

**Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
Sub – Secretaría del Ambiente
Centro de Estudios y Control de Contaminantes**



“Examen del plomo y cadmio en Honduras”

**Elaborado por:
Dr. Alex Edgardo Padilla Padilla MSc.
Coordinador Área de Gestión ambiental**

**Tegucigalpa, M.D.C, Honduras, C. A.
14 de Febrero de 2006**

INDICE

I.	Summary	2
I.	Resumen	3
II.	Introducción	4
III.	Datos Generales de Honduras	5
IV.	Examen de la información científica sobre el plomo y el cadmio	6
	a) Fuentes naturales y antropogénicas de plomo en el país	6
	1. Fuentes naturales	6
	2. Fuentes antropogénicas	6
	2.1. Minería	6
	2.2. Industria	10
	b) Transporte a larga distancia en el medio ambiente, origen, vías, deposición, transformación y bioacumulación del plomo y el cadmio	12
	c) Fuentes de liberación de plomo y cadmio al medio ambiente y pautas actuales de producción y utilización en el país	15
	i. Gestión de las baterías ácido plomo usadas en Honduras	17
	ii. Antecedentes	17
	iii. Situación actual en cuanto al volumen generado	18
	iv. Prácticas de gestión	19
	v. La problemática asociada	20
	vi. El marco legal existente	20
	vii. Medidas necesarias	21
	d) Evaluaciones actuales de la exposición al plomo y al cadmio y del riesgo para la salud humana y el medio ambiente en el país	21
	i. Plomo en alimentos	22
	ii. Plomo en agua	23
	ii.1. Plomo en aguas superficiales y subterráneas	23
	ii.2. Plomo y cadmio en aguas residuales de cuatro minas del país	27
	iii. Plomo en aire	28
	iv. Plomo en suelo	31
	v. Plomo y cadmio en Petcoke	33
	vi. Exposición a plomo y riesgo para la salud de la población	33
	e) Medidas y estrategias actuales y planes futuros en los planos nacional, subregional o regional para prevenir o controlar las liberaciones y limitar la utilización y la exposición, incluidas las prácticas de gestión de los residuos	40
	1. Medidas y estrategias actuales	40
	2. Medidas y estrategias y planes futuros	45
	f) Necesidades en materia de información científica y lagunas en los datos	46
V.	Bibliografía	48

I. Summary

The review on lead and cadmium, promoted by the United Nations Environment Program (UNEP) Chemicals' Programme, is a very important initiative to know the situation of those chemical substances and the environment and health risks that involve, at the global, regional or national levels. Honduras, like State member of the United Nations, has been added to that noble effort, through the search, identification, selection, compilation and analysis of technical and scientific information generated by governmental, nongovernmental organizations and national and international academic institutions related to these chemical substances object of examination and evaluation.

This first review of the scientific information on lead and cadmium is of extreme importance to the country, because it has allowed to integrate information that was spread, forgotten or simply was not considered a source of useful consultation for relating to economical, social and environmental aspects in which finally the management of those chemical substances converges.

Although it is certain, much of the compiled and analyzed information is not systematic, nor has criteria of scientific rigor necessary to determine risk for human health and the environment; at least has been useful to establish a base line of the current national situation on lead and cadmium and additionally it has allowed to identify political, technological, scientific and information aspects, that must be strengthen to improve the knowledge of those substances and to understand the life cycle, in order to promote its environmental sound management.

In the different sections in which the review was organized according to UNEP's guidelines, will be found information generated by governmental and nongovernmental organizations related to mining, which exports lead and other metals that contributes with an important percentage of the gross domestic product. Also, are shown a series of studies published in different periods by governmental organizations, such as national and international academic institutions, whose intention has been to evaluate and to try to demonstrate the environment and health risks caused by lead in the different environmental components, to say, air, water, ground, ecosystems, foods and in addition to evaluate the general and occupational health effects. Also, some precise studies appear, that denote the effort of the governmental organizations to know the magnitude of the anthropogenic sources that release lead to the environment, especially in urban areas of the country, where an important industrial and commercial activity is concentrated. In an analogous way current actions and strategies and future plans are shown for preventing or controlling releases of lead.

Finally, it is important to mention that Honduras Government signed the Basel Convention on March 22, 1989 and ratified it on October 28, 1995 (Decree 31 - 95), which can be considered the main legally binding instrument to prevent or to control releases and to limit the use and exposures to lead and cadmium.

I. Resumen

El examen del plomo y cadmio, promovido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Productos Químicos, es una iniciativa muy importante para conocer la situación de esos agentes químicos y los riesgos ambientales y de salud que conllevan, tanto a nivel global, regional y de cada país. Honduras, como Estado miembro de las Naciones Unidas, se ha sumado a ese noble esfuerzo, a través de la búsqueda, identificación, selección, recopilación y análisis de información técnica y científica generada por organismos gubernamentales, no gubernamentales e instituciones académicas nacionales e internacionales contentiva a los agentes objeto de examen y evaluación.

Este primer examen del plomo y cadmio, es de suma importancia para el país, porque ha permitido integrar información que se encontraba dispersa, olvidada o simplemente no se consideraba una fuente de consulta útil para relacionarla con aspectos económicos, sociales y ambientales en los que finalmente converge la gestión de esos agentes químicos.

Si bien es cierto, mucha de la información recopilada y analizada, presenta la limitante de que no es sistemática, ni reúne criterios de rigor científico necesarios para determinar objetivamente los impactos ambientales o efectos adversos sobre la salud de la población, al menos ha sido útil para establecer una línea base de la situación actual o pasada del país en lo relativo al plomo y cadmio y además ha permitido identificar aspectos políticos, tecnológicos, científicos o de información, entre otros, que deben fortalecerse para mejorar el conocimiento de esos agentes y comprender su ciclo de vida y de ese modo, orientar estrategias de gestión ambiental adecuadas.

En las distintas secciones en las que se estructuró el examen de acuerdo a los lineamientos establecidos por el PNUMA, se encontrará información generada por organismos gubernamentales y no gubernamentales involucrados con el sector de la minería, el cual exporta plomo y otros metales que aportan un porcentaje importante del PIB nacional. Asimismo, se presenta una serie de estudios publicados en diferentes períodos por organismos gubernamentales e instituciones académicas nacionales e internacionales, cuyo propósito ha sido evaluar y tratar de demostrar principalmente el impacto de la contaminación por plomo en los distintos componentes ambientales, a decir, aire, agua, suelo, ecosistemas, alimentos y además evaluar el efecto en la salud de la población general y laboral. También, se presentan algunos estudios puntuales, que denotan el esfuerzo de los organismos gubernamentales por conocer la magnitud de las fuentes antropogénicas que liberan plomo al ambiente, especialmente en las áreas urbanas del país, en donde se concentra una importante actividad industrial y comercial. De manera análoga se presentan las medidas de carácter legal emprendidas por los organismos competentes del estado para prevenir y controlar la problemática de contaminación ambiental por plomo.

Finalmente, es importante agregar que el Gobierno de Honduras, se suscribió al Convenio de Basilea el 22 de marzo de 1989 y lo ratificó el 28 de octubre de 1995 (Decreto 31 – 95), el cual puede considerarse el principal instrumento jurídico vinculante para prevenir o controlar las liberaciones y limitar la utilización y la exposición al plomo y cadmio. .

I. Introducción

El primero de mayo de 2005, el Programa de las Naciones para el Medio Ambiente (PNUMA), informó mediante comunicación oficial al excelentísimo Señor Ministro de la Secretaría de Relaciones Exteriores de la República de Honduras, de los planes con respecto a la aplicación de la decisión 23/9 III del Consejo de Administración relativa al plomo y el cadmio y solicita al Gobierno considere y adopte medidas de seguimiento para garantizar la aplicación eficaz de dicha decisión.

Como seguimiento de esa petición, el 16 de mayo de 2005 el PNUMA, invitó oficialmente al Gobierno de la República de Honduras a que facilite información y aportaciones de interés para el examen de la información científica sobre el plomo y el cadmio, disponible en lo relativo a:

- a) Fuentes naturales y antropogénicas de plomo en el país;
- b) Transporte a larga distancia en el medio ambiente, origen, vías deposición, transformación y biocumulación del plomo y el cadmio.
- c) Fuentes de liberación de plomo y cadmio al medio ambiente y pautas actuales de producción y utilización en el país.
- d) Evaluaciones actuales de la exposición al plomo y al cadmio y del riesgo para la salud humana y el medio ambiente en el país.
- e) Medidas y estrategias actuales y planes futuros en los planos nacional, subregional o regional para prevenir o controlar las liberaciones y limitar la utilización y la exposición, incluidas las prácticas de gestión de los residuos; y
- f) Necesidades en materia de información científica y técnica, así como lagunas en los datos relativos a los aspectos anteriores.

La Secretaría de Relaciones Exteriores mediante oficio No. 1529-DGPE-DPM remitió para conocimiento y fines pertinentes a la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), la nota enviada por el PNUMA, referente a la decisión 23/9 III del Consejo de Administración relativa al plomo y cadmio.

En atención a la petición del PNUMA, la Secretaría de Recursos y Ambiente (SERNA), por medio de la Dirección del Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), recopiló y analizó la información disponible en Honduras sobre el plomo y cadmio de acuerdo a los lineamientos propuestos por el PNUMA en párrafos precedentes.

Es importante mencionar que el objetivo del proyecto es aplicar la decisión 23/9 III del Consejo de Administración, relativa al plomo y el cadmio, y presentar un informe al Consejo de Administración en su 24º período de sesiones, que habrá de celebrarse en 2007, para que los gobiernos dispongan de una información sólida en que basarse al examinar la posible necesidad de adoptar políticas y estrategias apropiadas para abordar los efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente de alcance mundial derivados de las liberaciones de plomo y cadmio en el ambiente.

II. Datos Generales de Honduras

La República de Honduras se encuentra ubicada geográficamente en el centro del continente americano, en la región centroamericana y tiene una extensión territorial de 112 492 km². Comparte fronteras con Guatemala, El Salvador y Nicaragua. La cordillera centroamericana que atraviesa el país de nordeste a sureste, lo divide en dos grandes regiones, la oriental y la occidental, con alturas que sobrepasan los 2 000 msnm (GEO Honduras, 2005).

El clima del país es tropical y caluroso en las tierras bajas, cambiando gradualmente hasta convertirse a templado en las tierras altas. La temperatura promedio es de 26 °C hasta los 600 metros sobre el nivel del mar (msnm), de 16 a 24 °C entre los 600 y 2 100 msnm y menores de 16° C sobre los 2 100 msnm. El régimen de precipitaciones es variable a lo largo del país, oscilando entre los 900 y 3 300 mm, según las distintas regiones (GEO Honduras, 2005).

El país se divide administrativamente en 18 departamentos y 298 municipios. En 2005, se estimó una población de 7 197 303 habitantes, 50 % de la cual habita en áreas urbanas. En la capital Tegucigalpa, residen 874 515 personas, que representa el 12 % de la población total del país y el 24 % de la población urbana (Angel y cols., 2004; INE, 2005).

El 42 % de la población es menor de 15 años y la población económicamente activa de 15 a 59 años conforma el 53% del total. En 2004, alrededor de 2 438 955 personas estaban empleadas principalmente en actividades económicas como la agricultura (35 %), el comercio (21 %) y la industria manufacturera (16 %) (GEO Honduras, 2005).

En el período 2000 – 2005, los principales productos tradicionales de exportación fueron el banano y el café, siendo los productos de mayor importancia relativa dentro del comercio del país. Dentro de los productos no tradicionales el camarón cultivado, el oro y los puros o cigarrillos son los que presentaron la mayor ponderación (BCH, 2005a, 2005b).



Fuente: www.lib.utexas.edu/maps/americas/honduras_econ_1983.jpg

De manera general, el país mantiene un patrón de desarrollo especialmente desequilibrado, ya que se mantienen amplias brechas en el crecimiento urbano y económico entre departamentos y entre municipios. El departamento de Francisco Morazán, localizado en la región central, es el de mayor crecimiento urbano y diversificación económica del país, el sector predominante es el terciario, seguido del sector secundario y primario, lo que confirma una orientación moderna de las actividades económicas (comercio, servicios, industrias, transporte). El departamento de Cortés, que se encuentra en la costa norte del país, es el segundo de mayor crecimiento urbano y dinamismo económico en el país, las principales ramas de actividad son la industria manufacturera, el comercio, los servicios sociales y la agricultura. Los departamentos que presentan menor proceso de urbanización se encuentran en la región occidental y oriental del país y se caracterizan por tener una estructura productiva primaria (agricultura) (UNDP, 2003).

IV. Examen de la información científica sobre el plomo y el cadmio

En el presente capítulo se describe la información recopilada y analizada proveniente de diversas fuentes bibliográficas y electrónicas relativas principalmente al plomo, que ha sido el metal pesado más estudiado en los distintos componentes ambientales y fluidos humanos, tanto por las instituciones gubernamentales como académicas del país. Asimismo, se presentan datos puntuales sobre el cadmio, principalmente en aguas para consumo y más recientemente en fluidos humanos.

a) Fuentes naturales y antropogénicas de plomo en el país;

1. Fuentes naturales



El principal yacimiento natural de plomo se encuentra en la región noroccidental de Honduras, en el municipio de Las Vegas, departamento de Santa Bárbara. La zona se caracteriza por poseer un rico yacimiento de galena (PbS), que ha sido explotada desde 1948 por compañías transnacionales. En sus inicios se extraía plata, aunque en la actualidad predomina la extracción de plomo y zinc destinados al mercado internacional (SERNA/CESCCO, 2004). Además, existen

http://www.cepredenac.org/images/6_mapas/mitch/honduras/barbara.gif

otros depósitos mineros metálicos identificados en el país como ser: Quitagana en el municipio del Nispero, departamento de Santa Bárbara, con reservas por el orden de 3 millones de toneladas, San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, La Chacra, municipio de Comayagua, departamento de Comayagua y otros menos estudiados (Cáliz, 2006).

Como derivados de esas zonas mineras y de un proceso de intemperismo, se generan fuentes naturales secundarias que contienen plomo, especialmente en sitios en donde predominan suelos y aguas ácidas. Aunque este fenómeno natural no ha sido bien estudiado en el país, se supone que el agua se encarga de la dispersión ambiental del metal, y por ese medio se puede encontrar en niveles traza en las fuentes de abastecimiento para consumo de las comunidades (Díaz y Tzoc, 2004; Cáliz, 2006).

2. Fuentes antropogénicas

Al igual que otros metales, el plomo en su forma natural tiene poca importancia como fuente de contaminación del ambiente. Al contrario, con el crecimiento de las actividades industriales las fuentes contaminantes del medio con éste y otros metales han aumentado considerablemente. Es frecuente que la contaminación ambiental con plomo sea generada por actividades humanas en la minería y en la industria y por la combustión de vehículos automotores (Corey y Galvão, 1989).

Las principales fuentes antropogénicas que se identifican en el país corresponden a las siguientes actividades:

2.1. Minería

Honduras por sus características geológicas ha sido reconocido como uno de los principales países mineros en América Central, dado que posee una corteza continental bien desarrollada, que contiene una diversidad de minerales como antimonio, hierro, mercurio, oro, plata, plomo y zinc, así como abundantes reservas de minerales no metálicos, como ser calizas, mármoles, yeso, bentonitas, caolín, perlitas, granitos, ópalos, zeolitas (Machado y Cárcamo, 2005; GEO Honduras, 2005).

A través del Proyecto Inventario Minero Nacional y la elaboración del primer mapa metalogénico del país desarrollado entre 1987 y 1992, se realizaron estudios de prospección detallada y de prefactibilidad de los prospectos mineros metálicos San Antonio de Oriente (plata, zinc y plomo), Guasucarán (plata, plomo y zinc), ambos en el departamento de Francisco Morazán y La Chacra (plata, cobre y zinc) en el departamento de Comayagua, así como los prospectos mineros no metálicos Gualme (bentonita) en el departamento de Copán y La Trinidad (mármol) en el departamento de Cortés (GEO Honduras, 2005).

La actividad minera es regulada por la Ley General de Minería (Decreto 292-98), vigente desde el 6 de febrero de 1999. Esta ley fue promulgada con el propósito de atraer inversionistas nacionales y extranjeros al rubro de la minería, y brinda condiciones favorables al inversionista en la etapa de producción, simplificando procedimientos administrativos en el concesionamiento y creando mecanismos de incrementos progresivos de los cánones, lo que desmotiva el acaparamiento y la especulación de zonas mineras (GEO Honduras, 2005).

La promulgación y vigencia de la Ley General de Minería, favoreció que en 1999 veintidós empresas especializadas en el rubro entre canadienses, estadounidenses y europeas iniciaran actividades de exploración en varios puntos del país, triplicando la producción minera metálica de 1999 a 2002. No obstante, a partir de 2000 los grupos ambientalistas comenzaron a cuestionar fuertemente la actividad minera y desmotivaron la inversión en ese rubro, de tal manera, en los últimos cuatro años no se ha generado ningún proyecto minero nuevo, al contrario, la mayoría de las empresas que iniciaron exploraciones en la década pasada, actualmente han abandonado sus proyectos (GEO Honduras, 2005).

Debido a la complicada interrelación de los grupos ambientalistas con los operadores mineros, el gobierno ha conformado una comisión intergubernamental mediadora con los grupos civiles y ambientalistas y las empresas mineras con el objeto de modificar la actual Ley General de Minería o bien crear una nueva ley minera fortalecida en los temas ambientales y de mayor responsabilidad social por parte de las empresas mineras (Machado y Cárcamo, 2005).

La industria minera aporta el 1.66 % del Producto Interno Bruto (PIB) y representa el 3 % de las exportaciones totales del país (INE, 2002; Machado y Cárcamo, 2005). Actualmente, operan en el país diversas industrias mineras metálicas y no metálicas (INE, 2001). Las concesiones mineras abarcan, aproximadamente, el 31 % del territorio nacional (Machado y Cárcamo, 2005). Las grandes industrias que explotan los principales yacimientos de metales son cinco:

1. American Pacific (AMPAC), Mina El Mochito. Las Vegas, Santa Bárbara.
2. Geomaque Explorations, Mina de Vueltas del Río, Macuelizo, Santa Bárbara (en etapa de cierre).
3. Glamis Gold LTD, Entremares, Mina San Martín. San Ignacio, Francisco Morazán.
4. Minerales de Occidente S.A. (MINOSA), Mina San Andrés. Copán.
5. Cerros del Sur, Mina Clavo Rico, El Corpus, Choluteca.

El más importante yacimiento de plomo es explotado por la Mina El Mochito, localizada en el Municipio de Las Vegas, en el Departamento de Santa Bárbara. Esta mina inició operaciones en 1948, y estuvo a cargo de la Rosario Resources Co., hasta 1987, posteriormente, la American Pacific de capital canadiense, adquirió los derechos de la concesión. Vale destacar que es la única mina subterránea del país de ese tipo (Cálix, 2006).

El yacimiento donde se encuentra la mina El Mochito, guarda una reserva estimada en 4.5 millones de toneladas de minerales con valores comerciales de oro, plata, plomo y zinc (Machado y Cárcamo, 2005). Esta mina procesa diariamente 2 000 toneladas de broza. Por cada 100 toneladas de broza se obtiene 11.9 toneladas concentradas de zinc que contienen 52.5 % de Zn, 180 g de plata, 9.8 % de hierro y 150 ppm de cobalto, de este concentrado se producen 6.25 toneladas de zinc. Asimismo, se obtienen 1.9 toneladas concentradas de plomo que contienen 68 % de plomo, 2 500 g de plata y 0.7 % de bismuto, de este concentrado se producen 1.31 toneladas de plomo. Además se generan 86.6 toneladas de colas que contienen 0.5 % de Zn, 0.15 % de plomo, 13 g de plata y +/- 20 % de hierro (SERNA/CESCCO, 2004; y Salatic, 2005).

