

CAPITULO 4

“RESULTADOS”



CAPÍTULO 4: RESULTADOS

4.1 RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE SOBRE PCBs E INVENTARIOS DE PCBs, EN EL PAÍS Y A NIVEL INTERNACIONAL

4.1.1 INVENTARIOS NACIONALES DE PCBs

La información relativa a inventarios de PCBs en Chile realizados hasta la fecha es escasa, correspondiendo principalmente a estudios promovidos por CONAMA. Se han identificado seis estudios con distintas coberturas y objetivos, que pueden dar una perspectiva histórica de cómo ha sido enfrentado el problema de los PCBs (ascareles o askareles) en el país. La mayor parte de los estudios tiene una cobertura regional y sólo tres tienen cobertura nacional, aunque también con algunas limitaciones. La estrategia utilizada por estos estudios consistió en el envío de encuestas a las empresas, con una posterior fiscalización in situ, la que en algunos de los casos, fue llevada a cabo con ayuda de los Servicios de Salud. Es decir, corresponden en general a metodologías que sustentan su confianza en la información entregada por los propios usuarios (encuestados). Entre ellos podemos indicar los siguientes:

- **Informe técnico sobre el problema de los ascareles en Chile, eliminación de los que se encuentran almacenados.** Este es el primer estudio de PCBs que se realizó en Chile, producto de la aplicación de la Res. Ex. N° 610/SSEG (Superintendencia de Servicios Eléctricos y de Gas) con fecha de 3 de Septiembre de 1982, que prohíbe el uso y reemplazo de PCBs como fluidos dieléctricos en equipamiento eléctrico.
Este estudio se centra en la discusión que se dio en la época, relativa al problema del uso y manejo de los PCBs, ante los recientes descubrimientos de sus efectos perjudiciales para la salud. La tendencia a nivel mundial de suspender su fabricación y uso en países industrializados como Japón y E.E.U.U, llamó la atención de las autoridades de la época, dictándose la resolución mencionada anteriormente. En esa época, la SSEG realizó un inventario del uso de PCBs en equipamiento eléctrico en 31 empresas. Los resultados de este estudio señalaron que en las empresas catastradas existían 269.742 litros de PCBs en uso y 12.690 litros de PCBs almacenados.
- **Estudio sobre la presencia y usos de PCBs en el país.** Este estudio se realizó en el marco de una práctica profesional de dos meses llevada a cabo en la CONAMA por un estudiante en práctica. Su objetivo fue identificar los usos de diferentes productos que pueden contener PCBs, además de los fluidos dieléctricos de transformadores y condensadores, es decir, productos no incluidos en la Res. Exc. N° 610/SSEG. Las principales conclusiones de este estudio indicaron la existencia de algunos

productos que contienen PCBs en su composición, pero que cumplirían con la norma internacional que prescribe que éstos deben tener concentraciones inferiores a 50 ppm de PCBs, según norma USEPA (UNEP, IOMC, 1999). Estos sistemas de clasificación de fluidos y materiales que contienen PCBs son utilizados tanto como herramienta de priorización de actividades de manejo, como también para establecer condiciones de uso y trabajo seguro. Uno de estos sistemas es el utilizado por la USEPA, denominado “Sistema de ppm”, el cual indica que entre 5 a 50 ppm nos encontramos ante una “contaminación por PCBs potencialmente regulada”. (UNEP, IOMC, 1999).

Los principales usos detectados correspondieron a aditivos que contenían PCBs y que eran utilizados por una fábrica de plastificantes encuestada.

- **Diagnóstico regional sobre presencia y situación de contaminantes orgánicos persistentes (COPs) como existencias obsoletas.** Realizado por la CONAMA de la Región de Coquimbo el año 2000. El objetivo fue cuantificar la cantidad de sustancias químicas peligrosas que se encuentran almacenadas como desechos en la industria. Se incluyó una amplia gama de actividades industriales desarrolladas en la Región de Coquimbo, y los resultados indicaron que la cantidad de PCBs como desechos, es sólo una pequeña fracción del universo de sustancias declaradas por las empresas, representando el 1,3% del total de sustancias líquidas obsoletas presentes en la región, con un volumen de 200 litros de Ascareles (CONAMA IV Región, 2000). Este tipo de iniciativa ha sido puntual, y no se ha repetido en otras regiones del país.

