	283,75	0,167	1,749	0,178
Rancagua	2,40	SW	27,3	1500		17,00	17,00	0,015	0,211	0,263
Concepción (y Talc.)	5,57	SW	103,7	1000	9,40	39,00	48,40	0,011	0,060	0,044
Temuco	3,17	SW	31,4	1000		19,80	19,80	0,040	0,488	0,172
Fundición	Vel prom viento	Dirección predominante	Área (km ²)	Altura Hm max.			Emisiones totales	Concent. promedio	Concent. Máxima	
	m/s			m			ton/año	ug/m3	ug/m3	
Altonorte	5,23	S		1000			20,00	0,008	0,082	s/i
Ventanas	4,80	SW		1000			141,60	0,047	0,440	0,598
Chagres	2,40	SW		1500			20,00	0,009	0,123	0,040
Caletones	2,40	SW		1500			120,00	0,042	0,597	s/i

Análisis de resultados de la modelación de la calidad del aire

La existencia de fuentes fijas origina la existencia de puntos de mayor concentración en el entorno inmediato, observándose un impacto de escala local (no afecta toda el área de una ciudad). En esta situación, las estimaciones de concentración se hicieron considerando este supuesto ajustando los parámetros a esta escala.

Para el caso de las fuentes móviles y fuentes fijas que afectan a zonas urbanas extensas (por ejemplo Santiago), los parámetros de la modelación asumen un área de impacto que refleja esta situación.

Dado lo anterior, se decidió realizar dos análisis con los datos disponibles: uno de gran escala para las ciudades, en donde las emisiones provienen de las fuentes móviles y fijas identificadas; y otro de escala local para las áreas cercanas a fuentes fijas.

a) Análisis de gran escala

El primer análisis consistió en generar una “concentración esperada” (ver cuadro N°12, 5ª columna “Estimación Concent. Esperada”), que asigna una probabilidad de ocurrencia de un 80% a la concentración media estimada y de un 20% a la condición de concentración máxima estimada. La elección de tales ponderadores se basa en que las condiciones meteorológicas extremas (que generan las mayores concentraciones) ocurren no más de 40 días al año, en invierno, en gran parte del país.

Cuadro N°12:

Estimación de concentraciones de Pb en aire esperadas, por localidad

Ciudad	Emisiones totales	Estimación Concent. promedio	Estimación Concent. Máxima	Estimación Concent. Esperada	Concent. Medida
	ton/año	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/N m ³
Arica	33,60	0,037	0,259	0,081	0,030
Iquique	25,30	0,016	0,156	0,044	0,082
Calama	132,00	0,019	0,036	0,023	0,050
Antofagasta	43,60	0,026	0,269	0,075	0,077
Copiapó	148,30	0,041	0,457	0,124	0,267
La Serena	12,40	0,011	0,073	0,023	s/i
Viña del Mar	33,30	0,062	0,195	0,088	0,202
Valparaíso	18,20	0,020	0,187	0,053	0,241
Valparaíso	18,20	0,059	0,187	0,085	0,241
Santiago	283,75	0,125	1,749	0,450	0,178
Santiago	283,75	0,167	1,749	0,483	0,178
Rancagua	17,00	0,015	0,211	0,054	0,263
Concepción (y Talc.)	48,40	0,011	0,060	0,021	0,044
Temuco	19,80	0,040	0,488	0,129	0,172
Fundición	Emisiones totales	Concent. promedio	Concent. Máxima	Estimación Concent. Esperada	Concent. Medida
	ton/año	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/N m ³
Altonorte	20,00	0,008	0,082	0,023	s/i
Ventanas	141,60	0,047	0,440	0,125	0,598
Chagres	20,00	0,009	0,123	0,032	0,040
Caletones	120,00	0,042	0,597	0,153	s/i

En el caso del análisis de gran escala, se comparó el valor esperado de concentración media anual de plomo con la propuesta de norma, para identificar las localidades que registran concentraciones del orden de magnitud de la norma y, por tanto, resultan de interés. En otras palabras ¿en qué ciudades las fuentes móviles y fijas, en conjunto, pueden hoy día acercarse a la superación de norma?