El informe de la Dirección Ejecutiva de Fomento a la Minería (DEFOMIN, 2006a), concerniente a la producción minera metálica en el país en 2005, señala que las cuatro empresas más grandes que registraron actividad minera, exportaron el 100 % del volumen de producción de oro, plata, zinc y plomo. En este orden, las exportaciones de plomo para ese año alcanzaron las 5,429.14 toneladas, solo superadas por las exportaciones de zinc (Véase cuadros 1.1). En 2004, las exportaciones de plomo alcanzaron el nivel más alto con 8, 820.98 toneladas (Véase Cuadro 1.2). El plomo tiene como destino Canadá, Estados Unidos de Norteamérica y Japón (INE, 2002; BCH, 2005).

Cuadro 1.1. Exportaciones según empresa y tipo de mineral
(por volumen de producción, 2005).

Empresa	Oro (oz)	Plata (oz)	Zinc (ton)	Plomo (ton)
American Pacific		1,043,263.12	26,166.97	5,429.14
Cerros del Sur	1,047.86	140.14		
MINOSA	60,454.37	16,884.49		
Minerales Entre Mares	78,286.91	26,356.83		
Total	139,789.14	1,086,644.58	26,166.97	5,429.14

Fuente: DEFOMIN, 2006a.

Cuadro 1.2. Exportaciones FOB plomo 2000 – 2005
(por volumen de producción).

Empresa	Plomo (ton)					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
American Pacific	3,768.15	6,845.64	2,376.25	6,324.59	8,820.98	5,429.14

Fuente: DEFOMIN, 2006a.

Por otra parte, datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2002), indican que durante el período de 1995 a 2001, las exportaciones de plomo, expresadas en millones de dólares, mostraron variaciones significativas en algunos años. Para el caso 1995, fue el año que reportó menor ingreso por exportación de este producto y en cambio 1997 se presenta con un balance positivo (Véase cuadro 1.3 y gráfico 1). Asimismo, al analizar el volumen de exportación para el mismo período, se observan marcadas variaciones entre los años. El valor de las exportaciones de plomo depende de los precios en el mercado internacional (Véase cuadro 1.4 y gráfico 2).

Cuadro 1.3. Exportaciones de plomo y zinc. 1995- 2001.
Valor en millones de US \$.

Años	Plomo		Zinc	
	US\$	Variación %	US\$	Variación %
1995	1.8		27.1	
1996	2.7	50.0	25.7	-5.2
1997	4.6	70.4	53.8	109.3
1998	3.2	-30.4	36.3	-32.5
1999	3.7	15.7	50.2	38.5
2000	2.6	-29.8	48.2	-3.9
2001 /p	2.1	-19.2	33.7	-30.1

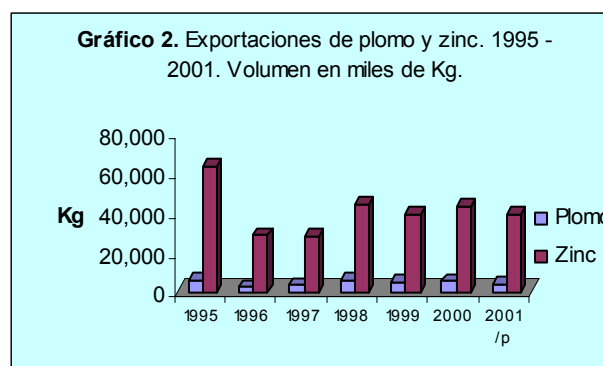
Fuente: Instituto Nacional de Estadística en base a ajustes del Banco Central de Honduras.



Cuadro 1.4. Exportación de plomo y zinc. 1995 – 2001.
Volumen en miles de Kg.

Años	Plomo		Zinc	
	Kg	Variación %	Kg	Variación %
1995	5,774		63,160	
1996	2,619	-54.6	28,649	-54.6
1997	3,367	28.6	27,915	-2.6
1998	6,179	83.5	43,804	56.9
1999	4,701	-23.5	38,854	-11.3
2000	5,640	19.9	42,994	10.7
2001 /p	3,767	-33.2	38,940	-9.4

Fuente: Instituto Nacional de Estadística en base a ajustes del Banco Central de Honduras.
p/ preliminar



De acuerdo a datos del Banco Central de Honduras (BCH, 2005a, 2005b), el plomo está considerado dentro los principales productos tradicionales de exportación y ha registrado valores de exportación ascendentes a partir de 2003, como resultado de la mejora experimentada en los volúmenes vendidos al exterior. En general, la tendencia reciente de los precios en el mercado internacional de este producto ha sido favorable. En 2004 representó el 0.4 % del total de exportaciones (Véase cuadro 1.5).

Cuadro 1.5. Exportaciones de plomo. 2000 – 2005.
(Valor en millones de US \$, volumen en libras y precio en US \$).

PLOMO	2000	2001	2002	2003 p/	2004 p/	2005 p/
Valor	3.3	3.3	2.5	3.4	6.9	6.9
Vol. Libras	10,835.0	15,092.0	15,493.8	15,502.5	19,446.9	18,319.8
Precio	0.30	0.22	0.16	0.22	0.35	0.38
% Del total de exportaciones	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4	

Fuente: BCH, 2005a y 2005b
p/ preliminar

Un trabajo publicado en 1996, para evaluar el problema de la exposición al plomo en América Latina y El Caribe, cita los volúmenes de producción, exportación e importación de plomo en Honduras en diferentes años. Aunque los datos no son sistemáticos ni muestran tendencias en esos indicadores, sirven de antecedente para conocer la situación del plomo en el país en los años de referencia (Véase cuadro 1.5) (Howson y cols., 1996; Romieu y cols., 1996 y 1997).

Cuadro 1.6. Producción, exportación e importación de plomo en Honduras.
(Miles toneladas/año)

Año	Producción	Exportación	Importación
1984	-	18.1	-
1985	21.2	-	0.45
1988	11.2	-	-
1992	0.8	-	-
1994	-	0.25	0.45

Fuente: Romieu y cols., 1996.

2.2. Industria

En 2001, Honduras registró 110 832 establecimientos de diversos giros económicos y constituciones jurídicas. En ese orden, la industria manufacturera esta conformada por 15 502 establecimientos que corresponde al 14% de las ramas de actividad (INE, 2001). No obstante, la importancia del sector productivo del país, una de las limitantes en la información recopilada, es que la clasificación utilizada por el INE, no permite identificar y seleccionar las actividades en donde se produce, exporta o importa plomo.

Estudios puntuales desarrollados por el CESCCO, han identificado algunas industrias que según su rama o tipo de actividad pueden considerarse fuentes puntuales o potenciales de plomo. A continuación se listan las fuentes más relevantes:

1. Fábricas de baterías plomo – ácido para automóviles: es la más importante fuente de plomo en el país. Hasta el 2004, en el área urbana de la ciudad de Tegucigalpa, operaban cuatro industrias fundidoras de plomo. Por presiones legales, laborales, ambientales y sociales, la totalidad cerró operaciones y algunas de ellas cambiaron de giro productivo (SERNA/CESCCO, 1999; Padilla, 2001). La percepción y sensibilización de la comunidad con respecto a este tipo de industria ha cambiado en los últimos cinco años y de igual manera las autoridades nacionales y locales, son más exigentes en los requisitos ambientales que debe cumplir este rubro para iniciar operaciones (SERNA, 1994, 2002).

2. Talleres de reconstrucción y reacondicionamiento de baterías para automóviles: son una fuente importante de plomo en el país, especialmente en las grandes ciudades. En la ciudad de Tegucigalpa, se identifican unos 27 establecimientos de este tipo. Estos talleres recuperan y reciclan el plomo de las baterías usadas para reacondicionar o reconstruir baterías nuevas. El 100 % de estos establecimientos operan en condiciones ambientales y laborales inadecuadas. Generan residuos compuestos por rejillas contaminadas con plomo, escorias de plomo, cenizas con plomo y cajas de baterías (Padilla y Zamora, 2004a, 2004b; Banegas y Zamora, 2005).

En la mayoría de las ciudades del país se encuentra este tipo de establecimientos, sin embargo, exceptuando la ciudad de Tegucigalpa, hasta ahora no se han desarrollado inventarios para conocer la situación nacional de este rubro.

3. Fábricas de anzuelos de plomo para la pesca: existen dos fábricas de este tipo en el país. En el proceso de producción utilizan volúmenes importantes de plomo (fundición y procesamiento) que lo obtienen de proveedores nacionales. El 100 % de la producción se exporta (SERNA/CESCCO, 2003; Padilla y Zamora, 2004a).
4. Talleres de reparación de automóviles: este es un sector extendido en todo el país. Utilizan plomo en la reparación de partes mecánicas. En la actualidad se desconoce la magnitud de este rubro (Romieu y cols., 1996 y 1997).
5. Talleres de soldadura: este tipo de establecimientos son frecuentes en las principales ciudades. Utilizan plomo de materia prima. También se desconoce la magnitud de este rubro (Romieu y cols., 1996 y 1997).
6. Imprenta: tradicionalmente esta actividad ha utilizado plomo, pero, es uno de rubros menos estudiados en el país (Romieu y cols., 1996 y 1997).
7. Industria trefiladora: existe una industria de este tipo en el país. A partir del alambre trefilado se producen clavos, malla ciclón, púas, alambre galvanizado y varillas, anualmente consume 160 toneladas métricas de plomo en lingotes al 99.99 % (SERNA/CESCCO, 1997, 2002).
8. Fábricas de pinturas: se desconoce si aún existe en el país fábricas que utilicen pinturas a base de plomo y el número de viviendas u otro tipo de edificaciones que puedan contener residuos de este metal (Howson y cols., 1996; Romieu y cols., 1996 y 1997).
9. Plantas térmicas: según un informe publicado por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), en 2005, el 63 % de la capacidad instalada de generación de energía eléctrica provenía de plantas térmicas, contra un 52 % de 2004. En total el país cuenta con 17 plantas térmicas (4 estatales y 13 privadas), que operan principalmente con motores diesel de media velocidad, seguido por turbinas a gas y turbinas a vapor.

De acuerdo a los datos presentados, es evidente que la mayor parte de la demanda de electricidad es cubierta a través de la generación térmica, esto ha generado mayor consumo de combustibles fósiles y por lo tanto un incremento en las emisiones contaminantes a la atmósfera (ENEE, 2005; GEO Honduras, 2005).

10. Industria Cementera: En el país operan 3 plantas cementeras, que utilizan miles de toneladas anuales de carbón mineral o petcoke como combustible (UNEP, 2004).
11. Tiraderos o botaderos de basura a cielo abierto: debido a que no existe una política nacional para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos sólidos y peligrosos, estos normalmente se disponen en tiraderos a cielo abierto. Para citar, en las dos ciudades más grandes y pobladas del país, Tegucigalpa (un millón de habitantes) y San Pedro Sula (medio millón de habitantes), los residuos sólidos residenciales son mezclados con los industriales peligrosos, en las etapas de recolección, transporte y disposición final, por lo que estos sitios son fuentes de plomo y de otros agentes químicos peligrosos (experco, 2003; GEO Honduras, 2005; Oakley, 2005).
12. Otras: los diversos sectores industriales, comerciales, servicios y domésticos del país, de un modo u otro tienen relación con agentes derivados del plomo, ya sea como materia prima, productos terminados o residuos (OIT/IPEC, 2004a, 2004b; Oakley, 2005a, 2005b).

b) Transporte a larga distancia en el medio ambiente, origen, vías, deposición, transformación y biocumulación del plomo y el cadmio.

Si bien es cierto no se identificaron estudios o publicaciones nacionales que evaluaran directamente el transporte a larga distancia en el medio ambiente de los metales propuestos, se encontraron algunas investigaciones puntuales que orientan de manera indirecta sobre el transporte local, origen, vías, deposición y bioacumulación, especialmente en lo relativo al plomo y en menor medida del cadmio.



<http://www.hotellasglorias.com/images/mapapq.gif>

En esta perspectiva, la mayor parte de los estudios han sido enfocados al estudio y evaluación de la contaminación del Lago de Yojoa, la mayor reserva de agua dulce de Honduras, localizado en el centro occidente de Honduras y con un área de 89 Km²., en cuyo margen se encuentra una de las minas más grandes e importantes del país, que explota desde 1948 un yacimiento de plata, plomo (galena o sulfuro de plomo) y zinc (espharelita o sulfuro de zinc), los cuales han relacionado las descargas industriales de la mina localizada en el costado noroeste del lago con las elevadas concentraciones de metales pesados en los sedimentos de ese reservorio natural (De Vevey y cols., 1990 y 1993).

Un estudio publicado en 1983, reportó contaminación por plomo, zinc y cadmio en el ecosistema acuático, con valores extremos en la desembocadura de la quebrada Raíces, que pasa por el distrito minero (Castañeda, 1983). Asimismo, en 1986, se encontró contaminación por cobre, plomo, zinc, plata y oro en los sedimentos, agua y peces en la desembocadura de la quebrada Raíces (Aguilar, 1986).

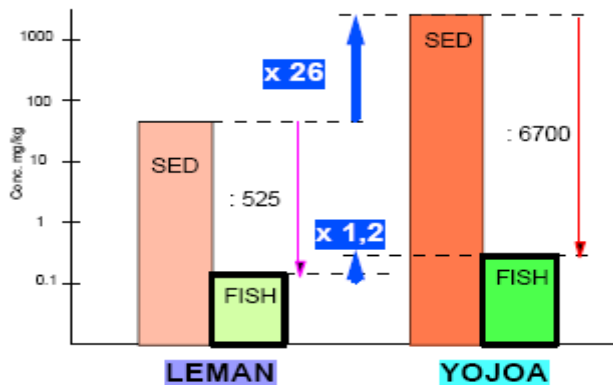
Un hecho importante de destacar es que entre 1969 y 1976, se reportaron 5 eventos de mortandad de peces en el Lago de Yojoa, cifra que ubica al sitio como el de mayor incidencia de estos eventos en el país (Mérida, 2004). Aunque se desconocen las causas o factores que condicionaron la mortandad, se supone que uno de los principales factores de riesgo lo constituye la contaminación por metales pesados. Por autopsias practicadas a peces del Lago de Yojoa, se determinó que la causa de muerte era la intoxicación aguda por metales pesados que se bioacumulaban en el pez (Figueroa, 1976). Es necesario destacar que no se encontraron publicaciones adicionales sobre este hallazgo.



<http://www.infohn.com/lago/>

En 1989, un extenso trabajo realizado para evaluar la concentración y biodisponibilidad de metales pesados en sedimentos y peces del Lago, encontró que en 12 muestras de sedimentos de distintos sitios y profundidades del lago, sometidas a extracción con agua mineral y nitrato de sodio (NaNO_3), que fueron analizadas por espectrometría de Absorción Atómica (EAA) con llama, los rangos de concentración de plomo variaron entre 42 y 4 495 mg/kg y los de cadmio de 0.2 a 28.5 mg/kg. Una comparación de estos valores con los obtenidos en el Lago Lemán, Suiza, es presentada en la figura 1. Adicionalmente, las concentraciones promedio de plomo y cadmio, expresadas en mg/kg de peso fresco, en la parte comestible del black bass (*micropterus salmoides*) adulto en el Lago de Yojoa, fueron similares en 9 muestras de hembras 0.298 mg/kg (DE \pm 0.060) y 0.065 mg/kg (DE \pm 0.051), respectivamente y en machos 0.296 (DE \pm 0.163) y 0.068 mg/kg (DE \pm 0.038). El estudio concluyó que los niveles de metales pesados en peces fueron significativamente altos, pero no reflejaban la alta concentración de metales detectados en los sedimentos mediante análisis químico (De Vevey y cols., 1990, 1993).

Figura 1. Bioconcentración de plomo en el Lago Lemán, Suiza (1978) y el Lago de Yojoa, Honduras (1991).



Fuente: Tarradellas, 2004.

Para evaluar aspectos de biodisponibilidad de estos metales, se efectuaron ensayos de toxicidad con el kit MetPAD. De un total de doce bioensayos, únicamente dos presentaron toxicidad, uno para el extracto de H₂O y otro para el extracto de NaNO₃ que tenía una de las más altas cargas de metal pesado. Estos datos demostraron que en la mayor parte de las muestras ensayadas los metales pesados no estaban biodisponibles, y poco de ellos podría ser liberado hacia la columna de agua (De Vevey y cols., 1990,1993).

Asimismo, en 1990, se analizaron 25 muestras de tejidos de dos especies de pescado del Lago de Yojoa; *Micropterus salmoides* (Black Bass) y *Tilapia s.p* (Tilapia), con el propósito de determinar las concentraciones de plomo y cobre, mediante EAA con llama. La concentración promedio de plomo fue de 0.59 mg/kg y 0.42 mg/kg en filete de Black Bass y Tilapia, respectivamente (T student P<0.05). Al comparar la concentración de plomo con los reportados por De Vevey en 1989, se observó un incremento de 0.291 mg/kg en el filete del Black Bass. De acuerdo a los autores de este trabajo, las concentraciones de plomo y cobre detectadas en ambas especies de pescado no representaban al momento del estudio un riesgo para la salud de la población, solo que el consumo de pescado fuese excesivo y que los metales sedimentados en el fondo del Lago fuesen movilizados (Ramos y cols.,1994,1995a).

Por otra parte, en 1991, un estudio reportó altas concentraciones de metales pesados (plomo, cadmio, zinc y cobre) en 8 muestras de plantas de Lirio Acuático (*Eichhornia crassipes*) de este mismo lago, las que fueron analizadas mediante el método de EAA. Las concentraciones promedio en la planta total fueron de 94.5 mg/kg de plomo, 153 mg/kg de cobre, 5.4 mg/kg de cadmio y 488.7 mg/kg de zinc. A partir de este trabajo se concluyó que el Lirio Acuático podría funcionar como un indicador biológico para la vigilancia de aguas contaminadas, dada su capacidad de absorción y concentración de metales pesados (Lozano y Padilla, 1991).

Una publicación sobre la concentración de metales pesados (cobre, hierro, plomo y zinc), en muestras de agua y sedimentos de un pozo de sedimentación de colas de mina y de un afluente del Lago de Yojoa, analizadas por EAA por técnica de llama, en las que también se realizaron pruebas ecotoxicológicas con los organismos; *Daphnia magna*, *Hydra attenuata* y *Selenastrum capricornutum*, señala que de un total de 30 muestras de agua analizadas, en ninguna se detectó plomo, en tanto que las concentraciones de metales en 8 muestras de sedimentos resultaron altas, con valores de plomo que fluctuaron entre 425 y 3 771 mg/kg, cobre 32 – 500 mg/kg, zinc 607 – 4 720 y hierro 1 451 – 29 800 mg/kg. Por su parte, el bioensayo de 24 horas (agudo) con *Daphnia magna* indicó un efecto de inmovilización (EC₅₀ – 24 h) entre 8.7 y 12.2 % del efluente Pozo Azul. La toxicidad en las 7 semanas siguientes fue ligeramente más baja entre 14.7 y 14.9%. Cuando el efluente es mezclado con el agua del río, a unos 25 metros, no se reportó toxicidad aguda. En los extractos acuosos de los sedimentos no se encontró toxicidad después de 48 horas. La toxicidad crónica fue entre 1 – 10 %, la EC₅₀ – 24 h de 10 % y la de 48 h e 6.54 % y para el período de 5 a 19 días de 3.19 %. Por otra parte, la Hidra *attenuata* fue el organismo más sensible al efluente, aunque con variaciones en los valores de 24, 48 y 96 horas. Los autores de este estudio concluyeron que las altas concentraciones de metales pesados en los sedimentos representan una fuente potencial de contaminación de las aguas superficiales y que las pruebas ecotoxicológicas constituyen una herramienta de utilidad en la evaluación de los impactos ambientales sobre el sistema acuático derivados de las actividades mineras (Gächter y cols., 2004).