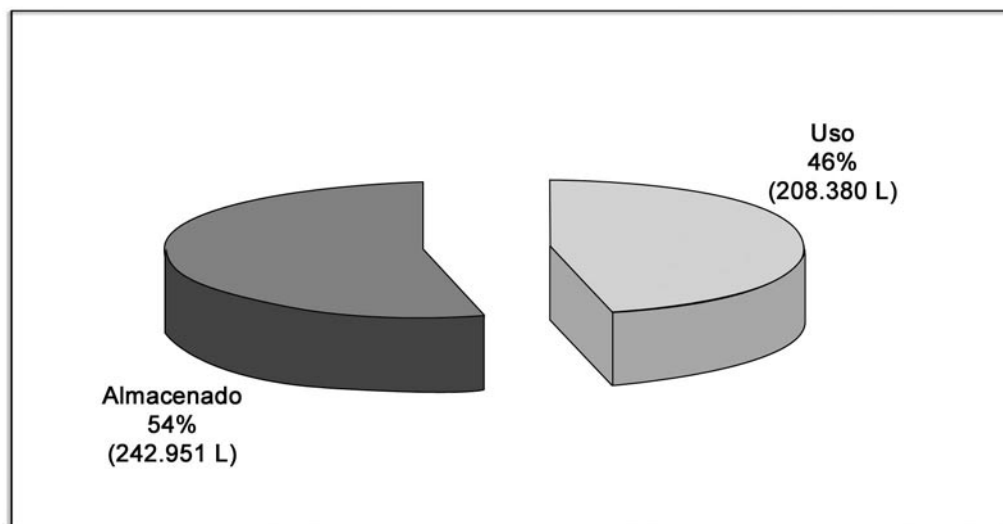
- **Catastro preliminar de PCBs en las Regiones II y Metropolitana.** El objetivo principal de este estudio fue la elaboración de un catastro de PCBs en dos regiones del país, centrando la atención en los PCBs utilizados en fluidos dieléctricos de equipos transformadores y condensadores, tanto en los equipos que se encuentran en uso, como en los equipos dados de baja. La metodología de trabajo se definió a través de una inspección de empresas seleccionadas en base a los mayores consumos eléctricos, y a criterios de antigüedad (empresas instaladas con anterioridad al año 1982). El principal aporte de este estudio fue definir una estrategia conceptual para la elaboración de futuros inventarios. Los resultados concretos en la II región son bastante limitados, no así en la Región Metropolitana, donde se estableció una cantidad de 71.533 litros de askareles en uso y 1.135 litros almacenados. En cuanto a los materiales contaminados con PCBs se obtuvo un total de 556.908 Kg distribuidos en 140.319 Kg en la Segunda Región y 416.589 Kg en la Región Metropolitana.
- **Encuesta de la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC).** Se aplicó el año 2000 a las empresas de generación y distribución eléctrica a nivel nacional y la información no fue corroborada por inspecciones in situ. Este estudio fue una segunda aproximación a nivel nacional para evaluar las cantidades de PCBs en uso y almacenadas en las empresas de generación y distribución de energía eléctrica en Chile, y fue utilizada en la elaboración del diagnóstico nacional de Contaminantes Orgánicos Persistentes realizado el año 2000-2001. En la Tabla 1 se muestra un resumen cuantitativo por regiones de las cantidades señaladas por las empresas de distribución y generación de energía eléctrica a nivel regional.

TABLA 1: VOLUMEN DE ASCARELES EN USO Y ALMACENADOS EN EMPRESAS DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN CHILE (SEC, 2000)