Como resultando se obtiene, observando los valores esperados calculados, que las siguientes localidades muestran valores de calidad del mismo orden de magnitud que la norma: Copiapó, Ventanas, Santiago, Caletones y Temuco. Debe recordarse que el valor esperado anual contiene un 80% de datos cuyo promedio es la media conocida y un 20% del tiempo se darían los valores máximos definidos, correspondiendo por lo tanto un peor escenario. De esta lista de áreas se debe eliminar Caletones, dada la ausencia de habitantes en el área circundante a dicha fuente.

b) Análisis de escala local o microescala

El análisis de escala local, consistió en usar el mismo modelo de dispersión y los mismos parámetros, pero esta vez usando un kilómetro como longitud mínima de dispersión de contaminantes. Luego se fijó el nivel de calidad meta establecido por la norma (0,5 ug/m³N) para que el modelo señale la “emisión crítica”, que permita alcanzar dicho valor de calidad en puntos específicos. De esta manera se puede comparar la emisión puntual crítica estimada por el modelo y la emisión conocida de las fuentes fijas, identificando por simple comparación si la emisión conocida supera o no los valores críticos calculados (ver cuadro N°13).

Cuadro N°13:

Estimación de emisiones fijas críticas, por localidad

Ciudad	Vel prom viento	Altura Hm media	Longitud mínima	Fuentes fijas	Concent. Propuesta	Estimación de emisión puntual crítica
	m/s	m	km	ton/año	ug/m ³	ug/m ³
Arica	3,60	1000	1,00	18,00	0,50	56,78
Iquique	5,14	1000	-			
Calama	8,66	1000	1,00	119,00	0,50	136,54
Antofagasta	5,23	1000	1,00	22,00	0,50	82,46
Copiapó	3,86	1250	1,00	139,20	0,50	76,04
La Serena	3,52	1500	-			
Viña del Mar	1,63	1500	-			
Valparaíso	4,80	1500	-			
Valparaíso	1,63	1500	-			
Santiago	2,40	1000	-			
Santiago	1,80	1000	1,00	4,85	0,50	28,39
Rancagua	2,40	1000	-			
Concepción (y Talc.)	5,57	750	1,00	9,40	0,50	65,90
Temuco	3,17	750	-			
Fundición	Vel prom viento	Altura Hm media	Longitud	Fuentes fijas	Concent. Propuesta	Estimación de emisión puntual crítica
	m/s		km	ton/año	ug/m ³	ug/m ³
Altonorte	5,23	1000	1,00	20,00	0,50	82,46
Ventanas	4,80	1000	1,00	141,60	0,50	75,70
Chagres	2,40	1000	1,00	20,00	0,50	37,85
Caletones	2,40	1000	1,00	120,00	0,50	37,85

En este caso la pregunta es ¿en qué ciudades una fuente fija puede causar que se supere la norma en un área específica?

Conclusiones de los ejercicios de modelación realizado

Con los resultados señalados en los cuadros precedentes, se identifican los siguientes puntos de interés:

- En los acopios de **Arica** y **Antofagasta**, desde el punto de vista del análisis de escala local, la emisión crítica excedería la norma tres o cuatro veces la emisión actual, por lo que no debiera generarse problemas. Sin embargo los valores de emisión estimados para los acopios dependen fuertemente del modo en que se ejecuten las operaciones de transporte, la forma de las pilas en el puerto y las formas de carga de los barcos; por lo que se considera que dichos valores críticos de emisión son fácilmente alcanzables.

Desde un punto de vista de toda la ciudad y considerando tanto la emisión proveniente de fuentes móviles como los acopios, se estima que la norma no sería sobrepasada actualmente y como la tendencia es a la baja en el caso de la móviles, los valores no representarían riesgo en el futuro.