Un trabajo publicado recientemente, determinó las concentraciones de plomo y cadmio en muestras de agua de diversos puntos y a diferentes profundidades del Lago de Yojoa. En los estratos superficiales (0 a 10 metros), las concentraciones de plomo fueron inferiores a 0.02 mg/l. A partir de los 15 metros de profundidad se observó un aumento significativo en las concentraciones de plomo con valores de 0.01 a 0.8 mg/l. Adicionalmente, a esa misma profundidad las concentraciones de cadmio fueron de 0.006 a 0.03 mg/l. Los niveles de plomo superaron en algunos puntos el valor máximo admisible de 0.01 mg/l, recomendados en la Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable (Acuerdo No.084). Por su parte, el cadmio cuyo valor máximo admisible de acuerdo a esa norma es 0.003 mg/l, fue superado en dos puntos con 0.02 mg/l (13 metros) y 0.03 mg/l (16 metros) (Sandoval, 2005). Cabe señalar que en este estudio no se contempló el análisis de sedimentos y peces, lo cual hubiese permitido establecer con mejor criterio las condiciones del lago en lo que a contaminación poli metálica se refiere. Esto sería una perspectiva interesante a desarrollar en un plan de vigilancia ambiental en este sistema acuático.

En conclusión, las investigaciones efectuadas en el lago son consistentes al evidenciar una contaminación poli metálica, particularmente, por plomo en los sedimentos de este lago y, revelando que una de las principales fuentes de contaminación ha sido la actividad minera en ese sector. Asimismo, los factores topográficos y meteorológicos propios de la zona, así como la naturaleza físico-química de los metales, pueden ejercer alguna influencia en los procesos de liberación, dispersión, acumulación, degradación o transporte de esos agentes en los diferentes compartimentos.

c) Fuentes de liberación de plomo y cadmio al medio ambiente y pautas actuales de producción y utilización en el país.

A partir de los datos científicos, técnicos y anecdóticos disponibles en el país, fue posible identificar una gran variedad de fuentes de liberación de plomo al medio ambiente, así como conocer pautas de producción y tendencias con datos confiables y sistemáticos generados por organismos nacionales especializados, como los referidos en la sección III a) y relativos al sector de la minería.

A parte de la minería, la información disponible en otros sectores, presenta una serie de limitaciones y deficiencias, dada su escasa sistematicidad e integración, así como su amplia dispersión, lo que dificulta estimar las fuentes y pautas de producción y utilización de plomo y cadmio en el país.

No obstante, las fortalezas y debilidades de los datos generados y disponibles en el país, se elaboró una lista preliminar de las que podrían ser las principales de fuentes de liberación de plomo en el país, la que además contiene datos aislados y no oficiales sobre pautas de producción y utilización del plomo en algunas actividades de diversa escala relacionadas con este metal, descritas a continuación:

En términos generales, se aprecia que en el país existe una diversidad de fuentes de liberación de plomo al aire, agua y suelo. La mayor parte ellas no identificadas, estudiadas o caracterizadas. Es importante destacar que el sector minero, se presenta como el mejor caracterizado, en lo que respecta a las pautas actuales de producción primaria de plomo. Por su parte, las pautas de producción secundaria de plomo que corresponden a actividades de reutilización y reciclaje de plomo presentan un gran vacío de información. Esto puede obedecer a la informalidad en que

operan estos sectores y al escaso registro y control gubernamental de estas actividades (Véase cuadro 1.7).

Cuadro 1.7. Fuentes de liberación de plomo y cadmio al medio ambiente y pautas actuales de producción y utilización en el país.

n	Fuentes de liberación	Pautas de producción	Pautas de utilización
1	Minería	5 429 toneladas en 2005	Exportación
2	Fábricas de baterías ácido plomo para automóviles	Se desconoce	Se desconoce
3	Talleres de reconstrucción y reacondicionamiento de baterías	Se desconoce	Se desconoce
4	Fundidoras y recicladoras de baterías ácido plomo usadas.	Se desconoce	Se desconoce
5	Fábricas de anzuelos de plomo para la pesca	Se desconoce	Exportación
6	Talleres de reparación y mantenimiento de automóviles	Se desconoce	Se desconoce
7	Talleres de soldadura	Se desconoce	Se desconoce
8	Imprentas	Se desconoce	Se desconoce
9	Industria trefiladora	Se desconoce	160 toneladas métricas anuales de plomo en lingotes al 99.99 %
10	Plantas térmicas	Se desconoce	Se desconoce
11	Industria cementera	Se desconoce	Se desconoce
12	Tiraderos o basureros a cielo abierto	Se estima que en el país se generan unas 3 239 ton/día de residuos sólidos. Se desconoce el volumen de residuos sólidos peligrosos que conforman ese volumen total. Únicamente, 11 municipalidades (3,69 %) de un total de 298 cuentan con rellenos sanitarios. Normalmente, los residuos sólidos y peligrosos son mezclados y dispuestos ya sea en rellenos sanitarios o en tiraderos a cielo abierto sin ningún tipo de control, convirtiéndose estos sitios en fuentes de liberación de plomo al aire, agua y suelo (GEO Honduras, 2005; Oakley, 2005).	
13	Fabricación de municiones	Se desconoce	Se desconoce
14	Otras fuentes	Se desconoce	Se desconoce

A parte de la información recopilada por Romieu y cols., en 1996, no se encontró información actualizada sobre las pautas de importación de plomo, aunque es probable que la misma se encuentre registrada en las partidas arancelarias de la Dirección Ejecutiva de Ingresos (DEI), por lo tanto la generación de este indicador requerirá un análisis más detallado y exhaustivo a futuro.

A continuación se presenta un ejemplo sobre la situación de una de las principales fuentes de liberación de plomo al ambiente y pautas actuales de producción y utilización, que corresponde a la gestión de las baterías ácido plomo usadas en el país:

i. Gestión de las baterías ácido plomo usadas en Honduras.

Las baterías ácido – plomo son una de las principales corrientes de residuos peligrosos en Honduras, debido a su uso masivo en las actividades de los sectores agroindustriales, servicios, comerciales y domésticos del país (Padilla y Zamora, 2004a). A pesar del gran consumo e importancia que representan en la economía nacional y local, tradicionalmente, el sistema de gestión se ha caracterizado por ser ambientalmente inadecuado (Padilla y Zamora, 2002b; Banegas y Zamora, 2005). Son varios los factores determinantes de esta situación, entre los cuales se pueden mencionar; la falta de una política de manejo integral de residuos peligrosos, evidenciado en la carencia de leyes, reglamentos y normas específicas, ausencia de incentivos económicos para incorporar tecnologías limpias y menos contaminantes, escasa conciencia y responsabilidad del sector productivo a lo largo del ciclo de vida de los productos y residuos y falta de información y divulgación a la población de los peligros y riesgos que conllevan para la salud y el ambiente, a esto se suma la inoperancia de los gobiernos nacionales y locales en la definición de estrategias sistemáticas y visionarias de prevención y control de la contaminación (Sbert, 2004; GEO Honduras, 2005).

ii. Antecedentes

Diversos estudios realizados en el país orientados a evaluar problemas puntuales de contaminación ambiental por metales pesados, indican que el plomo es uno de los principales agentes relacionados con la contaminación del suelo en aquellos sitios en donde se han desarrollado o desarrollan actividades industriales formales o informales, aumentando el riesgo de exposición en la población general y laboral a ese agente químico peligroso (SERNA/CESCCO, 1999; Padilla, 2001, 2002a; Experco, 2003; Padilla y Zamora, 2002b, 2004a).

Si bien es cierto, los estudios efectuados no han sido sistemáticos, ni representativos de la situación del país, al menos han servido de guía para identificar y evaluar peligros y riesgos potenciales de índole ambiental y de salud en el ámbito local, como en la Municipalidad del Distrito Central, donde se encuentra la ciudad de Tegucigalpa, capital política de Honduras, con una población estimada en 874 515 habitantes, que representa el 12 % de la población total del país estimada en 7 197 303 habitantes y despliega un significativo intercambio de bienes y servicios, así como una incipiente actividad industrial (Angel y cols., 2004; INE, 2005).

El crecimiento paulatino y sostenido del Distrito Central, ha generado presiones ambientales, sociales, económicas y políticas, que no siempre han sido enfrentadas con acciones o respuestas acordes a la magnitud del desafío. Un ejemplo de esto, se puede referir a la gestión ambiental municipal, cuya característica fundamental es su escaso nivel de desarrollo para prevenir y controlar los crecientes problemas de contaminación ambiental generados por los diversos sectores económicos y domésticos establecidos en el límite del Distrito (Angel y cols., 2004).

En este contexto, una de las principales fuentes de contaminación ambiental en el Distrito Central, es el rubro de las fábricas y talleres de baterías, el cual ha sido caracterizado por el Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), mediante una serie de estudios de carácter ambiental y de exposición de la población realizados en diferentes períodos (descritos en varias secciones).

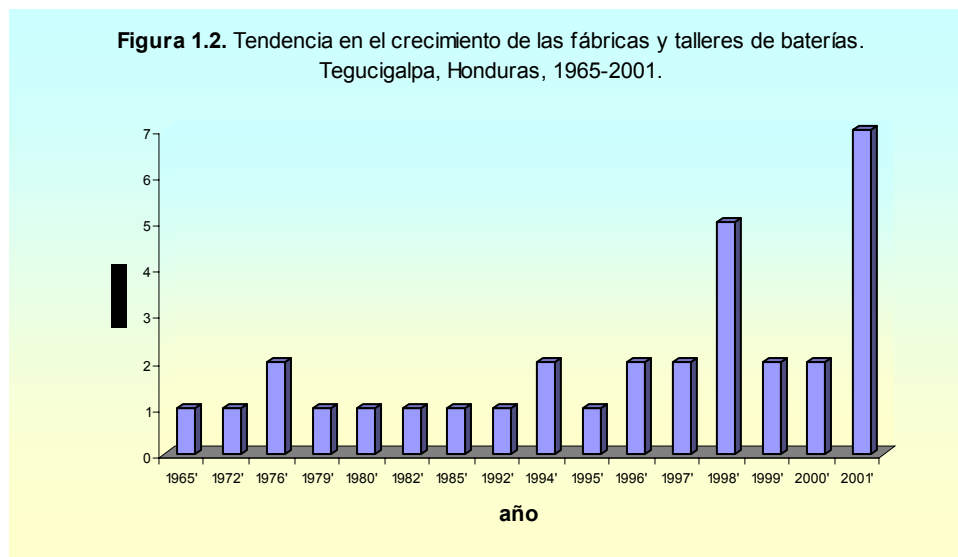
Ante la evidencia de contaminación ambiental generada por este rubro y la exposición de la población laboral al plomo, a finales de 2002, se efectuó un inventario preliminar para identificar las fábricas y talleres de baterías que operan en el Distrito Central (Tegucigalpa), con el propósito de evaluar las prácticas de gestión ambiental y formular estrategias para el control y manejo adecuado de las baterías plomo ácido. Mediante ese inventario, se identificó y evaluó un total de 32 establecimientos, agrupados en 3 fábricas, 8 distribuidoras de baterías nuevas, 9 talleres de reconstrucción y 12 talleres de reacondicionamiento (Padilla y Zamora, 2002b, 2004a; SBC, 2002).

iii. Situación actual en cuanto a volumen generado.

Según datos de la Dirección Ejecutiva de Ingresos (DEI), en 2001 había 486 464 vehículos en el país, cifra que para el 2004 alcanzó los 587 479. Esto representó en un período de 4 años un incremento en el parque vehicular de 17.2 %. Es importante indicar que, aproximadamente, el 35 % (206 871 vehículos) se concentra en el Distrito Central (DEI, 2005).

La vida útil estimada de una batería ácido plomo para el clima tropical es de, aproximadamente, dos años, valor que sirve de referencia para proyectar el volumen anual de residuos que se estaría generando en el país (Araya, 2002; Martínez y cols., 2005a, 2005b).

A partir de esa información, se puede considerar que el principal sector generador de baterías ácido - plomo a nivel nacional y local, es el transporte, con la salvedad de que no se dispone de información adicional con respecto a otros usos de las baterías (doméstico, industrial, comercial, etc), ni con estadísticas oficiales de la Secretaría de Industria y Comercio, sobre el volumen de baterías que se importan, exportan o que se reciclan a través de la fundición del plomo en el país. No obstante, en los últimos años y asociado al aumento del parque vehicular, se ha observado un aumento en los comercios que distribuyen baterías nuevas importadas de distintos países. Esto se sustenta con los resultados del inventario efectuado en 2002, donde se encontró que el rubro de las distribuidoras, fábricas y talleres de baterías ha experimentado un crecimiento sostenido desde 1965 (Véase figura 1.2) (Padilla y Zamora, 2002b, 2004a).



Fuente: Padilla y Zamora, 2002b.

iv. Prácticas de gestión.

Cada año en el Distrito Central se consumen y cambian miles de baterías ácido plomo. Este consumo masivo ha derivado en que las prácticas de gestión estén influenciadas directamente por la ley de la oferta y la demanda y por lo tanto, orientadas a considerar, únicamente, el factor económico en la gestión, relegando a un segundo plano los aspectos sociales y ambientales.

Una de las características relevantes en las prácticas de gestión, es que en el Distrito Central, no existe un sistema de gestión ambientalmente adecuado de las baterías ácido plomo. Esto condiciona que la gestión esté directamente a cargo del sector formal e informal y en cierta medida de los consumidores, quienes deciden el destino final que deben dar a la batería usada (Padilla y Zamora, 2002b, 2004a; Banegas y Zamora, 2005).

Los recolectores de chatarra, quienes forman parte del sector informal juegan un papel importante, dado que se encargan de la recuperación y reciclaje de las baterías y establecen cadenas de comercialización con el sector formal, con fundidores de plomo, reconstructores y reacondicionadores de baterías. Por su parte, el sector formal representado por los importadores, fabricantes, distribuidores y vendedores, compran las baterías usadas al sector informal y a la vez promueven la recuperación de baterías mediante el ofrecimiento de incentivos económicos a los consumidores. El principal incentivo es el descuento en la compra de la batería nueva si el consumidor devuelve la usada (SBC, 2002).

Un volumen importante de baterías ácido plomo usadas son exportadas a la vecina República de El Salvador, específicamente a la fábrica de Baterías de El Salvador, donde opera una planta recicladora que recupera el plomo de las baterías usadas para ser transformado en materia prima para fabricar baterías nuevas. Aunque no son estadísticas oficiales, se estima que unas 17 000 baterías son exportadas mensualmente hacia El Salvador, por empresas nacionales que se dedican exclusivamente a recolectar baterías usadas, contando para ello con sitios de acopio en los mismos comercios donde se distribuyen y venden baterías nuevas (SBC, 2002; Baterías de El Salvador, 2004).

Aunque el sistema de recolección de baterías ácido plomo no ha sido establecido de manera oficial, un flujo significativo de baterías son recolectadas por los sectores económicos informales y formales del Distrito Central, no obstante, es necesario mencionar, que un flujo aún no estimado de baterías y los subproductos del desarme de estas, son dispuestas en solares baldíos, enterradas, recolectadas por el tren de aseo y depositadas en los vertederos de basura, etc. (Padilla y Zamora, 2002b, 2004a, Banegas y Zamora, 2005).

En términos generales, se aprecia que el sistema de gestión actual está escasamente organizado y sometido a controles ambientales y de seguridad laboral en las diferentes etapas. Esto se traduce en un sistema de gestión ambientalmente inadecuada de las baterías ácido plomo (SBC, 2002, Padilla y Zamora, 2002b, 2004a).

v. La problemática asociada.

Según los estudios realizados, queda evidenciado que la problemática asociada deriva de las prácticas de manejo inadecuadas en las distintas etapas de producción, comercialización, almacenamiento, transporte, reciclaje, y disposición de las baterías ácido plomo usadas.

Entre los impactos ambientales se identifica la contaminación de suelos por plomo, principalmente en zonas industriales y peri-industriales, así como de los vertederos de basura, contaminación de cuerpos de agua por descargas de ácido sulfúrico sin tratamiento previo, contaminación del aire al interior y exterior de los recintos industriales y fundidores informales de plomo, exposición de la población laboral a elevadas concentraciones de plomo cuyo riesgo de intoxicación aguda o crónica es mayor que en la población general, y finalmente, exposición de la población que habita en las cercanías de fuentes contaminantes y la que realiza recuperación de materiales en el vertedero de basura del Distrito Central (Padilla y Zamora, 2002b, 2004a; Experco, 2003, El Heraldito, 2004; OIT/IPEC, 2004a, 2004b; Oakley, 2005).

vi. El marco legal existente.

Un análisis somero de los instrumentos jurídicos que regulan directamente o indirectamente el manejo de los residuos sólidos y peligrosos en Honduras, señala que existen \pm 27 instrumentos, la mayor parte de comando y control. No existe una política nacional para el manejo integral, lo que explica la falta de integración de los instrumentos. Firma y ratificación de Convenios Internacionales sin el debido diagnóstico situacional del país. Predominio de Leyes y Reglamentos Generales con serias deficiencias y vacíos técnicos, reglamentos específicos escasos. Ausencia absoluta de normas nacionales para el Manejo de los residuos sólidos y peligrosos (GEO Honduras, 2005).

En este panorama, los principales instrumentos vinculantes con la gestión de los residuos peligrosos son:

- a) Constitución de la República de Honduras (Decreto 131) del 11 de enero de 1982. Capítulo VII de la salud. Artículo 146. Corresponde al estado por medio de sus dependencias y de los organismos constituidos de conformidad con la ley, la regulación, supervisión y control de los productos alimenticios, químicos, farmacéuticos y biológicos.
- b) Código de Salud (Decreto 65–91). Título V de las sustancias peligrosas.
- c) Código del Trabajo (Decreto 189). Título V de la protección a los trabajadores durante el ejercicio del trabajo. Capítulo I. higiene y seguridad en el trabajo.
- d) Código Penal (Decreto 59 – 97). Nuevos delitos ambientales (decreto no. 323 – 98 del 18 de diciembre de 1998).
- e) Ley General del Ambiente (Decreto 104 – 93). Título IV de los elementos ambientales distintos a los recursos naturales. Capítulo I de los residuos sólidos y orgánicos.
- f) Ley de Municipalidades (Decreto 134 – 90). Título III de los municipios. Capítulo único de la autonomía municipal.

- g) Reglamento General de la Ley del Ambiente (Acuerdo 109 – 93). Título I de las disposiciones generales. Capítulo II de los principios generales.
- h) Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA) del 5 de marzo de 1994.
- i) Reglamento General de la Ley de Municipalidades (Acuerdo 018 – 93).
- j) Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales. Acuerdo Ejecutivo No. STSS – 053 – 04 del 19 de octubre de 2004.
- k) Reglamento General de Salud Ambiental (Acuerdo 94 –97). Capítulo XI de las sustancias peligrosas.
- l) Reglamento para el Manejo de Residuos Sólidos (Acuerdo 378 – 2001). Capítulo V del manejo de los residuos especiales.
- m) Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Sólidos Peligrosos y su Eliminación (Decreto 31 – 95).
- j) Convenio de Róterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a ciertos Plaguicidas de Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional (en proceso de ratificación).
- k) Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (en proceso de ratificación).

vii. Medidas necesarias.