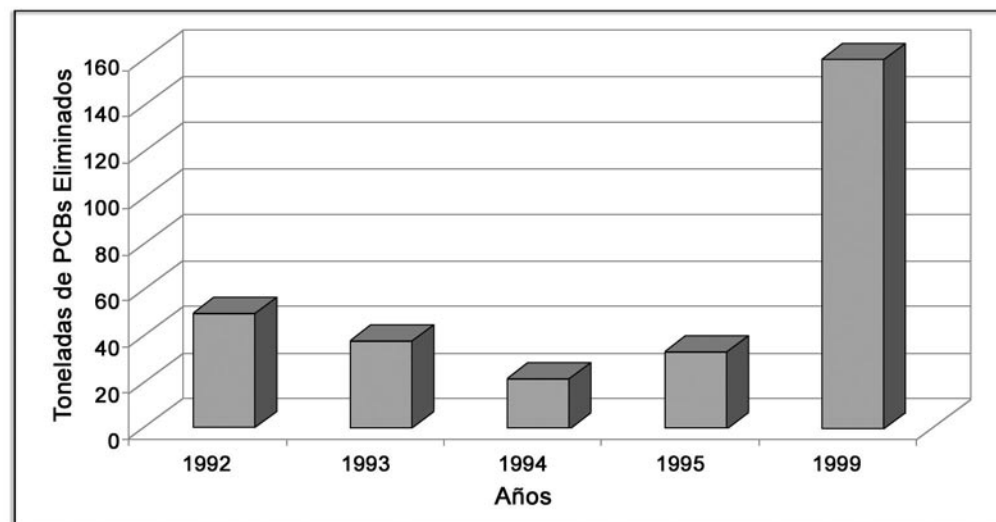
REGIÓN	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Uso (L.)	945	27	1.474	1.182	1.555	10.182	769	173	13.136	450	1.187	0	*
Almacenado (L.)	0	0	40	74	0	77	0	270	3374	0	0	0	
Total	945	27	1.514	1.256	1.555	10.259	769	443	16.510	450	1.187	0	

(*) Volumen desconocido

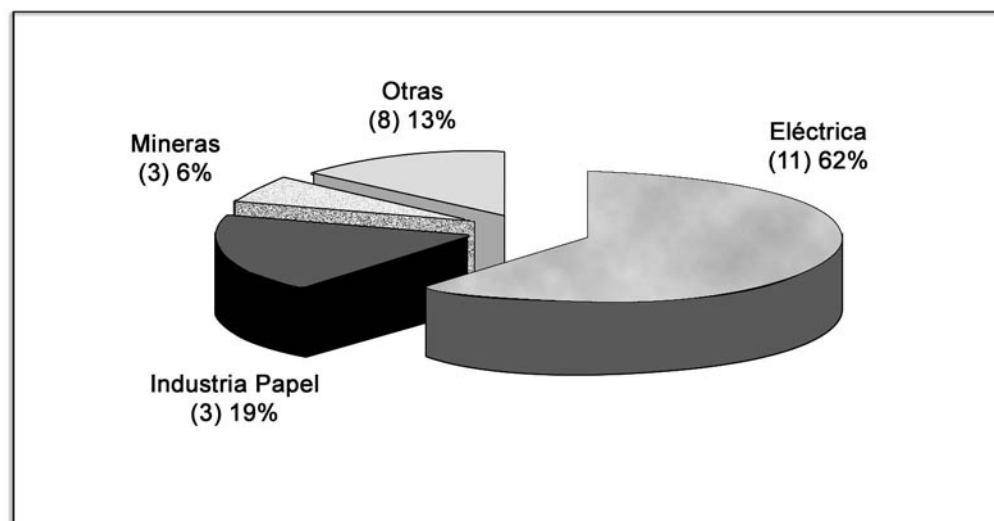
- **Diagnóstico Nacional de Contaminantes Orgánicos Persistentes.** Este estudio se realizó en los años 2000-2001 y fue ejecutado por el Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile de la Universidad de Concepción. En este se recogieron las experiencias de los estudios anteriores y se desarrollaron, en conjunto con CONAMA y los Servicios de Salud, una serie de encuestas con visitas inspectivas a distintas empresas e industrias localizadas en las regiones II, III, V, R.M., VIII y X. El estudio incluyó mediciones experimentales de PCBs en suelo (acículas de pino y bivalvos), en diversos lugares del país. En este estudio se pudo determinar que la cantidad de PCBs en uso y almacenados, era de 208.380 (46 %) y 242.951 (54 %) litros respectivamente, totalizando 451.331 litros.

FIGURA 1: PCBs EN CHILE*Fuente: CONAMA-EULA 2001*

Además, el Diagnóstico Nacional de Contaminantes Orgánicos Persistentes obtuvo información sobre los PCBs eliminados (exportados para su eliminación) por algunas empresas del país durante la década del 90 (cerca de las 300 toneladas) (Fig. 2). Durante el año 1999 se eliminó el 53% de todos los PCBs eliminados en el período, lo que concuerda con el creciente interés por la problemática de los PCBs en estos últimos años. Es importante indicar que los PCBs eliminados, corresponden a los presentes en transformadores y condensadores eléctricos.