- En la **Fundición Altonorte**, la emisión actual es un cuarto de la crítica y no existen poblaciones en las cercanías. De todos modos se considera que correspondería a una zona de riesgo en caso de habitarse o de incrementar la producción significativamente.

- **Entorno de Fundición Paipote (Copiapó y Tierra Amarilla) y Ventanas (Puchuncaví).** El análisis de escala local para estas dos fuentes señala que la emisión crítica es menor que la estimada, por lo que existiría en la actualidad riesgo de exceder norma en áreas puntuales cercanas a las fuente.

A gran escala ambas áreas estarían con concentraciones del mismo orden de magnitud que el valor de norma, por lo que se considera probable que por alguna de estas razones las fundiciones podría enfrentar exigencias de reducción en las emisiones fugitivas.

- En la **Fundición Chagres**, la emisión establecida para dicha fuente es cercana a la mitad de la emisión crítica para excedencias a escala local. Por lo tanto, se considera una zona de riesgo en este análisis, ya que ante condiciones desfavorables, podría presentar concentraciones cercanas a la norma en su entorno inmediato. Esta zona se trata de una zona agrícola con presencia de cultivos agrícolas y población rural dispersa.
- Para la zona industrial de **Santiago** y considerando efectos de nivel local, se ve que se requeriría una emisión concentrada en un sector casi seis veces la existente actualmente en la ciudad (repartida en 10 comunas) para producirse una excedencia de la norma en tal sector. Si bien esto es improbable en las condiciones actuales, por la incertidumbre de los datos y por corresponder a una zona con crecimiento industrial importante, no se puede descartar que en ausencia de regulación se lleguen a estos niveles de emisión que generen tales excedencias de tipo local. Algo similar puede ocurrir en **Concepción - Talcahuano** y en general en las zonas de alta concentración industrial en ausencia de normativas para este contaminante.

Desde un punto de vista global **Santiago** también estaría en el mismo orden de magnitud que el valor de la norma si bien la tendencia de los últimos años y futuras es la baja en las concentraciones por el efecto de la gasolina sin plomo. Esto permite suponer que a nivel global no hay posibilidades de excedencias.

- Para **Temuco**, finalmente, los riesgos provienen de las emisiones de fuentes móviles cuyo nivel debe ir en descenso en los próximos años, razón por la cual hace pensar que el riesgo debiera reducirse en ausencia de regulación.

4.5. Análisis de impactos potenciales en salud por contaminación por plomo en aire en áreas de interés y en ausencia de regulación (Escenario sin norma).

4.5.1. Estimación de la población susceptible a daños por contaminación por plomo en las áreas críticas identificadas .

Áreas de riesgo

Las estimaciones precedentes (punto 4.4.) permiten centrar el análisis en los puntos de mayor probabilidad de ocurrencia de episodios de contaminación por plomo en el aire en el corto o largo

plazo, dependiendo de cómo evolucionen las actividades emisoras y en el supuesto de ausencia de regulación.

Fracción de la población susceptible a daño

Según el estudio de GREDIS los lactantes son particularmente susceptibles a la contaminación por plomo, dado por su sistema nervioso en desarrollo, menor masa corporal, mayor capacidad de absorción y menor tasa de eliminación. En este grupo, el plomo produce efectos neurológicos, hematológicos, metabólicos y cardiovasculares.

En consulta con el Centro de Información Toxicológica y de Medicamentos de la U. Católica señala que niños entre 0 y 6 años son los que requieren de tratamiento ambulatorio a niveles por sobre 20 ug/dl en sangre. Bajo ese nivel no se recomienda tratamiento pero se reconoce que existiría algún tipo de daño a largo plazo.

Con este antecedente se ha decidido considerar como población vulnerable para los efectos de la evaluación de los impactos económicos a la población de entre 0 y 6 años de las localidades identificadas.