Es necesario desarrollar y proponer estrategias que motiven el manejo ambientalmente adecuado de las baterías ácido plomo usadas, en todos los sectores involucrados y responsables de la gestión, entre los que se identifican: el sector gubernamental, la sociedad civil, el sector productivo, los organismos no gubernamentales, los sindicatos, los organismos académicos y científicos, etc.

d) Evaluaciones actuales de la exposición al plomo y al cadmio y del riesgo para la salud humana y el medio ambiente en el país.

En esta sección se presentan los principales resultados de diversas investigaciones y trabajos puntuales desarrollados en distintos componentes ambientales entre las que se encuentran los alimentos, agua, aire, suelo y otros, cuyo propósito ha sido evaluar la exposición y el riesgo para la salud humana y el ambiente del plomo y cadmio. De igual modo, se presentan trabajos específicos y pioneros en el país, que muestran el grado de exposición a plomo que experimenta o ha experimentado la población laboral y general que reside principalmente en la ciudad de Tegucigalpa y de algunos sectores del país, permitiendo identificar las principales fuentes de exposición y las poblaciones más vulnerables y de mayor riesgo.

i. Plomo en alimentos

En 1990, se determinó la concentración de plomo en 35 muestras de productos alimenticios enlatados nacionales e importados, analizadas por EAA de llama. En cuatro muestras de pasta de tomate producida en el país y almacenada en envases metálicos sellados con soldadura de plomo, la concentración promedio de plomo fue 5.95 mg/kg (peso fresco) con un rango 1.62 – 14.83, mientras que en siete muestras de néctares almacenados en el mismo tipo de envase, el promedio fue 0.48 mg/kg con un rango 0.13 – 1.52 mg/kg. De manera similar, en muestras de seis productos enlatados importados y sellados con soldadura eléctrica el promedio de plomo fue 0.55 mg/kg con rango 0.42 – 0.87 mg/kg. En lo relativo a muestras de cuatro productos enlatados y sellados con soldadura de plomo el promedio de este metal fue 1.26 mg/kg con rango 0.87 – 1.50 mg/kg. (Awad y Ramos, 1990; Howson y cols., 1996; Romieu y cols., 1996, 1997; WRP, 2001).

Debido a las altas concentraciones de plomo detectadas en algunos de los alimentos enlatados producidos por fabricantes nacionales, los autores del estudio recomendaron la modificación de la proporción de la aleación plomo – estaño, así como sustituir la soldadura con plomo por el sellado eléctrico. Cabe señalar que no se encontraron estudios adicionales para valorar los resultados de esa medida, ni referencias sobre un programa de vigilancia para los alimentos enlatados en años posteriores.

En 1992, se estudió la lixiviación de plomo y cadmio en cerámica hondureña. Se analizaron 186 piezas de cerámica vidriada en diversos recipientes (sopas, salseras, vasos, pichetes, cerveteros y tazas) producidos por cuatro fábricas localizadas en distintos sectores de la región central del país. Las muestras fueron analizadas por EAA con llama. Los principales hallazgos de este estudio indicaron que el contacto de la solución de ácido acético al 4 % a temperatura ambiente durante 24 horas con las piezas de cerámica, fue suficiente para demostrar la liberación de plomo desde el recipiente y comprobar su deficiente vidriado. Las concentraciones de plomo presentaron un amplio rango de variación de 0.12 a 38.6 mg/kg. Un total de 43 piezas sobrepasaron el límite máximo permitido de 7 ppm (CATIE). Al ser sometidas a un tratamiento ligeramente ácido por cierto tiempo, la liberación del plomo en algunas muestras sobrepasó el valor máximo establecido. En ninguna de las piezas las concentraciones de cadmio excedieron el límite máximo permitido (Ramos y cols., 1995b; Romieu y cols., 1996, 1997; Fonseca, 2003). Adicionalmente, los autores del estudio recomendaron una serie de medidas en relación a la optimización de los procesos de fabricación de cerámica vidriada que empleaba plomo en el país.

Sin embargo, en la actualidad no se dispone de información para evaluar la importancia de la cerámica vidriada como fuente de exposición de la población a plomo. A parte del estudio realizado en 1992, no se encontraron otros similares que indiquen la tendencia o magnitud del problema.

ii. Plomo en agua

ii.1. Plomo en aguas superficiales y subterráneas.

En el cuadro 2.1, se muestran las normas vigentes en Honduras, con respecto a los parámetros de cadmio y plomo en distintos tipos de agua. En agua potable, la norma admite un valor máximo de 0.003 mg/l de cadmio y 0.01 mg/l de plomo (Acuerdo No. 084). En las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores la concentración de cadmio no debe exceder 0.05 mg/l y 0.50 mg/l para el plomo. Si las descargas son al alcantarillado sanitario el cadmio no debe exceder 0.10 mg/l y 0.50 para el plomo, respectivamente (Acuerdo No.058). Además, en el cuadro 2.1.1., se muestran los valores máximos admisibles para cadmio y plomo, contenidos en la propuesta de Norma Técnica Nacional para uso de agua en abastecimiento de poblaciones, uso agrícola y pecuario, uso en acuicultura y uso en preservación de flora y fauna.

Cuadro 2.1. Valores máximos admitidos de cadmio y plomo en distintos tipos de agua en Honduras.

Parámetro (mg/l)	Agua Potable	Descargas de aguas residuales a cuerpos receptores	Descargas de aguas residuales al alcantarillado sanitario
Cadmio	0.003	0.05	0.10
Plomo	0.01	0.50	0.50

Fuente: Acuerdos No.084 y 058, Honduras.

Cuadro 2.1.1. Propuesta de Norma Técnica Nacional para agua en sus diferentes usos. Valor máximo admisible para cadmio y plomo (mg/l).

Parámetro (mg/l)	Abastecimiento de poblaciones		Agrícola y pecuario			Acuicultura	Preservación de flora y fauna
	Categoría "A" (Desinfección)	Categoría "A" (Tratamiento convencional)	Categoría "A" Riego de vegetales que se consumen	Categoría "B" Riego de otro Tipo de cultivo	Categoría "C" Consumo de ganado mayor y menor	-	(calidad básica del agua)
Cadmio	0.003	0.003	0.005	0.005	0.005	0.003	0.005
Plomo	0.01	0.01	0.10	0.10	0.10	0.01	0.10

En lo que respecta a las concentraciones de plomo y cadmio en aguas superficiales y subterráneas, se identificaron algunos trabajos y publicaciones que orientan sobre la situación de estos metales en este componente ambiental y brindan indicios sobre la exposición y los riesgos para la salud de la población.

En tal sentido, en noviembre de 1995, los resultados de los análisis de plomo en 26 muestras de agua para consumo humano, aguas superficiales y residuales de 5 puntos internos de una fábrica de baterías de la periferia sur de la ciudad de Tegucigalpa y 5 puntos localizados en los alrededores de la misma, reportaron niveles de plomo de 0.01 hasta 4.93 mg/l. El 75 % de un total de 16 muestras de agua para consumo, tanto de la comunidad como de los trabajadores de la fábrica, se encontraron en el límite superior o superaron el valor máximo admisible para el plomo de 0.01 mg/l. Asimismo, de 7 muestras de aguas residuales 4 superaron la concentración máxima permitida de 0.5 mg/l, con rangos de 0.596 hasta 4.930 mg/l (Véase cuadro 2.2). Esta evaluación sirvió de evidencia para catalogar el sitio en donde se encuentra la fábrica de batería como una fuente de contaminación del agua de consumo de la comunidad y de los trabajadores, así como de los cursos superficiales de la zona (CESCCO/SERNA, 1995).

Cuadro 2.2 Concentraciones de plomo en muestras de agua para consumo humano, aguas superficiales y residuales de 10 sitios del perímetro y alrededores de una fábrica de baterías de la periferia de Tegucigalpa. CESCCO, septiembre – noviembre de 1995.

Punto	Sitio	Plomo (mg/l)		
		27 septiembre	18 octubre	22 noviembre
1	Escuela	0.01 *	0.011*	ND
2	Casa A	0.01 *	0.012*	0.01 *
3	Casa B	ND	0.008 *	0.01 *
4	Agua superficial 1 (descarga de la fábrica)	0.596**	0.279 **	0.242*
5	Agua Superficial 2 (cerca de la fábrica)	0.0534	0.032	0.221
6	Agua consumo de los trabajadores	0.01 *	0.013 *	0.01 *
7	Agua grifo limpieza del personal dentro de la planta	0.127*	-	ND
8	Agua grifo en el comedor de los trabajadores	0.059*	-	0.059*
9	Agua lavado de celdas	0.085 **	-	2.303 **
10	Agua de pila de sedimentación	4.93 **	-	3.115**

Fuente: CESCCO/SERNA, 2005.

* Norma agua potable: 0.01 mg/l

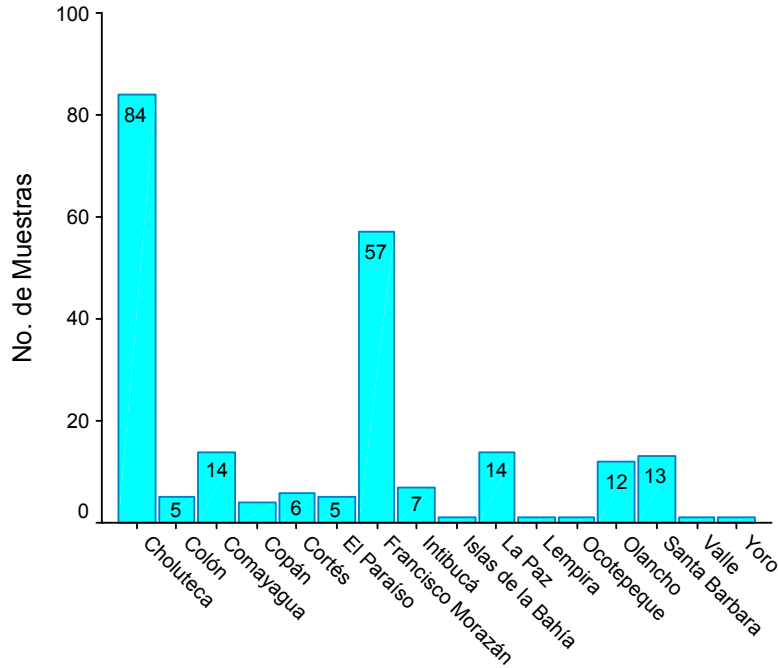
** Norma descarga aguas residuales: 0.5 mg/l

ND: No detectado

Por otra parte, entre diciembre de 2001 y marzo de 2002, se determinó la concentración de plomo y cadmio en agua subterránea para consumo de la población de 27 comunidades de la zona de sur de Honduras. Este trabajo se originó debido a sospechas de la comunidad, de que el agua que estaban consumiendo presentaba altas concentraciones de metales, que podrían tener alguna relación con la alta incidencia de insuficiencia renal crónica en ese sector. A fin de verificar, si efectivamente, esa población estaba consumiendo aguas contaminadas, se analizaron muestras de agua de 27 comunidades. Para esto se utilizó la metodología recomendada por la Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 20th edition, parte 3111- Pb y parte 3111 – Cd. Las concentraciones de plomo del 78 % de las comunidades resultaron inferiores 0.0017 mg/l y en el resto de 0.0018 a 0.006 mg/l. Asimismo, los valores de cadmio del 74 % de las comunidades resultaron inferiores a 0.00004 mg/l y en las restantes de 0.001 a 0.0001 mg/l. Los autores de este trabajo concluyeron que las concentraciones de ambos metales se encontraron dentro de los valores recomendados y seguros para el consumo de la población, no representando un peligro para la salud en ese momento (Díaz y Tzoc, 2004).

En 2005, el laboratorio del Centro de Estudios y Control de Contaminantes CESCCO, analizó un total de 227 muestras en las cuales se determinaron los parámetros de cadmio y plomo, según lo establecido en la Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable (Acuerdo No. 084) y en las Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario (Acuerdo No. 058). Las muestras provinieron de diversas fuentes de agua del país, tanto de caseríos y aldeas como de municipios de 16 departamentos (Véase figura 2.1).

Figura 2.1
Procedencia de las muestras de cadmio y plomo, analizadas
en el laboratorio de contaminantes químicos de CESCCO en 2005.



En total se realizaron 203 análisis de cadmio y 135 de plomo en aguas tratadas y no tratadas, provenientes tanto de fuentes superficiales como subterráneas, de donde usualmente se abastecen las comunidades. En lo relativo a la concentración promedio de cadmio, estimada sin discriminar por tipo de fuente, fue 0.005 mg/l (DE ± 0.035 rango 0.002 – 0.510) y para el plomo 0.013 mg/l (DE ± 0.024 rango 0.006 – 0.280).

Al analizar la concentración de estos parámetros en fuentes superficiales se observó que el promedio de cadmio alcanzó 0.006 mg/l (DE ± 0.04 rango 0.002 – 0.510) y en subterráneas (pozos artesanales o perforados) 0.002 mg/l (DE ± 0.0005 rango 0.002 – 0.004), si se contrastan esos resultados con los valores admisibles en la norma para agua potable, se aprecia que el cadmio en fuentes superficiales excede levemente el valor recomendado (0.003 mg/l). Aproximadamente, un 13 % de las 203 muestras analizadas superaron el valor recomendando para este metal.

Por su parte, el plomo en agua superficial alcanzó un promedio de 0.011 mg/l (DE ± 0.008 rango 0.006 – 0.040) y en agua subterránea de 0.02 mg/l (DE ± 0.05 rango 0.006 – 0.280). El 24 % de las 135 muestras analizadas superaron el valor recomendado para el plomo (0.01 mg/l) (Véase cuadro 2.3, figuras 2.2 y 2.3). (SERNA/CESCCO, 2005b).

Cuadro 2.3 Concentración promedio de cadmio y plomo por tipo de fuente de agua para consumo de la población. CESCCO 2005.

Tipo de fuente	Estadística	Cadmio mg/l	Plomo mg/l
Agua Superficial	N	153	112
	Promedio	0.006	0.011
	Desviación Est.	0.040	0.008
	Mínimo	0.002	0.006
	Máximo	0.510	0.040
Agua Subterránea	N	50	23
	Promedio	0.0020	0.020
	Desviación Est.	0.0005	0.056
	Mínimo	0.002	0.006
	Máximo	0.004	0.280

Fuente: SERNA/CESCCO, 2005b.

Figura.2.2. Concentraciones de cadmio en agua superficial y subterránea para consumo de la población. CESCCO 2005.

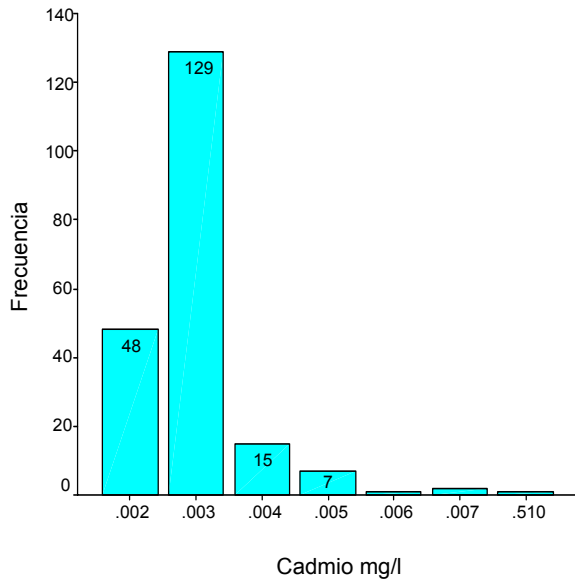
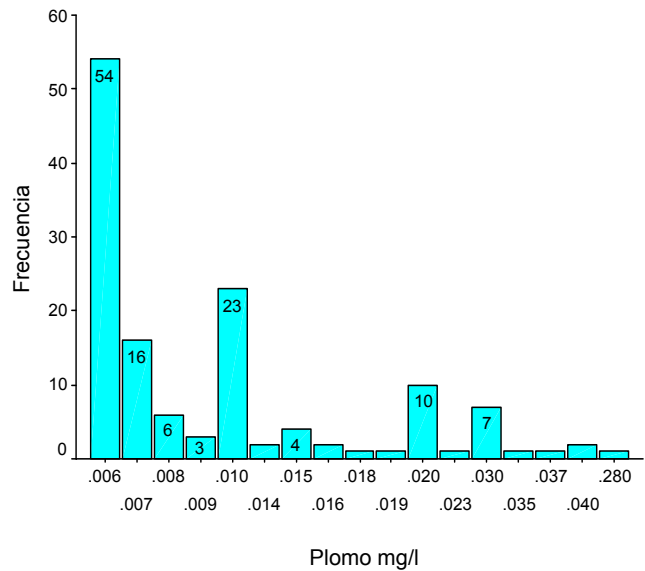


Figura. 2.3 Concentraciones de plomo en agua superficial y subterránea para consumo de la población. CESCCO 2005.



En aguas residuales únicamente se realizaron 5 análisis en ese período, siendo el promedio de cadmio 0.003 mg/l (DE ± 0.001 rango 0.002 – 0.006) y de plomo 0.02 mg/l (DE ± 0.01 rango 0.007 – 0.04). Ambos parámetros se encontraron dentro de los valores permitidos en las normas para las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores (Acuerdo No. 58).

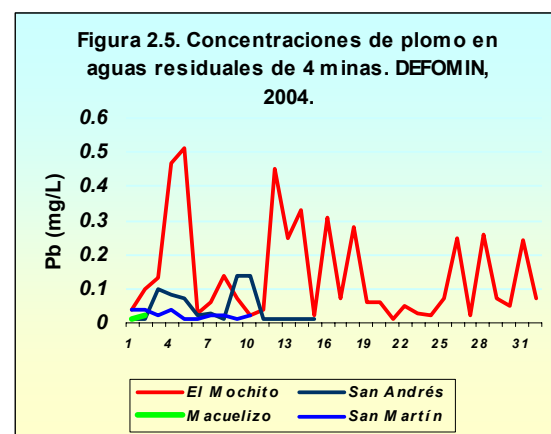
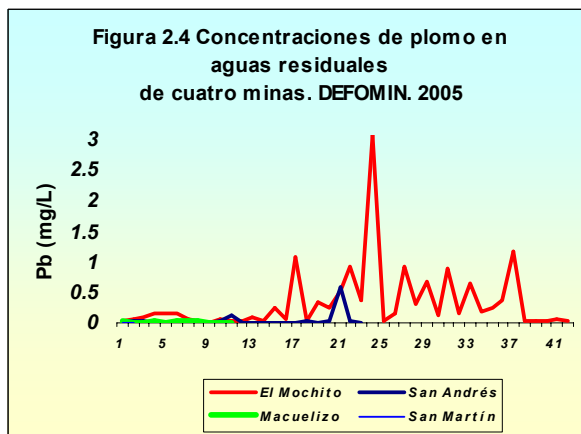
Es importante mencionar que la mayor parte de las comunidades del país se abastecen de agua directamente de fuentes superficiales o subterráneas que pueden contener concentraciones naturales de metales (Cálix, 2006). Ante la falta de sistemas de tratamiento físico – químico para la remoción de metales y por la escasez de fuentes alternativas de abastecimiento, la población especialmente del área rural, se ve obligada a ingerir agua que no cumple con las normas de calidad (OPS/OMS, 2003).

ii. 2. Plomo y cadmio en aguas residuales de cuatro minas del país.