FIGURA 2: CANTIDAD DE PCBs ELIMINADOS EN CHILE*Fuente: Hidronor Chile S.A.*

Si se analizan las 25 empresas que eliminaron PCBs hasta el año 1999, éstas están constituidas mayoritariamente por eléctricas e industrias de papel.

FIGURA 3: DISTRIBUCIÓN DE LA CANTIDAD DE PCBs ELIMINADOS POR TIPO DE EMPRESA*Fuente: Hidronor Chile S.A. 2000*

4.1.2 NIVELES AMBIENTALES DE PCBS EN CHILE

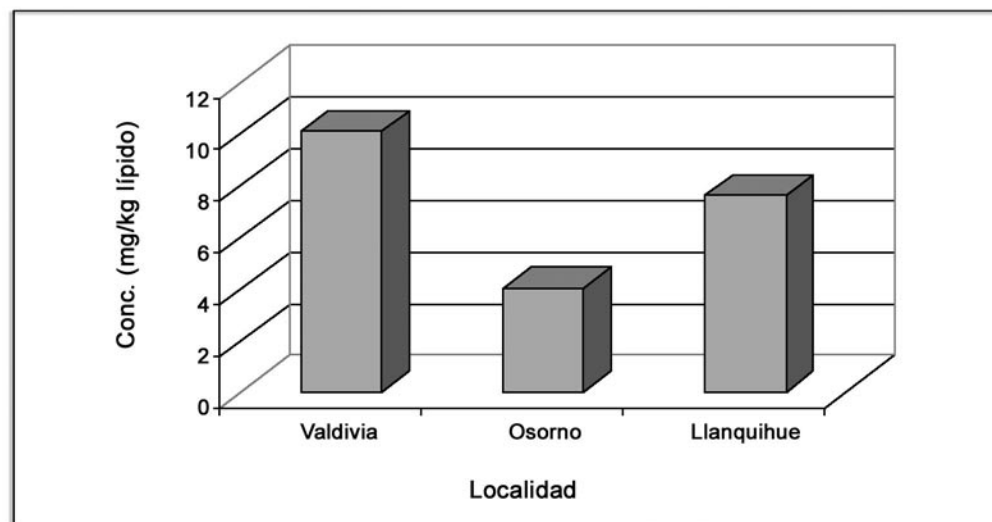
En general, la información relativa a la presencia de PCBs en distintos compartimentos ambientales en Chile ha sido muy escasa. Sin embargo, se ha logrado coleccionar información desde diferentes fuentes. La comprobación de los resultados es muy difícil, debido principalmente a que los congéneres de PCBs analizados son muy variados y las metodologías utilizadas para su detección son muy diferentes. La información analizada corresponde a resultados de investigaciones realizadas durante la década de los noventa, por lo que puede considerarse a ésta como información actualizada.

Los trabajos de niveles ambientales de PCBs en Chile, son recolectados por primera vez en el Diagnóstico Nacional de COPs (2001) y posteriormente por la “Evaluación en base regional de sustancias tóxicas persistentes en la región occidental y oriental de Sudamérica (UNEP, 2002)”.

4.1.2.1 PCBs en humanos

En 1990 se realizó un estudio en 540 muestras de leche materna proveniente de 180 mujeres en lactancia (50% de zonas urbanas y 50 % de zonas rurales) en la X región (Tamayo et al., 1990) (Fig. 4). La edad de las mujeres fluctuó entre los 16 y 37 años; se tomaron 3 muestras a cada mujer después del parto con un intervalo de 20 días, los resultados mostraron que el porcentaje de mujeres donde se detectó la presencia de PCBs es bajo, sólo un 18.3% del total de personas analizadas, en comparación con países desarrollados que presentan elevados niveles de contaminación ambiental por PCBs, donde el porcentaje de mujeres con presencia de PCBs en leche materna bordea generalmente el 90% (Gladden 1988). Las concentraciones detectadas fueron sin embargo elevadas, alcanzando un valor máximo de 9 ppm.