Cantidad de población vulnerable en las áreas de riesgo

Utilizando datos del último censo de población y vivienda del INE, de 1992, se estima la población de las áreas de riesgo identificadas. Se supuso un crecimiento anual del 1,5% en todas las localidades, que corresponde a una media nacional.

Para estimar la fracción susceptible en todos los casos de interés, se analizó la estructura de edades de la población censada por INE en 1992, a nivel nacional, para zonas urbanas. Se supuso que la dispersión de edades de las distintas localidades es igual a la media nacional.

4.5.2 Relación entre concentración de plomo en aire y niveles de plomo en sangre

Para establecer esta relación se usarán antecedentes proporcionados por diversas publicaciones, citadas en los estudios técnicos que CONAMA tuvo a la vista para definir el nivel deseable de norma, en particular en GREDIS (1999).

La relación más relevante y que se empleará para los cálculos de la evaluación es la siguiente:

$$\text{Plomo en sangre (ug/dl)} = 5 * \text{Nivel de plomo en aire (ug/m}^3\text{N)} + 3$$

El valor de “3” refleja un nivel mínimo basal atribuible a otras fuentes distintas de las dispersadas por el aire.

Tipos de efectos a incluir en la valoración

En cuanto a dosis, la exposición crónica a bajas concentraciones en lactantes (entre 10 y 25 ug/dl) está asociado con una reducción en el coeficiente intelectual a los 4 años entre 1 y 5 puntos por

cada 10 ug/dl de aumento. Bajo este valor, el efecto de variables confundentes y la falta de precisión de las mediciones de desarrollo psicomotor hacen difícil la detección de efectos, pero hay consenso que no habría umbral para el daño.

En términos de efectos clínicos y los tratamientos recomendados para los diferentes niveles, GREDIS señala que en niños niveles de entre 12 y 30 ug/dl corresponde a una exposición leve a moderada y se recomienda eliminar la exposición y suplementar la nutrición.

Por otra parte, datos obtenidos en el Centro de Información Toxicológica y de Medicamentos de la Pontificia Universidad Católica de Chile, señala que niveles en niños entre 10 y 20 ug/dl sólo existirían efectos de largo plazo y que sobre 20 se hace necesario, al menos, el tratamiento ambulatorio.

Una manera conservadora de interpretar estos datos, para los propósitos de este estudio, es suponer que las primeras reacciones que causarían efectos cuantificables se producen cuando el nivel de plomo en sangre supera los 10 ug/dl para los efectos cognitivos de largo plazo y los 20 ug/dl para los efectos inmediatos (tratamiento ambulatorio); por lo tanto, se supondrá que no habrá efectos cuantificables antes de estos niveles.

Por lo tanto, la población afectada desde un punto de vista de efectos económicos será la de niños de 0 a 6 años en los puntos de interés y niveles de concentración en sangre de 10 y 20 ug/dl, para los efectos cognitivos y tratamientos médicos respectivamente. Esto hay que entenderlo como una simplificación para hacer la evaluación y no como una afirmación de que podrían aceptarse niveles de plomo en sangre bajo 10 ug/dl ya que no se producirán consecuencias para la población.

Es importante señalar, que los mismos antecedentes sitúan en 60 ug/dl los niveles críticos de plomo para adultos.

Considerando los antecedentes de EPA (Morgenstern, 1997) y los antes señalados, los tipos de efectos a analizar en niños son los siguientes:

- Requerimiento de tratamiento ambulatorio con medicamentos (a niveles de 20 ug/dl),
- Necesidad de refuerzo escolar para compensar efectos cognitivos detrimentales (niveles de plomo en sangre de 10 ug/dl),

Adicionalmente, y para reflejar los daños de largo plazo en la salud de los niños eventualmente expuestos a plomo, se ha propuesto incluir un indicador del efecto económico del daño cognitivo definido de la siguiente manera:

- Pérdida parcial en la capacidad de generación de ingresos por daño cognitivo durante la infancia (niveles de plomo en sangre mayor a 10 ug/dl antes de los 6 años).