Durante el período de 2004 y 2005, el laboratorio de DEFOMIN, realizó un muestreo sistemático bimensual a las descargas de las aguas residuales que generan las principales industrias mineras del país. El muestreo incluyó el análisis de varios metales pesados, incluyendo el plomo y cadmio. En la figura 2.4 se presentan datos de 2005, los cuales indican que de un total de 42 muestras analizadas en las que se detectó plomo, provenientes de la mina El Mochito, 9 superaron la concentración máxima permisible (0.5 mg/l) con rangos de 0.54 a 3.09 mg/l, mientras que en el resto de las minas los valores se mantuvieron dentro de los valores permitidos. Asimismo, en 2004, el gráfico 2.5 muestra que las concentraciones de plomo en 32 muestras en las que se detectó plomo, provenientes de las cuatro minas, los valores se encontraron dentro de lo recomendado (DEFOMIN, 2006b).

En 2005, debido a que el sistema de contención de colas provenientes de la mina El Mochito presentó fallas, es probable que hayan ocurrido descargas de aguas residuales con alto contenido de plomo a los afluentes del Lago de Yojoa (DEFOMIN, 2006b).

De igual modo, en 2005, únicamente, se detectó cadmio en 5 muestras con valores entre 0.02 y 0.03 mg/l y, en 2004, sólo se detectó en una muestra con un valor de 0.04 mg/l.



iii. Plomo en Aire

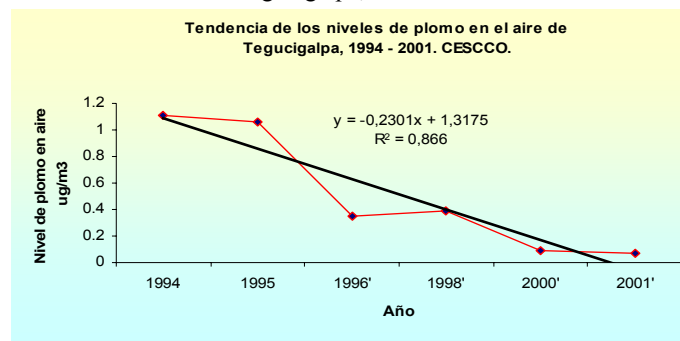
En este componente, no se encontraron datos disponibles sobre las importaciones de gasolina del país, así como el contenido de plomo de la misma en décadas anteriores a su eliminación en 1995, ni después de ese año, dificultándose estimar las emisiones totales al aire. Tampoco se obtuvieron datos que indicaran el número de vehículos con o sin convertir catalítico que circulaban en el país u otros datos técnicos sobre la factibilidad de remover el plomo de la gasolina.

Un trabajo publicado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en 2002, indica que en 1994 los vehículos de todo el país emitieron 273 toneladas de plomo, lo cual fue equivalente a una emisión anual de 47 gramos de plomo por persona. Las mayores concentraciones fueron emitidas en las ciudades de Tegucigalpa y San Pedro Sula (JICA, 2002).

En noviembre de 1995, el Gobierno de Honduras, autorizó únicamente la importación y comercialización de gasolina sin plomo en sus dos presentaciones: gasolina super sin plomo y gasolina regular sin plomo, con el objetivo de reducir la contaminación ambiental y mejorar la calidad de vida de la población (Acuerdo No.191-95).

Hasta ese año, una de las principales fuentes de emisión de plomo al aire eran los vehículos que utilizaban gasolina con plomo. La introducción de gasolina sin plomo fue un suceso de gran importancia, porque demostró la voluntad política de las autoridades de ese entonces para sustituir la gasolina que contenía plomo, a lo que se sumó el respaldo de la sociedad civil y de la empresa privada. La medida generó un impacto ambiental positivo y una mejor calidad ambiental y de salud en el país, ya que como se muestra en el gráfico de la tendencia del nivel de plomo en material particulado en el aire de Tegucigalpa, el nivel promedio anual descendió drásticamente entre 1994 y 2001 de $1.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $0.074 \mu\text{g}/\text{m}^3$, simultáneamente a la disminución en el uso de gasolina con plomo (Sabillón y Chinchilla, 2004).

Figura 3. Tendencia de los niveles de plomo en el aire de Tegucigalpa, 1994-2001.



Fuente: Sabillón y Chinchilla, 2004.

A pesar del considerable éxito de la medida legislativa que aceleró la desaparición de la gasolina con plomo, es importante agregar que actualmente en el país existe diversidad de fuentes que emiten plomo al aire, como las fábricas de baterías y de reciclaje de baterías, entre otras. Se ha demostrado que las emisiones de plomo generadas por estos rubros son altas y las personas que se dedican a este negocio y que realizan su actividad sin ningún equipo de protección personal tienen niveles elevados de plomo en sangre (Padilla, 2006).

En tal sentido, se han realizado estimaciones puntuales orientadas a evaluar los niveles de plomo en aire en dos fábricas de baterías de Tegucigalpa. En noviembre de 1995, se analizó la presencia de partículas de plomo en nueve muestras puntuales de aire de un sitio localizado a 50 metros de distancia de una fábrica de baterías de la periferia sur de la ciudad de Tegucigalpa. Las concentraciones de plomo detectadas fueron en promedio $0.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con rangos de 0.09 hasta $0.74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CESCCO/SERNA, 1995). La escasa representativa de este muestreo no permitió comparar los resultados con las normas internacionales y por lo tanto concluir si la fábrica era una fuente de contaminación puntual del aire de la zona (Korc, 2001).

El año 2000, se evaluó la calidad el aire interno de una fábrica de baterías del sector oriente de Tegucigalpa y su influencia en la calidad del aire exterior. Se tomaron 20 muestras de plomo en 6 puntos del sector. Las fechas en las que se realizaron los muestreos fueron bastante dispersas y limitan el análisis de tendencias y la estimación de promedios trimestrales, necesarios para fines comparativos con las normas internacionales (Korc, 2001). No obstante, esas limitantes los datos presentados ofrecen un panorama general de las emisiones de plomo de una fábrica y orientan sobre el peligro de exposición laboral y general a ese agente (Padilla, 2006).

En ese sentido, se encontró que en dos de los puntos que corresponden a una fábrica de baterías y a una empresa aledaña a esta, las concentraciones de plomo en aire resultaron las más altas con valores de 2.68 a $40.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Véase cuadro 3.1) (SERNA/CESCCO, 2000).

Cuadro 3.1 Concentraciones de plomo en el aire interno de una fábrica de baterías de Tegucigalpa y zonas adyacentes. CESCCO, 2000.

Punto	Fecha	Plomo en aire $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Interior fábrica de baterías	10 enero	5.67
	12 enero	3.43
	4 julio	0.04
	5 julio	40.20
	18 julio	8.33
Escuela	9 febrero	0.04
	11 febrero	0.09
	14 febrero	0.64
	5 julio	0.64
Mercadito	20 julio	1.12
	24 julio	0.49
Universidad privada	26 julio	0.31
	10 enero	0.06
	12 enero	0.03
Propiedad privada	13 enero	0.10
	8 febrero	0.01
	9 febrero	0.92
	11 febrero	0.02
Empresa aledaña a a la fábrica	24 julio	11.30
	26 julio	2.68

Fuente: SERNA/CESCCO, 2000.

Posteriormente, entre julio y septiembre de 2001, se hizo una nueva evaluación de la calidad del aire al interior de la misma fábrica de baterías, localizada en el sector oriente de Tegucigalpa. En esta ocasión, se analizaron 22 muestras de plomo en aire en un total de 4 sitios que correspondieron a: 3 del área externa de la instalación, 4 de la bodega, 4 del área de separadores, y 11 del área de horno. Con el fin de comparar las emisiones en distintas condiciones, se tomaron 10 muestras con el horno operando y 12 sin estar operando. Para el

análisis de las muestras se utilizó la técnica de EAA. La concentración promedio de plomo en aire cuando el horno de la fábrica estaba operando fue $5.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{DE} \pm 2.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rango 1.44 – 8.96), valor significativamente superior al observado en condiciones de parada del horno $3.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{DE} \pm 2.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rango 0.52 – 7.92) (Véase cuadros 3.2 y 3.3) (SERNA/CESCCO, 2001).

Los análisis realizados tanto en 2000 como en 2001, pusieron en evidencia que las emisiones con altas concentraciones de plomo se originaban de un antiguo horno rotatorio de la fábrica, alimentado manualmente por los operarios, el cual estaba desprovisto de un sistema de control de emisiones que evitará o minimizara la liberación de gases tóxicos al ambiente ocupacional y general (SERNA/CESCCO, 2000, 2001)).

Las altas concentraciones de plomo en el aire de esta fábrica se relacionaron con los altos niveles de plomo en sangre en los trabajadores (Padilla, 2001, MML, 2001).

Cuadro 3.2. Concentraciones de plomo en el aire de una fábrica de baterías de Tegucigalpa. Horno operando versus no operando. CESCCO, 2001.

Sitio	Muestras	Horno operando				Horno no operando			
		N	X	DE	Rango	N	X	DE	Rango
Horno	11	5	6.87	1.87	3.96 – 8.61	6	4.30	2.55	2.01- 7.92
Separadores	4	2	5.43	4.99	1.90 – 8.96	2	0.78	0.17	0.66 - 0.91
Bodega	4	1	6.10	-	6.10	3	3.15	2.70	0.52 - 5.93
Externa	3	2	2.32	1.24	1.44 – 3.20	1	1.73	-	1.73
Total	22	10	5.60	2.79	1.44 – 8.96	12	3.21	2.49	0.52 -7.92

Fuente: SERNA/CESCCO, 2001.

X: Promedio

DE: Desviación Estándar

Cuadro 3.3. Concentraciones de plomo en el aire interno de una fábrica de baterías de Tegucigalpa. CESCCO, 2001.

Muestras	Sitio	Fecha	Horno operando	Plomo en aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Externo	22 julio	No	1.73
2	Horno	22 julio	No	2.09
3	Horno	26 julio	No	5.53
4	Área de separadores	26 julio	No	0.66
5	Bodega	28 julio	No	2.99
6	Horno	28 julio	No	2.01
7	Horno	3 agosto	Si	6.28
8	Externo	3 agosto	Si	1.44
9	Área de separadores	9 agosto	No	0.91
10	Horno	9 agosto	No	6.12
11	Horno	16 agosto	No	2.16
12	Bodega	16 agosto	No	0.52
13	Horno	23 agosto	Si	3.96
14	Área de separadores	23 agosto	Si	8.96
15	Horno	30 agosto	Si	7.13
16	Bodega	30 agosto	Si	6.10
17	Horno	7 septiembre	No	7.92
18	Bodega	7 septiembre	No	5.93
19	Horno	13 septiembre	Si	8.61
20	Área de separadores	13 septiembre	Si	1.90
21	Horno	20 septiembre	Si	8.36
22	Externo	20 septiembre	Si	3.20

Fuente: SERNA/CESCCO, 2001.

Debido a la disminución y ajuste a norma de las concentraciones de plomo en aire, así como a las limitantes técnicas y financieras, desde el 2002, no se realiza un muestreo sistemático para evaluar las emisiones generadas por el parque vehicular u otras fuentes en la ciudad de Tegucigalpa.

iv. Plomo en suelo

Diversos trabajos realizados en la ciudad de Tegucigalpa, con el propósito de identificar y caracterizar sitios potencialmente contaminados por plomo, constatan que las fábricas de baterías representan la principal fuente de contaminación del suelo por ese agente.

En tal sentido, en 1999, en muestras de suelo superficial de una fábrica de baterías, analizadas por EAA, se detectó una concentración de plomo de 28 000 mg/kg y en cenizas de 41 580 mg/kg. En el suelo aledaño se detectó una concentración de 346 mg/kg y en una escuela distante del perímetro de la fábrica los niveles alcanzaron 32 mg/kg (SERNA/CESCCO, 1999). Posteriormente, en junio de 2005, se realizó un nuevo muestreo en 14 puntos contiguos a esa fábrica, los rangos de plomo fluctuaron desde 38.34 hasta 232 468 mg/kg (Véase cuadro 4.1) (SERNA/CESCCO, 2005a).

Cuadro 4.1. Concentraciones de plomo en suelo superficial aledaño a un sitio donde operó una fábrica de baterías. Tegucigalpa, Honduras. Junio 2005.

Plomo en suelo (mg/kg)	Junio 2005
Punto 1	4 642.47
Punto 2	710.47
Punto 3	46.06
Punto 4	49.72
Punto 5	138.88
Punto 6	232 468
Punto 7	437.3
Punto 8	51.22
Punto 9	229.64
Punto 10	93.92
Punto 11	1 000.79
Punto 12	69.68
Punto 13	38.34
Punto 14	39.75

Fuente: SERNA/CESCCO, 2005a.

En el cuadro 4.2, se presentan datos relativos a las concentraciones de plomo en muestras de suelo superficial de un sitio considerado contaminado, donde operó una fábrica de baterías en la periferia de Tegucigalpa. En abril de 2002, en nueve puntos seleccionados las concentraciones de plomo alcanzaron rangos de 3490 hasta 45 510 mg/kg (SERNA/CESCCO, 2002a), al comparar los resultados obtenidos en diciembre de ese mismo año, se observó una diferencia significativa del plomo en algunos puntos, lo que se evidencia en el aumento de los rangos de 700 a 299 000 mg/kg (SERNA/CESCCO, 2002b). Sin embargo, en 2003, sólo se analizaron tres puntos y la tendencia fue a la reducción del plomo (SERNA/CESCCO, 2003b). La variación a veces tan evidente en las concentraciones de este metal en los mismos puntos, pudo obedecer a intentos de limpieza del sitio efectuada de manera artesanal, logrando con ello remover y dispersar el metal impregnado en las distintas áreas de la instalación, así como aspectos relativos a la homogeneidad y representatividad de la muestra obtenida.

Cuadro 4.2. Concentraciones de plomo en suelo superficial de un sitio, donde operó una fábrica de baterías y sus alrededores. CESCCO, abril 2002 - febrero 2003.

Plomo en suelo (mg/kg)	Abril 2002	Diciembre 2002	Febrero 2003
Área aledaña a las pilas de aguas residuales.	45 510	299 000	172 255
Área circundante al pozo.	38 750	52 400	45 575
Área de parqueo	6 090	227 000	116 545
Piso de concreto área interna de la bodega general	50 180	94 600	
Piso área externa de la bodega general.	8 880	14 700	
Pared frente a las pilas de tratamiento de aguas residuales.	35 770	117 700	
Pared frente al parqueo	14 610	1 000	
Pared frente al pozo	13 960	10 800	
Pared frente al área administrativa	3 490	700	

Fuente: SERNA/CESCCO, 2002a y 2002b.

Las concentraciones de plomo en muestras de suelo superficial de la fábrica variaron significativamente con las muestras obtenidas en los alrededores. En el cuadro 4.3, se presentan con claridad esas variaciones. Las áreas denominadas No. 4 y No. 5, ubicadas dentro del perímetro interno de la fábrica, son los puntos que presentaron las mayores concentraciones de plomo con 820 y 1 000 mg/kg, respectivamente, mientras que un campo de fútbol y un punto control las concentraciones no excedieron los 20 mg/kg. Por otra parte, en muestras de suelo obtenidas a una profundidad de 50 centímetros, en algunos puntos la concentración de plomo fue superior al estrato superficial. En el área de pozo y pilas de tratamiento se detectó una concentración de plomo en el orden de 1 100 y 4 000 mg/kg, respectivamente, en tanto que en los puntos denominados No.4 y 5, se observó una reducción significativa con respecto a las muestras superficiales (Véase Cuadros 4.3 y 4.4). A partir de los datos mostrados, se deduce que los sitios en donde han operado fábricas de baterías son sitios altamente contaminados por plomo y por lo tanto son sitios peligrosos y de riesgo para la salud de la población y de los ecosistemas.

Cuadro 4.3. Concentraciones de plomo en suelo superficial de un sitio, donde operó una fábrica de baterías y sus alrededores. CESCCO, febrero de 2003.

Plomo en suelo (mg/kg)	Febrero 2003
Área No.4	820
Área No.5	1 000
Quebrada de invierno anillo periférico	300
Zona cercana a desagüe interno planta	130
Desagüe anillo periferia	170
Campo de fútbol	20
Punto control al oeste Escuela Mayan School	20

Fuente: SERNA/CESCCO, 2003b.

Cuadro 4.4. Concentraciones de plomo en suelo a 50 centímetros de profundidad en una fábrica de baterías y sus alrededores. CESCCO, febrero 2003.

Plomo en suelo (mg/kg)	Febrero 2003.
Área de parqueo	300
Área de pozo	1 100
Área de pilas de tratamiento	4 000
Área No.4	600
Área No.5	50
Quebrada de invierno anillo periférico	60
Área cercana desagüe interno planta	40
Desagüe anillo periférico	200

Fuente: SERNA/CESCCO, 2003b.

Adicionalmente, en 2003, el estudio de evaluación de auditoría ambiental para el cierre técnico del botadero municipal de Tegucigalpa, reportó cadmio en dos muestras de suelo superficial en el orden de 0.02 a 0.09 ppm y de plomo en tres muestras con valores de 29.8, 58.5, y 63.3 ppm, respectivamente. De un total de 6 muestras de aguas subterráneas, en tres de ellas se encontró concentraciones de plomo inferiores a 0.01 mg/l y en el resto los valores fueron 0.06, 0.15 y 0.26 mg/l. En tres muestras de aguas superficiales las concentraciones de cadmio resultaron inferiores a 0.002 mg/l y las de plomo inferior a 0.01 mg/l. Dos muestras de aguas de lixiviación resultaron con concentraciones de cadmio de 0.002 y 0.056 mg/l y de plomo 0.01 y 0.19 mg/l.

Este estudio demostró que el botadero representa una fuente de contaminación puntual para las aguas superficiales y subterráneas, así como para el suelo y la atmósfera y puede ser categorizado como un sitio contaminado y de alto riesgo para la salud de la población y del ecosistema (Experco, 2003).

El país no cuenta con normas para plomo en suelo, por lo que se los resultados de los análisis se comparan con las normas de la OMS o de cualquier otro organismo internacional (Corey y Galvão, 1989).

v. Plomo y Cadmio en Petcoke

En mayo de 2003, el Hampton Roads Testing Laboratorios (HRT) de Virginia, Estados Unidos, a solicitud del Gobierno de Honduras, analizó una muestra con un peso total de 4 kg de coque de petróleo (petcoke), empleado para generar energía en una planta cementera del país. El peso total de la muestra se fraccionó en cuatro muestras para detectar trazas de metales pesados. Las concentraciones de cadmio fueron de 0.2 a 2.2 ppm y las de plomo de 0.7 a 1 ppm (Véase cuadro 5). En el país, no existen normas para regular este tipo de combustible.

Cuadro 5. Concentraciones de plomo y cadmio en 4 kg de petcoke.
HRT, mayo de 2005.

Muestra	Cadmio (ppm)	Plomo (ppm)
1	0.2	0.8
2	2.2	0.7
3	0.2	1.0
4	0.3	0.9

Fuente: HRT, 2003.

vi. Exposición a plomo y riesgo para la salud de la población

En cuanto al problema de la exposición al plomo en Honduras, se han desarrollado una serie de trabajos independientes que han tenido la finalidad de conocer el grado de exposición de la población a ese agente tóxico y evaluar los potenciales efectos sobre la salud en los distintos grupos de edad.

En tal sentido, en 1991, debido a los antecedentes de contaminación por metales pesados en el Lago de Yojoa, un grupo de investigadores nacionales determinó los niveles sanguíneos de plomo en una muestra de 76 personas que habían residido durante cinco o más años en seis aldeas del municipio de San Pedro Zacapa, Departamento de Santa Bárbara, ubicadas en el margen noroeste de ese Lago. El análisis se realizó por EAA con llama.