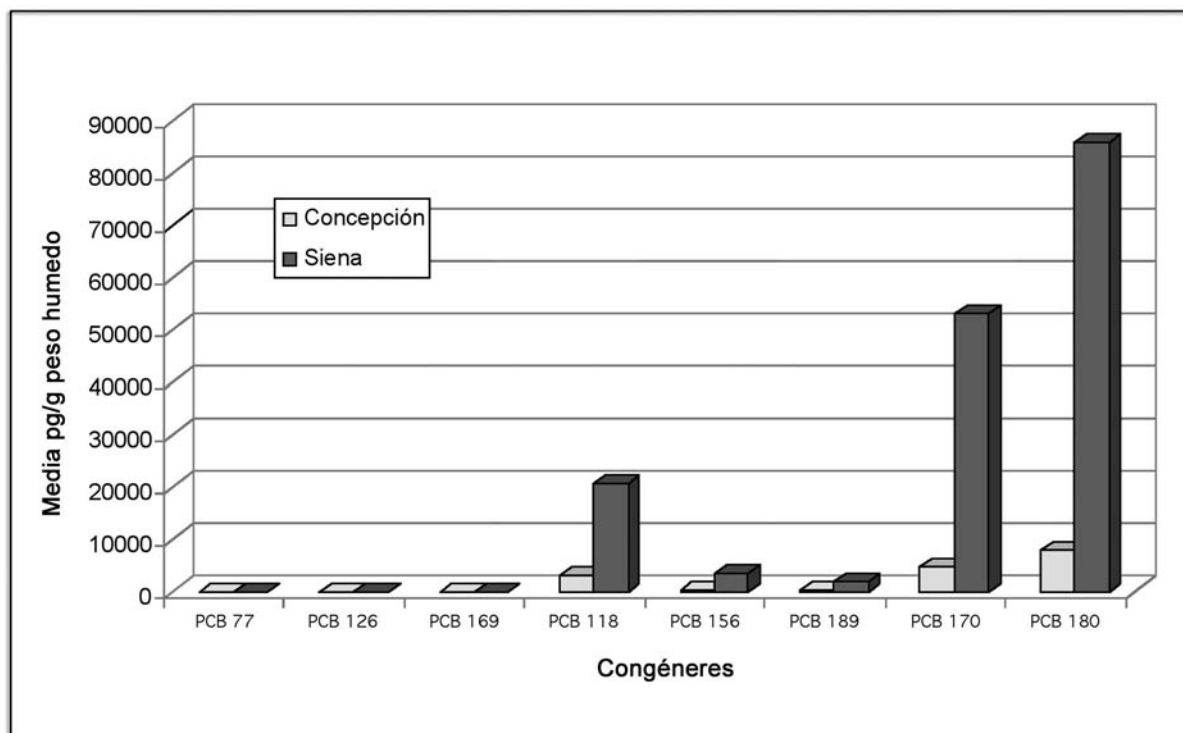
FIGURA 4: NIVELES DE PCBs (AROCLOR NO ESPECIFICADO) PROMEDIOS EN LECHE MATERNA EN LOCALIDADES DE LA X REGIÓN



Entre 1996-1997, se estudiaron los niveles de PCBs en tejido adiposo de mujeres (21-40 años) en la ciudad de Concepción (VIII región) comparándolos con el mismo tipo de muestras obtenidas en la ciudad de Siena Italia (Mariottini et al, 2000) (Fig. 5). Los resultados indicaron que los niveles de PCBs en mujeres chilenas es mucho menor que las mujeres italianas. Las concentraciones de PCBs en tejido adiposo de las mujeres de Siena fue de 400 ng/g peso lipídico, mientras que, para la población de Concepción fue de 53 ng/g peso lipídico. Lo interesante es que no solamente los niveles fueron bajos sino que los equivalentes tóxicos para aquellos congéneres coplanares o mono orto-sustituídos, fueron mucho más bajos en las mujeres de Chile que en las italianas, indicando que la exposición a PCBs es más baja en la población chilena.

FIGURA 5: NIVELES DE PCBs EN GRASA EN CONCEPCIÓN-CHILE Y SIENA-ITALIA

Fuente: Mariottini Et Al. 2000



4.1.2.2 PCBs en Biota

Muñoz y Becker (1999) publicaron un estudio en huevos de aves de diferentes regiones costeras de Chile (Tabla 2). Este estudio estaba orientado a comparar los niveles de PCBs en huevos de aves, considerando que las aves se encuentran en el vértice de la cadena trófica y, por lo tanto, presentan un elevado potencial de biomagnificación. Además, la idea era comparar los niveles de algunos congéneres de PCBs en áreas con distinto impacto antrópico. Los huevos se presentan, en este sentido, como excelentes indicadores de contaminación por este tipo de compuestos debido a su elevado contenido en grasas y, por lo tanto, a su elevado potencial de bioacumulación de sustancias lipofílicas.