En lo que respecta a los hallazgos laboratoriales, se encontró que 23 de las personas analizadas, es decir, el 30 % del total presentaron niveles de plomo superiores a los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud en 1978 (niños < 12 años: 25 µg/dL, mujeres > 12 años: 30 µg/dL y hombres >12 años 40 µg/dL). De un total de 28 niños que participaron en el estudio, el 46 % excedieron los valores recomendados, seguido por un 30 % de mujeres y un 6 % de los hombres.

Considerando los antecedentes de contaminación por plomo y otros metales en el sector en donde se desarrolló el estudio, una importante restricción metodológica del mismo, obedece al hecho de que no se realizaron mediciones de plomo en los distintos componentes ambientales como ser; agua que consumía la población estudiada, suelos, aire y alimentos.

Por lo tanto, a partir de los datos presentados no es posible inferir sobre los principales factores de riesgo determinantes de los niveles sanguíneos de plomo en ese grupo. Aunque si permiten establecer de manera empírica, la presencia de problemas de contaminación ambiental por plomo, así como un riesgo mayor de exposición a ese agente peligroso en el sector (Véase cuadro 6.1) (Ramos y cols., 1997).

Cuadro 6.1. Distribución de los niveles sanguíneos de plomo por grupo de edad y sexo. Sectores aledaños al Lago de Yojoa, Honduras 1991.

Niveles de plomo (µg/dL)	Grupo de edad y sexo					
	Niños 5 – 12 años		Mujeres > 12 años		Hombres > 12 años	
	n	%	n	%	N	%
< 25	15	54				
> 25	13	46				
< 30			21	70		
> 30			9	30		
< 40					17	94
> 40					1	6
Total	28	100	30	100	18	100

Fuente: Ramos y Cols.1997.

Entre septiembre de 1994 y mayo de 1995, se analizaron los niveles de plomo en una muestra representativa de 337 escolares de primer grado de 9 escuelas públicas urbano – marginadas de Tegucigalpa, en edades comprendidas entre 6 y 8 años y residentes por lo menos 1 año en la zona de influencia de la escuela. Los análisis de las muestras sanguíneas se realizaron con el método de EAA. La edad promedio de los escolares fue 7.2 años, de los cuales el 48% fueron hombres y 52% mujeres. El 2.67 % (9) superaron los niveles recomendados de plomo (10 µg/dl). En este grupo los rangos de plomo fueron de 10 a 15.3 µg/dL. En el resto de los escolares el promedio de plomo fue de 2.8 µg/dL (DE ± 2.5, rango de 0.2 a 9.9) (Véase cuadro 6.2) (Rivera, 1997).

Este estudio sirvió de línea base para correlacionar los niveles de plomo emitidos por los vehículos y el grado de exposición de la población a ese agente, previo a la sustitución de la gasolina con plomo en noviembre de 1995.

Cuadro 6.2. Distribución de los niveles de plomo en escolares de Escuelas Públicas de Tegucigalpa, Honduras 1994- 1995.

Niveles de plomo (µg/dL)	Frecuencia	%
0.2 – 0.9	96	28.49
1.0 – 1.9	69	20.47
2.0 – 2.9	45	13.35
3.0 – 3.9	37	10.98
4.0 – 4.9	25	7.42
5.0 – 5.9	24	7.12
6.0 – 6.9	18	5.34
7.0 – 7.9	10	2.97
8.0 – 8.9	1	0.30
9.0 – 9.9	3	0.89
10 – 15.3	9	2.67
Total	337	100

Fuente: Rivera M, 1997.

En 1996, se realizó un estudio de casos y controles en el cual se determinaron las características nutricionales, psicológicas y neurofisiológicas en escolares con niveles tóxicos de plomo en sangre. La muestra estaba conformada por 22 escolares de 6 a 8 años, de similar nivel social y residentes en la ciudad de Tegucigalpa. Estos se subdividieron en dos grupos: Grupo 1) 11 escolares con niveles sanguíneos de plomo iguales o superiores a 10 µg/dL (casos) y Grupo 2) 11 escolares con niveles sanguíneos de plomo iguales o menores a 2.9 µg/dL (controles). En ambos grupos se realizó examen clínico y físico, hematológico completo, test de inteligencia con la escala Weschler y potenciales evocados hematosensoriales. Los principales hallazgos de este estudio evidenciaron que el 50 % de los casos presentó algún grado de desnutrición crónica y un mayor porcentaje de anemia (45 %) con respecto a los controles (18 %). De igual modo, los casos mostraron menores puntajes en las pruebas donde se evaluó la sub - escala verbal del coeficiente intelectual (CI) (94 puntos) en comparación con los controles (105.09 puntos) ($p= 0.013$), así como, retardo en la conducción del sistema nervioso central en la zona registrada por N20 –P22, área asociativa cerebral ($p=0.041$) (Rivera, 1998).

En 2001, se determinaron los niveles sanguíneos de plomo en una muestra de 20 trabajadores de una fábrica de baterías de Tegucigalpa, con el sistema LeadCare (Esa, Inc, 2001). El promedio de edad de los trabajadores fue 33 años (rango 16 – 76), el 80 % eran hombres y el 20 % mujeres, de los cuales un 50 % estaban asignados al área de horno y limpieza y el resto a diversas áreas. El 75 % tenían menos de tres años de laborar en la fábrica y los demás entre 3 y 23 años y permanecían al menos 8 horas en el puesto de trabajo por 5 días a la semana. Los análisis revelaron un promedio de plomo de 61 µg/dl ($DE \pm 9.1$ rango 36 – 65). El 80 % de los trabajadores tenían niveles iguales o superiores a 65 µg/dl, valores considerados excesivos por las normas internacionales (Corey y Galvão, 1989). No se observaron diferencias significativas entre el nivel de plomo y variables como la edad, sexo, área asignada, tiempo de trabajar y jornada laboral (Padilla, 2001).

Vale destacar, que ese año, se realizó un análisis confirmatorio de los niveles de plomo en la misma muestra trabajadores de esa fábrica, con la excepción de un trabajador que no participó en el estudio. Los análisis fueron realizados por el Mayo Medical Laboratories de los Estados Unidos de Norteamérica (MML, 2001), con la técnica Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry (ICP – MS). El promedio de plomo detectado fue 61.79 µg/dl (DE ± 32.63 rango 8 – 109). También se reportó que el 52.6 % de las muestras superaron los 63 µg/dL, de los cuales el 10.6 % superó los 100 µg/dL, niveles considerados de alto riesgo por la alta probabilidad de ocurrencia de efectos adversos (Corey y Galvão, 1989; Howson y cols.,1996).

No obstante, los altos niveles de plomo encontrados en este grupo de trabajadores y confirmados por dos métodos distintos, al menos en ese momento, no se reportó ningún caso de intoxicación (Véase cuadro 6.3).

Cuadro 6.3. Niveles sanguíneos de plomo en trabajadores de una fábrica de baterías. Método ICP – MS, MML, 2001.

Plomo µg/dL	Frecuencia	%	% acumulado
8	2	10.5	10.5
24	1	5.3	15.8
28	1	5.3	21.1
39	2	10.5	31.6
46	1	5.3	36.8
48	1	5.3	42.1
50	1	5.3	47.4
63	1	5.3	52.6
67	1	5.3	57.9
80	1	5.3	63.2
85	1	5.3	68.4
89	2	10.5	78.9
98	2	10.5	89.5
106	1	5.3	94.7
109	1	5.3	100.0
Total	19	100.0	

Fuente: MML, 2001.

En 2002, se realizó un estudio en el cual se comparó el nivel de exposición y los efectos potenciales del plomo en la salud de un grupo de trabajadores de una fábrica de baterías de Tegucigalpa versus un grupo de referencia. El grupo total lo conformó una muestra de 36 trabajadores, que fueron subdivididos en dos grupos: Grupo 1) 12 Trabajadores expuestos directamente al plomo en una fábrica de baterías (casos) y Grupo 2) 24 Trabajadores de diversas ocupaciones no expuestos directamente al plomo (controles). En ambos grupos se realizó examen clínico y físico, hematológico, velocidades de conducción nerviosa (equipo Teca Sapphire, protocolo de Preston y Shapiro) y niveles sanguíneos de plomo (Sistema LeadCare, (ESA, Inc, 2001)). El 91 % de los participantes de ambos grupos fueron varones, la edad promedio de los casos fue 29 años y de 35 años en los controles.

Los principales hallazgos de este estudio indican que el 33 % de los trabajadores expuestos al plomo manifestaron padecer especialmente de síntomas del sistema nervioso central como cefalea y náuseas, seguido por letargia e irritabilidad (17 %) y en menor medida síntomas del sistema nervioso periférico 8.3 %. Los niveles de plomo detectados en este grupo fueron 65 µg/dL (límites de detección del Sistema LeadCare de 1.4 hasta 65 µg/dL), excesivamente altos al compararlos con el grupo control de 2.25 µg/dL. Las pruebas hematológicas y velocidades de conducción nerviosa no reportaron anomalías (Gómez y cols., 2002).

No obstante, la abundante literatura internacional sobre los efectos del plomo en los distintos sistemas y órganos humanos (Corey y Galvão, 1989), este estudio concluyó que los elevados niveles sanguíneos de plomo en un grupo de trabajadores, no predicen el desarrollo de anomalías o efectos adversos en el sistema hematopoyético, así como daños neurofisiológicos detectables y en forma precoz mediante la medición de la velocidad de conducción nerviosa motora y sensitiva (Gómez y Cols.2002; Padilla, 2002a).

Por otra parte, en 2003, se determinaron los niveles sanguíneos de plomo en una muestra de 19 trabajadores de una fábrica de anzuelos de plomo, localizada en el Distrito Central. Los análisis se realizaron con el Sistema LeadCare (ESA, Inc, 2001).

El promedio de edad del grupo estudiado fue 29 años, distribuidos en 13 mujeres y 6 hombres, asignados al área de moldeado de plomo, con un tiempo promedio de 1.91 años ($DE \pm 1.33$) de trabajar en la fábrica, en una jornada de 9 a 10 horas al día 5 días a la semana.

El promedio de plomo en sangre detectado en este grupo de trabajadores fue 48.7 $\mu\text{g/dL}$ ($DE \pm 21.4$ rango 3.90 a 65), siete de los cuales superaron los 65 $\mu\text{g/dL}$. No se encontraron manifestaciones clínicas evidentes que sugirieran intoxicación aguda o crónica por plomo (Véase Cuadro 6.4) (SERNA/CESCCO, 2003a).

Cuadro 6.4. Niveles sanguíneos de plomo en trabajadores de una fábrica de anzuelos de plomo. CESCCO, 2003.

Plomo $\mu\text{g/dl}$	Frecuencia	%	% acumulado
3.90	1	5.3	5.3
4.60	1	5.3	10.5
16.50	1	5.3	15.8
21.10	1	5.3	21.1
42.10	1	5.3	26.3
43.50	1	5.3	31.6
44.50	1	5.3	36.8
53.10	1	5.3	42.1
56.50	1	5.3	47.4
59.70	1	5.3	52.6
60.20	1	5.3	57.9
64.20	1	5.3	63.2
65.00	7	36.8	100.0
Total	19	100.0	

Fuente: SERNA/CESCCO, 2003a.

Asimismo, en 2003, se determinaron los niveles sanguíneos de plomo en una muestra de 110 personas residentes en la colonia Monterrey de Tegucigalpa. Los análisis se realizaron por EAA.

El 87 % (96) de las personas estudiadas fueron de sexo femenino y el 13 % (14) masculino. El promedio de edad fue 29 años, con rangos de 12 a 79 años. El 52 % se dedicaban principalmente a los oficios domésticos, un 38 % estudiaban y el 10 % restante tenían diversas ocupaciones. El promedio de plomo en sangre fue 1,56 $\mu\text{g/dL}$ ($DE \pm 1,48$, rango 0.04 a 8,24) (Véase cuadro 8).

Al comparar el nivel de plomo según el género, se observó que el sexo femenino presentó un promedio de 1,66 $\mu\text{g/dL}$ ($DE \pm 1,56$) y el masculino 1,33 $\mu\text{g/dL}$ ($DE \pm 0.59$). Aunque la muestra poblacional analizada en este estudio no es representativa, los resultados indican que los niveles de plomo en la población de un sector de la ciudad de Tegucigalpa, se encuentran

dentro de los valores recomendados a nivel internacional y reflejan al menos parcialmente la exposición general de la población a ese agente (López y cols., 2003).

Cuadro 6.5. Distribución de los niveles de plomo en la población de la colonia Monterrey de Tegucigalpa, Honduras 2003.

Niveles de plomo (µg/dL)	Frecuencia	%
0.04 – 0.9	42	38,2
1.0 – 1.9	45	40,9
2.0 – 2.9	13	11,8
3.0 – 3.9	4	3,6
4.0 – 4.9	0	0,0
5.0 – 5.9	1	0,9
6.0 – 6.9	3	2,7
7.0 – 7.9	1	0,9
8.0 – 8.9	1	0,9
Total	110	100

Fuente: López y Cols.2003.

Una serie de datos generados desde 2001 hasta 2005, por el Centro de Estudios y Control de Contaminantes CESCCO, relativos a los niveles de plomo en sangre en una muestra de 134 personas, analizadas con el sistema LeadCare (ESA, Inc, 2001), indican que 72 % (97) de las personas eran hombres y el 28 % (37) mujeres, con promedio de 33 años de edad (rango 1 a 76), de los cuales el 76 % residían en la ciudad de Tegucigalpa y el 24 % en otras comunidades del país y realizaban diversas ocupaciones. Con propósitos prácticos y comparativos, se agrupó la muestra de acuerdo al tipo de exposición en tres grupos: Grupo 1) Exposición ocupacional al plomo, Grupo 2) Exposición ocupacional a diversos agentes químicos y, 3) Exposición general al plomo (no ocupacional).

Al comparar el grado de exposición al plomo en los tres grupos, en el cuadro 6.6 se observa que el promedio de plomo en el grupo expuesto ocupacionalmente alcanzó el valor más alto con 51.8 µg/dL (D.E ±11.5) y la mayor prevalencia de intoxicación por ese agente, valores que difieren significativamente del resto de los grupos (Véase figura 4).

Estos datos son importantes, dado que indican por una parte, que los trabajadores que manipulan plomo en los puestos de trabajo carecen de medidas de higiene y seguridad y por otra parte, revela un manejo inadecuado del plomo en todo el ciclo de vida.

En lo referente a los cinco trabajadores intoxicados, estos provenían de fábricas de baterías, talleres de reconstrucción de baterías, talleres de mantenimiento de reparación de vehículo y fábricas de anzuelos. Las manifestaciones clínicas referidas por estos trabajadores, se caracterizaron por trastornos del sistema nervioso central (cefalea, convulsiones, pérdida progresiva de la memoria, hipoacusia, disfonía, disartria, visión borrosa y confusión) y del sistema nervioso periférico (temblor de las extremidades, pérdida de fuerza, debilidad, parestesia, fatiga), manifestaciones gastrointestinales (dolor abdominal, pérdida de apetito y peso) y hematológicas (anemia) (Padilla, 2006).

Mientras que las dos personas intoxicadas en el ambiente general, una de ellas tenía el antecedente de haber usado por 10 años un tinte para el cabello a base de acetato de plomo y la otra fue un niño de 1 año, con el antecedente de residir en las cercanías de una zona minera

rica en plomo. Se sabe que la principal vía de exposición en los niños es el aparato digestivo. Los niños se caracterizan por explorar su entorno con las manos y la boca, lo cual da como resultado que ingieran partículas de polvo de la casa contaminadas con plomo. Además, los niños absorben el plomo en porcentajes más altos que el de los adultos (Howson y cols., 1996).

Debido a la carencia absoluta de centros especializados en toxicología y de programas de vigilancia ambiental y epidemiológica para el plomo u otros agentes químicos peligrosos, no existe registro de la prevalencia de intoxicaciones en la población laboral y general, ni notificación o registro obligatorio de los casos en las estadísticas de salud. De tal manera que los datos señalados en el cuadro 6.6, representan solo una muestra de las intoxicaciones que ocurren anualmente en el país.

Cuadro 6.6. Distribución por tipo de exposición según edad, sexo, nivel de plomo en sangre y prevalencia de intoxicación. CESCCO 2001- 2005.

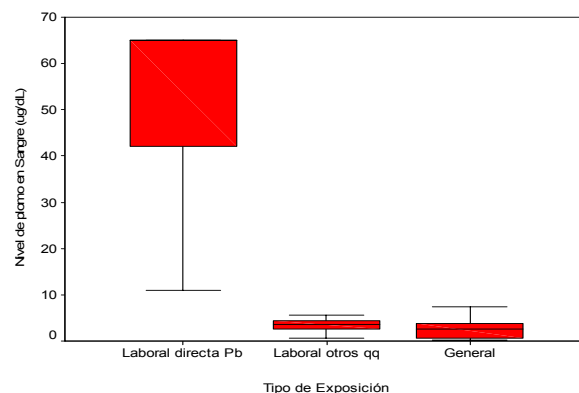
Tipo exposición	n	Edad (años)		Sexo		Plomo en sangre (µg/dl)			Intoxicación *	
		Media	Rango	F	M	Media	D.E	Rango	n	%
1. Ocupacional al plomo	62	33	16 -76	21	41	51.8	20.2	3.9 – 65	5	8.1
2. Ocupacional otros agentes	32	34	20 – 56	10	22	3.98	3.3	0.5 – 16.7	0	0
3. General (no ocupacional)	40	32	1 -65	6	34	2.58	2.07	0.1 – 10.10	2	5
Total	134	33	1 -76	37	97	-	-	-	7	5.22

Fuente: Padilla, 2006.

* Prevalencia

D.E = Desviación Estándar

Figura 4. Niveles de plomo en sangre, según tipo de exposición. CESCCO, 2001 – 2005.



Fuente: Padilla, 2006.

Además, en 2005, los resultados preliminares del estudio denominado “evaluación de la exposición a metales pesados y agentes biológicos en trabajadores del botadero municipal de Tegucigalpa y una población de referencia” desarrollado por un grupo de trabajo colaborativo integrado por el CESCCO, la Organización No Gubernamental Italiana MOVIMONDO, El departamento de Medicina del Trabajo de la Universidad de los Estudios de Verona, Italia y La Alcaldía Municipal, indican que el promedio de plomo en orina en el grupo constituido por 50 casos y 50 controles, fue 1.96 µg/L (DE ± 1,81 rango 0.4 – 11.3) y 1.33 µg/L (DE ± 0,75 rango 0.4 – 3.6), respectivamente, mientras que el promedio de cadmio en los casos fue 0.160 µg/L (DE ± 0.08 rango 0.05 – 0.39) y en los controles 0.165 µg/L (DE ± 0.08 rango 0.05 – 0.4). No se observaron diferencias significativas entre los grupos para ambos metales.

La determinación de los metales se realizó con la técnica ICP – MS. Los resultados de este estudio serán publicados por el departamento de Medicina del Trabajo de la Universidad de los Estudios de Verona, Italia, en 2006.

Finalmente, es preciso señalar, que a partir de la información disponible para evaluar la exposición a plomo y el riesgo para la salud humana y el medio ambiente en el país, se pone en evidencia que la población de mayor riesgo de sufrir los efectos adversos de ese metal es la expuesta en el ambiente laboral, especialmente en fábricas de baterías, talleres de reconstrucción o en todas aquellas actividades en donde se manipula este agente sin guardar las debidas previsiones. Si bien la población general está expuesta a través de las distintos componentes ambientales (aire, agua, suelo, biota), el riesgo se mantiene dentro de un nivel aceptable y tolerable, si se compara con la población laboral.

e) Medidas y estrategias actuales y planes futuros en los planos nacional, subregional o regional para prevenir o controlar las liberaciones y limitar la utilización y la exposición, incluidas las prácticas de gestión de los desechos; y

1. Medidas y estrategias actuales.

A. Instrumentos de gestión ambiental

Con la promulgación de la Ley General del Ambiente (Decreto No.104-93) en 1993, se inicia en Honduras el proceso de implementación de la gestión ambiental del Estado. A partir de 1994 se han promulgado los reglamentos que hacen operativa la Ley, alcanzando la gestión ambiental un mayor grado de consolidación y quedando aún algunas materias por definir.

Entre los instrumentos de gestión ambiental aplicados en Honduras podemos mencionar:

- Institucionalidad
- Normas de Emisión
- Normas de Calidad
- Sistemas de Evaluación de Impacto Ambiental
- Auditorias Ambientales
- Convenios y acuerdos internacionales
- Educación e Investigación Ambiental.

Los organismos gubernamentales encargados de la operativa de los instrumentos de gestión ambiental son los siguientes:

a. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente

Funciones:

- a) Definir objetivos, formular políticas y establecer prioridades en materia de ambiente;
- b) Coordinar actividades de los distintos organismos públicos centralizados o descentralizados, con competencia en materia ambiental;
- c) Vigilar el cumplimiento de la legislación sobre ambiente y de los tratados y convenios internacionales suscritos por Honduras relativos a los recursos Naturales y al Ambiente;
- d) Desarrollar en coordinación con las instituciones pertinentes, el Plan de Ordenamiento Territorio;
- e) Modernizar la gestión ambiental a través de la capacitación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y propiciar programas y actividades para la formación adecuada de una conciencia ambiental a nivel nacional;
- f) Velar por el cumplimiento de las disposiciones, resoluciones, o acuerdos emitidos por la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD);
- g) Desarrollar y coordinar un Sistema de Información Ambiental que deberá mantenerse actualizado permanentemente.
- h) Preparar y proponer al Poder Ejecutivo un programa de créditos e incentivos en materia ambiental.
- i) Proponer medidas para preservar los recursos naturales.
- j) Tomar las medidas necesarias para evitar la importación al país de productos peligrosos para el ecosistema y la salud humana.
- k) Promover la realización de investigaciones científicas y tecnológicas orientadas a solucionar los problemas ambientales del país.
- l) Establecer relaciones y mecanismos de colaboración con organismos gubernamentales de otras naciones y organismos internacionales que laboren en asuntos ambiente, lo mismo que con organismos no Gubernamentales nacionales e internacionales.
- m) Promover acciones administrativas y judiciales procedentes que se originen por faltas o delitos cometidos en contra de los recursos naturales y del ambiente o por incumplimiento de obligaciones a favor del Estado relativos a esta materia.
- n) Emitir dictámenes en materia ambiental, previos a la autorización, concesión y emisión de permisos de operación de empresas productivas, comerciales y para la ejecución de proyectos públicos o privados.
- o) Representar al Estado de Honduras ante organismos nacionales e internacionales en materia ambiental.
- p) En general, dictar, ejecutar y proponer todas aquellas medidas que se consideren idóneas para preservar los recursos naturales y mejorar la calidad de vida del pueblo hondureño.
- q) Otras....

b. Procuraduría del Ambiente y Recursos Naturales

La Procuraduría del Ambiente y Recursos Naturales (PARN), tiene la representación legal exclusiva de los intereses del Estado en materia de medio ambiente y recursos naturales (Decreto No.104-93; Decreto 134-99).

Funciones:

- a) Conocer de las investigaciones que realice la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente sobre irregularidades en el comportamiento de las personas naturales o jurídicas, que afecten el ambiente o los recursos naturales, calificándolos a efecto de identificar los que constituyan violaciones con rango de delito o de infracción administrativa.
- b) Investigar por medio de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente y las demás dependencias competentes del sector público, las denuncias que los particulares presenten sobre presuntas violaciones a las leyes ambientales o a las disposiciones o resoluciones administrativas;
- c) Citar a las personas que corresponda para que informen sobre las incidencias de los hechos que se presumen alteren el ambiente;
- d) Promover cuando proceda, las acciones judiciales que fueren pertinentes e instalarlas hasta su resolución final;
- e) Interponer las acciones judiciales procedentes para que se condene a la reparación de los daños y perjuicios, a las personas naturales o jurídicas que hubieren tenido conductas que provoquen daños al ambiente o a los recursos naturales;
- f) Presentar denuncias para que se inicien procedimientos administrativos e instar al titular del órgano o entidad competente para que aplique las sanciones administrativas que procedan y en caso de que no actúe el órgano o entidad objeto del requerimiento, proceder judicialmente contra el titular respectivo.
- g) Otras....

c. Municipalidades (Decreto 134 – 90; Decreto No.104-93)

Funciones:

- a) Dictaminar desde el punto de vista ambiental, los planes de desarrollo urbano, los que se sujetarán a los planes de ordenamiento integral del territorio.
- b) Coordinar con las instituciones competentes la elaboración de los planes de protección y conservación de las fuentes de agua a las poblaciones.
- c) Participar en la confección de los planes de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección ambiental.
- d) Capacitar al personal en el conocimiento de las normas técnicas de carácter ambiental a las que se debe someter la elaboración de los programas o proyectos.
- e) Intervenir en la planificación de la prevención y control de emergencias ambientales, del control de las actividades riesgosas para el ambiente, de la preservación de los valores históricos, culturales y artísticos.
- f) Otras...

d. La Fiscalía Especial del Medio Ambiente

La Fiscalía especial del medio ambiente depende de la Fiscalía General de la República, y por delegación representa judicialmente los intereses de la sociedad civil en materia ambiental (Decreto 228 -93).

e. Secretaría de Salud

Su función principal es regular, supervisar y controlar, agentes físicos, químicos o biológicos que puedan afectar la salud o el ambiente (Decreto 65-91).

f. Secretaría de Industria y Comercio

Reglamenta la importación, fabricación, almacenamiento, transporte, manejo, comercio y disposición de las sustancias peligrosas como plaguicidas, insecticidas, herbicidas, rodenticidas, explosivos, corrosivos, radioactivos, sustancias inflamables y otros (Decreto 73-50).

g. Secretaría de Agricultura y Ganadería

Desde mayo de 1991, mediante resolución 09-91, la Secretaría de Agricultura y Ganadería prohíbe la utilización de compuestos a base de plomo en productos de uso agrícola.

B. Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA)

La Ley General del Ambiente en el Artículo 5, establece que los proyectos, instalaciones industriales o cualquier otra actividad pública o privada susceptible de contaminar o degradar el ambiente los recursos naturales o el patrimonio histórico cultural de la nación, serán precedidos obligatoriamente de una evaluación de impacto ambiental (EIA), que permita prevenir los posibles efectos negativos. Del mismo el Artículo 78, establece que las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que deseen realizar cualquier obra susceptible de alterar o deteriorar gravemente el ambiente, incluyendo los recursos naturales, están obligadas a informar de la misma a la autoridad competente por razón de la materia y a preparar una evaluación de impacto ambiental (EIA) de acuerdo con lo previsto en el Artículo 5 de esta Ley (Decreto 104-93).

La Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente, tendrá la potestad de definir mediante Reglamento o mediante el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el listado de los proyectos susceptibles de afectar gravemente el ambiente y que obligatoriamente deberán preparar una evaluación de impacto ambiental, magnitud, área de influencia, gravedad de sus impactos o grado de contaminación (SERNA, 1994, 2002).

Los proyectos se clasifican en tres categorías:

Categoría 1: son los proyectos de más bajo impacto ambiental, así como aquellos que forman parte del programa nacional de desarrollo rural y que mejoran el bienestar socioeconómico y ambiental de la comunidad, respondiendo normalmente a actividades que pueden realizarse sin incluir medidas ambientales particulares. A este tipo de proyectos se les concede una Constancia de Registro Ambiental.

Categoría 2: son los proyectos de mediano impacto o con algunos impactos mayores, pero totalmente predecibles, que de conformidad a las características propias de un tipo de proyectos pueden ser mitigados o compensados a través de medidas estandarizadas, siempre y cuando se localicen en áreas previamente intervenidas o debidamente identificadas como

apropiadas para ese tipo de actividad. A estos proyectos se les concede una Autorización Ambiental.

Categoría 3: son los proyectos de mayor impacto y deberán ser objeto de una evaluación de impacto ambiental (EIA) conforme a lo establecido en el Reglamento del SINEIA. Si resultan ambientalmente viables se les concede una Licencia Ambiental.

Adicionalmente, se identifica como **Categoría 4** proyectos que por sus fuertes implicaciones ambientales o regulaciones de tipo legal, no podrían ser ejecutados bajo ninguna circunstancia.

El procedimiento consiste en que el proponente ingresa la solicitud para la Autorización Ambiental correspondiente a la Secretaría General de la SERNA, a través de un apoderado legal para los proyectos categoría 2 y 3 o directamente para proyectos Categoría 1, previa preclasificación del proyecto de conformidad con la Tabla de Categorización Ambiental. La solicitud se presenta bajo un formato predefinido y acompañado de la documentación requerida según la categoría identificada y la información listada en los anexos a este documento.

En todos los casos la Secretaría General ordenará la publicación de un aviso de inicio del proceso de Autorización Ambiental, cuyo contenido, forma y momento es indicado por esta entidad. Los proyectos ubicados dentro de los límites municipales de Tegucigalpa, San Pedro Sula y Puerto Cortés, deberán ingresar su solicitud en las Unidades Ambientales (UNAs) de la alcaldía correspondiente.

C. Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO)

El CESCCO es el Organismo Técnico Científico Superior del Estado de Honduras en materia de contaminación ambiental, con capacidad institucional para estudiar y controlar los efectos de los contaminantes, así como para promover acciones tendientes a disminuir las fuentes y los efectos de estos en el ambiente nacional; desarrollando para este fin actividades de Investigación, Gestión Ambiental, Prestación de Servicios y Educación Ambiental (Decreto 013 – 99).

D. Dirección Ejecutiva de Fomento a la Minería (DEFOMIN)

Actualmente, la regulación del sector minero del país, corresponde a la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), a través de la Dirección Ejecutiva de Fomento a la Minería (DEFOMIN), la Dirección de Evaluación y Control Ambiental (DECA) y el Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO). Sin embargo, la mayor responsabilidad en el control y seguimiento de las actividades mineras recae en DEFOMIN. Esta Dirección desarrolla un programa bimensual de vigilancia ambiental y de seguridad, cuyo objetivo es reducir los impactos ambientales y los riesgos para los trabajadores y la salud de la población en las comunidades en donde se desarrollan proyectos mineros (Decreto 292-98).

Las regulaciones nacionales para disminuir el impacto de las liberaciones de plomo y otros agentes peligrosos, especialmente, en el sector minero, ha evolucionado conforme al desarrollo de la legislación ambiental y al avance tecnológico. En ese sentido, desde los

inicios de la operación extractiva en la mina de El Mochito en el año 1948 hasta finales de la década de los sesenta las descargas con residuos de plomo y otros metales se hacían directamente a la quebrada Raíces, que es uno de los afluentes principales del lago de Yojoa. Posteriormente, iniciando la década de los setenta por regulaciones internacionales la mina se obligó a construir una represa de colas denominada "El Bosque", desde ese entonces las regulaciones ambientales han venido siendo cada vez más estrictas hacia ese rubro, a lo que se agrega que en los últimos años el Gobierno ha implementado programas de gestión ambiental, encaminados al control y vigilancia de los impactos ambientales generados por esta actividad (Cálix, 2006).

Esto ha dado como resultado que las compañías adopten una serie de medidas legales y técnicas para el control de los vertidos antes de descargarlos a los cuerpos de agua, cumpliendo de ese modo con las normas técnicas nacionales y mejorando la calidad ambiental en las zonas aledañas. Adicionalmente, existe un programa de vigilancia bimensual de la calidad de las aguas superficiales subterráneas en las áreas de influencia de las operaciones mineras con el propósito de controlar mitigar y prevenir los impactos ambientales de esta actividad (DEFOMIN, 2006a).

Otras medidas de vigilancia y control incluyen: detección de fugas, medición de caudales, niveles de ruido, material particulado y gases, datos meteorológicos, recuperación ambiental y manejo forestal, vida silvestre, manejo de agua, control de escorrentías y aporte de sedimentos, control y contención de derrames, manejo de residuos sólidos y peligrosos, capacitación del personal de las Unidades Municipales Ambientales en materia ambiental minera (Cálix, 2006).

E. Secretaría de Trabajo y Seguridad Social

Corresponde a esta Secretaría la inspección de los centros de trabajo y la normalización de las actividades en materia de prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales a nivel nacional (Acuerdo STSS -053-04).

2. Medidas, estrategias y planes futuros.

A partir del análisis de la información disponible, se deduce que las fuentes de liberación de plomo en el país son numerosas y que las pautas de producción son tanto primarias como secundarias. El uso de plomo en varias actividades algunas de ellas bien identificadas y descritas en diversos trabajos científicos e informes, lo han relacionado con problemas de contaminación del aire, agua, suelo, alimentos y de riesgo para la salud de la población. En tal sentido, las principales medidas y estrategias, así como planes futuros nacionales para prevenir o controlar las liberaciones y limitar la utilización y la exposición, tienen que ir encaminadas hacia:

1. Fomentar la voluntad política para promover los cambios.
2. Capacitar una masa crítica de recursos humanos en el tema de la gestión ambientalmente adecuada de las sustancias y residuos peligrosos.
3. Crear y promover una política nacional para la gestión ambientalmente adecuada de las sustancias y residuos peligrosos a base de plomo, esto debe incluir la promulgación de una ley especial para el manejo de las sustancias y residuos peligrosos que incluya entre otras

- al plomo. La elaboración de un reglamento especial y normas especiales nacionales que definan los valores máximos aceptables de plomo en aire, suelo, alimentos, residuos sólidos y en fluidos biológicos como sangre, tanto en población laboral como general. Así como las pautas de manejo del plomo en todo el ciclo de vida, incentivos a la producción limpia y otras medidas a analizar y proponer.
4. Promover el desarrollo de inventarios nacionales para identificar las fuentes de liberación, pautas de producción, exportación e importación de plomo y en su defecto de cadmio, buscando con ello generar indicadores que sirvan de herramienta para la toma de decisiones.
 5. Promover investigaciones sobre los impactos ambientales y los efectos en la salud del plomo en aquellas zonas o actividades de mayor riesgo.
 6. Reducir las fuentes puntuales de emisión de plomo (industrias).
 7. Diseño de programas para la gestión ambientalmente adecuadas en las actividades del sector informal altamente contaminantes (talleres de baterías, recicladores de plomo, etc.)
 8. Establecer estrategias para limitar la exposición al plomo en los grupos más vulnerables, esto es niños, mujeres embarazadas, trabajadores y ancianos.
 9. Educación y sensibilización de la sociedad civil, empresarios y trabajadores sobre los riesgos para la salud de la exposición al plomo.
 10. Diseño de planes de acción para fomentar la capacidad de la sociedad civil ante los peligrosos que representa el plomo para la salud.

e) Necesidades en materia de información científica y técnica y lagunas en los datos relativos a los aspectos anteriores.

1. Metodología para generar registros sistemáticos que identifiquen las fuentes de liberación de plomo y permitan conocer con precisión las pautas de producción y utilización.
2. Técnicas para mejorar la vigilancia ambiental y epidemiológica relacionada con el plomo, especialmente en las poblaciones que se encuentran en alto riesgo.
3. Metodologías para capacitar recursos humanos calificados en métodos de evaluación y manejo de riesgo y descontaminación o remediación de sitios contaminados por plomo.
4. Investigación para la prevención de la intoxicación por plomo.
5. Metodologías y estrategias para reducir la exposición al plomo.
6. Metodologías para la reducción de liberaciones de plomo.
7. Metodologías para el control de la exposición al plomo originada en los talleres improvisados de reconstrucción y reacondicionamiento de baterías y otras actividades informales no reguladas.
8. Metodologías para evaluar la eficacia de las intervenciones.
9. Metodologías para la formulación y ejecución de planes de gestión de sustancias y residuos peligrosos.
10. Producción limpia en las actividades relacionadas con plomo.
11. Programas de entrenamiento para trabajadores con respecto al plomo.
12. Programas de entrenamiento para la población con respecto al plomo (educación comunitaria).

13. Fuentes de financiamiento para proporcionar incentivos y entrenamiento para llevar a cabo investigación estandarizada sobre prevención y control de la intoxicación por plomo.
14. Reglamentación y regulación sobre el plomo.
15. Estandarización o regulación técnica de la vigilancia ambiental y biológica en los puestos de trabajo.
16. Diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones por plomo y otros agentes.
17. Estudios enfocados a la biodisponibilidad y bioacumulación de metales pesados en compartimientos ambientales.
18. Fortalecimiento de capacidad de respuesta para el análisis de plomo en diferentes matrices, enfocado en los análisis de especiación.

Bibliografía

- Acuerdo Ejecutivo No. STSS – 053 – 04. Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales. Secretaría de Trabajo y Seguridad Social. La Gaceta No. 30,523 del 19 de octubre de 2004.
- Acuerdo No. 058. Secretaría de Salud. Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario. 9 de abril de 1997.
- Acuerdo No.084. Secretaría de Salud. Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable. 31 de julio de 1995.
- Acuerdo No. 191 – 95. República de Honduras, Secretaría de Economía y Comercio. Tegucigalpa, M.D.C, Honduras. 15 de noviembre de 1995. p3.
<http://www.ecad.ws/documentos/legislacion/HN/A-191-95.pdf>
- Aguilar, W y Alemán, D (1986). Informe sobre la situación actual del Lago de Yojoa. Secretaría de Recursos Naturales Renovables, Tegucigalpa, Honduras.
- Angel S, Bartley K, Derr M, Malur A, Mejía J, Nuka P, Perlin M, Sahai S, Torrens M, and Manett Vargas (2004). Rapid Urbanization in Tegucigalpa, Honduras Preparing for the Doubling of the City’s Population in the Next Twenty-five Years. Woodrow Wilson School of Public and International Affairs. Princeton University Princeton, NJ 08540 February 2004: 74. www.wilson.princeton.edu/research/PWReports/F03/wws591g.pdf
- Araya Chaverri Walter (2002). Reporte Nacional de Manejo de Materiales Costa Rica -2002. CNP+L, PROARCA, USAID: 86. <http://www.femica.org>
- Awad Yolanda y Ramos L (1990). Determinación de Plomo en Alimentos Enlatados. Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), División de Control de Alimentos (DCA). Tegucigalpa, Honduras. Noviembre, 1990. Control de Contaminantes / Monografía 3-90: p23.
- Baterías de El Salvador (2004). Generación de Baterías Plomo – Ácido Usados importadas desde Honduras. www.basel.int/stratplan/oewg1/projdocs/elsalvador/pptIndustry.ppt
- Banco Central de Honduras, Subgerencia de Estudios Económicos (BCH, 2005a). Comercio de Bienes de Honduras. Enero - Octubre de 2005. p14. http://www.bch.hn/download/informe_comex102005.pdf
- Banco Central de Honduras, Subgerencia de Estudios Económicos (BCH, 2005b). Exportaciones de Bienes de Honduras 2000 – 2004. Abril de 2005. p11. http://www.bch.hn/download/exportaciones_2000_2004.pdf
- Banegas, Andiranel y Zamora, Luis (2005). Identificación de las Principales Fuentes de Contaminación Ambiental en los Sectores Noreste y Sureste de Tegucigalpa. CESCCO: 45
- Cáliz, Raúl (2006). Comunicación personal “Situación de la Minería Metálica en Honduras”. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Dirección Ejecutiva de Fomento a la Minería (DEFOMIN). Jefe del Departamento de Minas y Geología. Tegucigalpa, M.D.C., Honduras, C.A., 23 de enero de 2006.
- Castañeda, C (1983). La Distribución de Plomo, Zinc y Cadmio en el Ecosistema Acuático del Lago de Yojoa, Honduras. Tesis de Grado. Universidad de Texas.
- Centro de Estudios y Control de Contaminantes CESCCO (1995). Informe sobre el monitoreo de las partículas suspendidas y plomo en la comunidad de Las Casitas. Noviembre 1995. p9.
- Corey, Germán y Galvão, Luiz (1989). Serie Vigilancia 8, Plomo. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. OPS/OMS. Metepec, Estado de México, México. 1989. p95.
- Decreto 73 – 50. Código de Comercio. República de Honduras.
- Decreto 134-90. Ley de Municipalidades. La Gaceta N° 26,292 del 19 de noviembre de 1990. Tegucigalpa, Honduras.
- Decreto 65 – 91. Código de Salud. República de Honduras.
- Decreto 228 - 93. Ley del Ministerio Público. Tegucigalpa, Honduras. 20 de diciembre de 1993.
- Decreto 104-93. Ley General del Ambiente. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente SERNA. Tegucigalpa, Honduras, 1993.
- Decreto 31 - 95. Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimiento Transfronterizos de los Desechos Peligros y su Eliminación. La Gaceta República de Honduras. Tegucigalpa, M.D.C., 28 de octubre de 1995.
- Decreto No.292-98. Ley General de Minería. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Tegucigalpa, Honduras.
- Decreto 134-99. Ley de la Procuraduría del Ambiente y Recursos Naturales (PARN). La Gaceta N°28,981 del 29 de septiembre de 1999. Tegucigalpa, Honduras.
- De Vevey E, Ramos L, Munguía L y Tarradelas J (1990). Contaminación del Lago Yojoa (Honduras) por metales pesados. CESCCO/EPFL. Tegucigalpa – Lausanne. Marzo 1990. Monografía 1-90. p55.
- De Vevey E, Bitton G, Ramos L, Munguía L and Tarradelas J (1993). Concentration and Bioavailability of Heavy Metals in Sediments in Lake Yojoa (Honduras). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 50(2) february 1993: 253 - 259.
- DEFOMIN (2006a). (DEFOMIN, 2006a). Exportaciones FOB minería metálica Honduras 2000-2005. Dirección Ejecutiva de Fomento a la Minería SERNA/DEFOMIN, 2006. p1.
- DEFOMIN (2006b) (DEFOMIN, 2006b). Resultados de los análisis de plomo y cadmio 2004-2005. Laboratorio de Metales Pesados. Dirección Ejecutiva de Fomento a la Minería SERNA/DEFOMIN, 2006. p3.
- DEI (2005). Estadísticas de Vehículos por Departamento. Dirección Ejecutiva de Ingresos http://www.dei.gob.hn/php/vehiculos_por_depto.php#
- Díaz, Saulo y Tzoc Edgardo (2004). Determinación de plomo y cadmio en agua subterránea para consumo en una comunidad de la zona sur de Honduras. Contaminación Ambiente y Salud. N°6.p.49 – 54 (2004).
- El Heraldo (2004). Contaminación de fábricas ahoga a capitalinos. 2 de julio de 2004. <http://www.elheraldo.hn/detalle.php?sec=11&fecha=2004-07-02>
- ENEE (2005). Boletín Estadístico Octubre 2005. Dirección de Planificación y Desarrollo. Subdirección de Planificación. Empresa Nacional de Energía Eléctrica.p13. http://www.enee.hn/pdfs/Bol_octubre05.pdf
- ESA, Inc, (2001). LeadCare. Sistema de Comprobación de Plomo en Sangre. Guía del Usuario. 2001. p49. www.esainc.com
- Experco Internacional (2003). Estudio de Evaluación de Auditoría Ambiental para el Cierre Técnico del Actual Botadero Municipal y la Ampliación del Sitio. Tegucigalpa, Alcaldía Municipal del Distrito Central: 102.
- Figueroa, S.M (1976). Porque se mueren los peces en el Lago Yojoa, Honduras. Tegucigalpa, Honduras. Informe.
- Fonseca, Omarilis (2003). Desarrollo de un analizador automático para la determinación del ion plomo en muestras medioambientales. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra. Mayo de 2003. Tesis Doctoral. p83. www.tdx.cesca.es/TESIS_UAB/AVAILABLE/TDX-0123104-152551/fofo1de4.pdf

- Gächter, D, Mérida, J, Becker Van Slooten, K y Tarradelas, J (2004). Evaluación de la Ecotoxicidad de un Efluente proveniente de la Industria Minera de Honduras con la Ayuda de una Batería de Bioensayo. Contaminación, Ambiente y Salud. No.6:19-34. www.cescco.gob.hn/cas.pdf
- GEO Honduras 2005. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Informe del Estado y Perspectivas del Ambiente: Geo Honduras 2005/Honduras. 1a. ed. (Tegucigalpa): Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) 2005. 172p.
- Gómez G, Padilla, A y Medina, M (2002). Exposición Laboral al Plomo. Un Estudio de Casos y Controles en Honduras. Centro de Estudios y Control de Contaminantes CESCCO, Universidad Nacional Autónoma de Honduras UNAH. 2002. p10.
- Howson Christopher, Hernández Mauricio y Rall David (1996). El Plomo en América: estrategias para la prevención. Instituto Nacional de Salud Pública de México y la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos. Primera edición, 1996. p227.
- INE (2001). Honduras: Número de Establecimientos económicos Tipo Local por Constitución Jurídica Según rama de Actividad. Tegucigalpa, M.D.C, Instituto Nacional de Estadísticas: 2.
- Instituto Nacional de Estadística INE (2002). Actualidad de comercio exterior. Exportación de plomo y zinc 1995 -2001 /p. Julio 2002. 2p.
- JICA (2002). Country Profile on Environment Honduras. Planning and Evaluation Department. Japan International Cooperation Agency. February 2002. <http://www.jica.go.jp/english/global/env/profiles/pdf/04.pdf>
- Instituto Nacional de Estadísticas INE (2005). Datos de Población. <http://www.ine-hn.org/>
- Korc, Marcelo (2001). Guías para Plomo de la OMS. OPS/OMS – CEPIS. Lima, Perú. Mayo de 2001.p11. <http://www.cepis.org.pe/bvsana/e/plomo/korc.pdf>
- López Ana, Valladares Angela, Salgado Vivian, Palma Cesar y Bú Christian (2003). Determinación de Niveles de Plomo en Sangre de Población de la Colonia Monterrey y Colonias Aledañas de Tegucigalpa. Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Tesis Profesional. 2003. p93.
- Lozano, Nery y Padilla, Alex (1991). El Lirio Acuático como Indicador Biológico en la Contaminación por Metales Pesados en el Lago de Yojoa. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Tesis Profesional. Tegucigalpa, Honduras. P92.
- Machado F y Cárcamo C, (2005). Las Industrias Extractivas: Minería un mal negocio para Honduras. Asociación de Organismos No Gubernamentales (ASONOG), Oxfam Internacional y Christian Aid. Tegucigalpa, Honduras. 138p.
- Martínez J, Mallo M, Lucas R, Alvarez J, Salvarrey A y Gristo P (2005a). Guía para la gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fundamentos Tomo I. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay, setiembre/2005: 164.
- Martínez J, Mallo M, Lucas R, Alvarez J, Salvarrey A y Gristo P (2005b). Guía para la gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fichas Temáticas Tomo I. Baterías Plomo - Ácido Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay, setiembre/2005: 27 -33.
- Mayo Medical Laboratories (MML, 2001). Lead With Demography. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS). <http://216.245.161.151/TestView.aspx?testID=8244&searchfor=lead>
- Mérida, Julio (2004). Mortandad de Peces en Honduras. Contaminación, Ambiente y Salud. No 6: 1-8. www.cescco.gob.hn/cas.pdf
- Oakley, Stewart (2005a). Lagunas de Estabilización en Honduras. Manual de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento, Monitoreo y sostenibilidad. FHIS/USAID/RRAS-CA. Junio 2005: 212. <http://www.rrasca.org/pdf/laguna.pdf>
- Oakley, Stewart (2005b). Manual de Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios en Honduras. FHIS/USAID/RRAS-CA. Junio 2005: 212.
- OIT/IPEC (2004a). Trabajo Infantil en el Botadero de San Pedro Sula, Honduras. Estudio de línea base. Primera Edición 2004. p60. <http://www.oit.org.pe/ipecc/documentos/sanpedrosula.pdf>
- OIT/IPEC (2004b). Trabajo Infantil en el Botadero de Tegucigalpa, Honduras. Estudio de línea base. Primera Edición 2004. p60. <http://www.oit.org.pe/ipecc/documentos/tegucigalpa.pdf>
- OPS/OMS (2000). La Salud y el Ambiente en el Desarrollo Sostenible. Publicación Científica No.572. p283.
- OPS/OMS (2003). Análisis del Sector Agua Potable y Saneamiento. Tegucigalpa, Honduras. Julio, 2003. p391. <http://www.rrasca.org/libro2.html>
- Padilla, Alex (2001). Determinación de Niveles Sanguíneos de Plomo en la Población Laboral de la Fábrica Baterías de Honduras. Tegucigalpa; Honduras. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes SERNA/CESCCO. 18 de julio de 2001. p42.
- Padilla, Alex (2002a). Informe de inspección a la Fábrica "Baterías Omega". Tegucigalpa, Honduras. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes SERNA/CESCCO. 17 de julio de 2002. p22.
- Padilla, Alex y Zamora, Luis (2002b). Fase I del Estudio "Identificación y Evaluación de las Fábricas y Talleres de Baterías de Tegucigalpa, M.D.C". Centro de Estudios y Control de Contaminantes CESCCO. Diciembre de 2002: 30. www.cescco.gob.hn/cas.pdf
- Padilla, Alex y Zamora, Luis (2004a). Identificación y Evaluación de las Fábricas y Talleres de Baterías de Tegucigalpa. Contaminación, Ambiente y Salud. No 6: 55-63. www.cescco.gob.hn/cas.pdf
- Padilla, Alex y Zamora, Luis (2004b). Situación ambiental del Valle de Amaratéca. CESCCO: 68.
- Padilla, Alex (2006). Serie de datos de exposición al plomo en Honduras 2001- 2005. Centro de Estudios y Control de Contaminantes CESCCO. 2006.
- Ramos L, Ferrary M, Urrea N, Alberto J, Munguía G y Tarradelas J (1994). Determinación de Trazas de Plomo y Cobre en Peces del Lago de Yojoa, Honduras. Contaminantes Químicos / Monografía 5-94. Centro de Estudios y Control de Contaminantes, COSUDE, EPFL, OPS/ECO. Noviembre1994:54 <http://www.cescco.gob.hn/informes/Determinacion%20de%20plomo%20y%20cobre%20en%20peces.pdf>
- Ramos L, Ferrary M, Urrea N, Alberto J, Munguía G y Tarradelas J (1995a). Determinación de Trazas de Plomo y Cobre en Peces del Lago de Yojoa, Honduras. Cuaderno Sobre el Estado Sanitario y Ambiental de Honduras. Centro de Estudios y Control de Contaminantes, COSUDE, EPFL, OPS/ECO. Noviembre 1995 (3): 20-24.
- Ramos L, Ferrary M, Pineda E, Hasbun C, López R, Munguía G y Tarradelas J (1995b). Lixiviación de Plomo y Cadmio en Cerámica Hondureña. Contaminantes Químicos / Monografía 8-95. Centro de Estudios y Control de Contaminantes, COSUDE, EPFL, OPS/ECO. Noviembre1995: 36.

- Ramos L, Ferrary M, López M, Amaya I, Munguía G y Tarradelas J (1997). Determinación de Niveles de Plomo, en la Población Humana Residente en el Margen Noroeste del Lago de Yojoa, Honduras. Contaminantes Químicos / Monografía 13 – 97. Centro de Estudios y Control de Contaminantes, COSUDE, EPFL. Noviembre 1997. p35.
www.cescco.gob.hn/informes/determinacion%20de%20niveles%20sanguineos%20de%20plomo.pdf
- Romieu I, Lacasaña M, McConnell R y Grupo de trabajo sobre plomo de la OPS (1996). El problema de la exposición al plomo en América Latina y El Caribe. OPS/OMS. División de Salud y Ambiente. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Serie Ambiental No.16. Metepec, Estado de México, México, 1996. p34.
- Romieu I, Lacasana M, Rob McConnell and the Lead Research Group of the Pan-American Health Organization (1997). Lead Exposure in Latin America and the Caribbean. Pan American Center for Human Ecology and Health, Division of Health and Environment, Mexico City, Mexico. Environmental Health Perspectives Volume 105, Number 4, April 1997.
<http://ehp.niehs.nih.gov/members/1997/105-4/romieu-full.html>
<http://www.insp.mx/Portal/MSP/fundamentos/pdf/Romieu-12.pdf>
<http://ceprode.org.sv/pdf/docs-0702/spa/doc11120/doc-11120.htm>
- Romieu I. Lacasana M. McConnell R. Lead exposure in Latin America and the Caribbean. Environ Health Persp 1997;105:398-405.
- Resolución 09-91. Lista de Agroquímicos Restringidos y prohibidos en Honduras. Legislación de Plaguicidas en Honduras, Compendio/Tegucigalpa; PLAGSALUD /OPS/ OMS, 2000 (5).
<http://www.msinfo.com/Documentos/dl/AGROQUIMICOSPROHIBIDOSYRESTRINGIDOSENCENTROAMERICA.doc>
- Rivera, María (1997). Prevalencia de la Intoxicación por Plomo en Escuelas Públicas de Tegucigalpa. Revistas Médica Hondureña. Vol. 65 No.3 – 1997: 51 – 55.
- Rivera, María (1998). Efectos de la Intoxicación por Plomo en Niños Escolares de Tegucigalpa. Revistas Médica Hondureña. Vol. 66 No.4. – 1998: 135 – 139.
- Sabillón, D y Chinchilla, W (2004). Monitoreo de la Calidad del Aire en Tegucigalpa y Comayagüela. Contaminación, Ambiente y Salud. No 6: 9 - 18. www.cescco.gob.hn/cas.pdf
- Salatic, Vladimir (2005). El proceso de flotación en la compañía minera American Pacific AMPAC Honduras. Conferencia brindada en el IV Seminario de Minería y Ambiente. Auspiciado por DEFOMIN. Miércoles 16 de febrero de 2005.
- SBC (2002). Secretaría de la Convención de Basilea. Taller Regional “Manejo Ambientalmente Adecuado de Desechos Baterías Ácido- Plomo Usados en Centroamérica y El Caribe. Centro Regional de Basilea para Centroamérica y México. El Salvador 18, 19 y 20 de noviembre de 2002. www.abinee.org.br/informac/arquivos/inffin.pdf
- SERNA (1994). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA). La Gaceta No.27,291 del 5 de marzo de 1994.
- SERNA (2002). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Proceso de Categorización Ambiental. Acuerdo No. 1085-2002. www.serma.gob.hn/deca
- SERNA/CESCCO (1995). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes. Informe sobre el monitoreo de partículas suspendidas y plomo en la comunidad de Las Casitas. Tegucigalpa, Honduras. Noviembre, 1995. p8.
- SERNA/CESCCO (1997). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes Informe de Auditoría Ambiental a la empresa Trefiladora Centroamericana, S.A. de C.V “TREFICA”, Choluteca, Honduras. Agosto, 1997. p35.
- SERNA/CESCCO (1999). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes Informe sobre investigación realizada a la Fábrica “Baterías de Honduras”, plantel Jacaleada. Tegucigalpa, Honduras. Junio, 1999. p8.
- SERNA/CESCCO (2000). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes, Unidad de Contaminantes Atmosféricos. Análisis de plomo en aire de la Fábrica Baterías de Honduras, Plantel Jacaleada y lugares circunvecinos. Tegucigalpa, Honduras. 2000. p1.
- SERNA/CESCCO (2001). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes, Unidad de Contaminantes Atmosféricos. Análisis de plomo en aire de la Fábrica Baterías de Honduras, Plantel Jacaleada. Tegucigalpa, Honduras. 12 diciembre 2001. p3.
- SERNA/CESCCO (2002a). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes. Informe de Inspección a las instalaciones donde anteriormente funcionó la fábrica “Baterías Lightning”. 18 de abril, 2002. p27.
- SERNA/CESCCO (2002b). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes. Informe de análisis realizados a las instalaciones donde anteriormente funcionó la fábrica “Baterías Lightning”. 19 de diciembre, 2002. p19.
- SERNA/CESCCO (2002c). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes. Informe del primer seguimiento de la Auditoría Ambiental a la Industria Trefiladora Centroamericana, S.A. de C.V “INTREFICA”, Choluteca, Honduras. diciembre, 2002. p22
- SERNA/CESCCO (2003a). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes. Informe de Inspección a la Empresa Superior Manufacturing Company, S.A. Valle de Amateca, Distrito Central. 9 de enero de 2003: p5.
- SERNA/CESCCO (2003b). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes. Informe de resultados del muestreo realizado en las instalaciones donde anteriormente funcionó la fábrica “Baterías Lightning”. 2 de mayo, 2003. p11.
- SERNA/CESCCO (2004). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes. Informe de Inspección, control y seguimiento a la mina El Mochito, American Pacific Honduras (AMPAC). 25 de octubre de 2004: 22.
- SERNA/CESCCO (2005a). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes. Plomo en suelo de terreno contiguo a ANDIFAR. 27 de junio de 2005.
- SERNA/CESCCO (2005b). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Centro de Estudios y Control de Contaminantes, Unidad de Contaminantes químicos. Resultados de los análisis de cadmio y plomo 2005. Tegucigalpa, M.D.C, Honduras, C.A. 17 de enero de 2006.
- Sandoval, Sigfrido (2005). La Verdad sobre la llamada contaminación de las aguas del Lago de Yojoa. Ciencia y Tecnología. UNAH. Junio 2005 (15): 1-17.
- Sbert, Carla (2004). Una gestión ambiental efectiva en El Salvador, Honduras, Nicaragua, Guatemala y Costa Rica: Informe preliminar para discusión. Unisfera Internacional Centre. Montreal, Environment Canada : 56.
http://www.unisfera.org/IMG/pdf/Elementos_para_una_gestion_ambiental_efectiva_en_el_CA5.pdf

- Staff of World Resources Program (WRP, 2001). Laden With Lead. http://earthtrends.wri.org/pdf_library/features/ene_fea_lead.pdf
- Tarradellas, Joseph (2004). 28 ans de coopération scientifique et technologique en environnement. Journées scientifiques de la coopération EPFL. 12-13 février 2004. EPLF-ENAC-ISTE-CECOTOX. p17.
- UNDP (2003). Informe sobre Desarrollo Humano, Honduras 2003. p250. <http://www.undp.un.hn/indh/dh/2003.htm>
- UNEP (2004). Regional Awareness Raising Workshop on Mercury Pollution. A global problem that needs to be addressed. Buenos Aires, Argentina, 13 – 16 September 2004. 265p. <http://www.chem.unep.ch/mercury/workshops/Buenos-Aires-proceedings-final.pdf>