Más Información adicional sobre esta matriz, se presenta en el trabajo reciente de Muñoz et al. y (2003), donde se analizó el contenido de PCBs en huevos de tres especies de aves marinas: *Larus patagonicus* (gaviota austral), *Larus dominicanus* (gaviota común) y *Phalacrocorax olivaceus* (cormorán) de las localidades de Isla Quiriquina, (Concepción), Río Angachilla y Río Cruces (Valdivia), respectivamente.

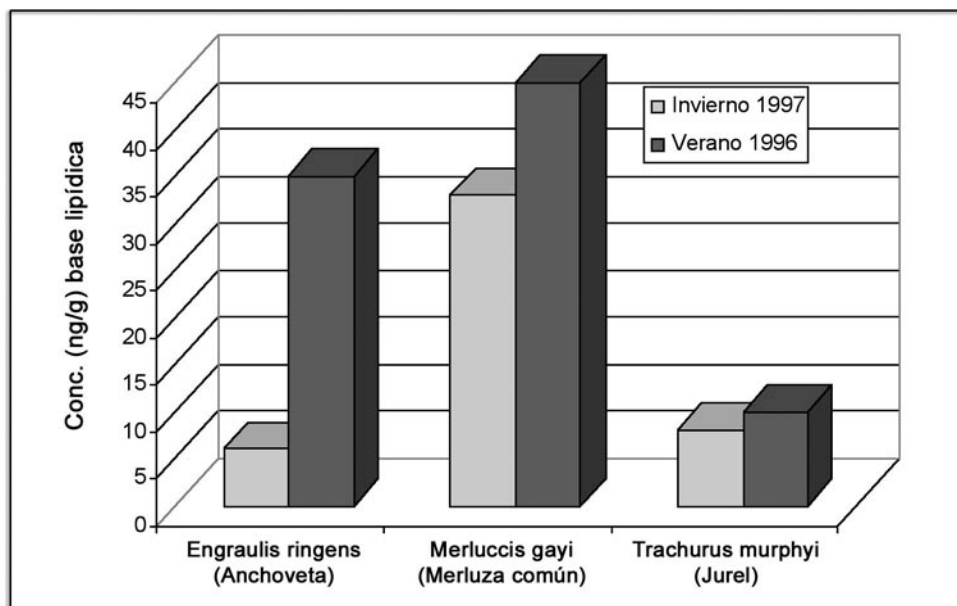
TABLA 2: NIVELES PROMEDIOS DE PCBs TOTALES (PCB 28, 52, 101, 118, 153 Y 180) EN AVES (ng/g EN PESO FRESCO).

REGIÓN	<i>L. Dominicanus</i> ^a	<i>L. Dominicanus</i> ^b	<i>L. Patagonica</i> ^b	<i>P. Olivaceosus</i> ^b
V	245			
VIII	217		12	54
X	128	53		151
XII	143			

^a Muñoz y Becker (1999); ^b Muñoz et al. (2003)

En el año 1996, Fuentealba hace un estudio del nivel de PCBs en tres especies de peces pertenecientes a tres niveles de una cadena trófica del área costera de la VIII región. Este trabajo estuvo orientado a verificar si se operaban cambios en los niveles de PCBs en tres especies de peces de amplia distribución en Chile central, pero ubicados en niveles tróficos ligeramente diversos. Además, debido a que corresponden a especies de consumo humano, se quiso verificar si existían niveles de PCBs que sobrepasaran los niveles impuestos a nivel internacional por la FAO (Fig. 6). Ninguna de las especies de peces analizadas sobrepasó las recomendaciones de FAO para niveles de PCBs en tejidos. Las mayores concentraciones fueron observadas en la estación de verano para las tres especies analizadas, de las cuales la merluza común presentó los niveles mas elevados.

FIGURA 6: NIVELES PROMEDIOS DE PCBs TOTALES (PCB 60, 95, 101, 110, 118+149, 128, 138, 146, 151, 153, 170, 178, 183, 185 Y 187) EN PECES MARINOS.



De acuerdo a Muñoz y Becker (1999), las concentraciones de PCBs en aves son muy bajas, a un nivel que no compromete la salud de las especies. Las concentraciones encontradas por ellos son dos órdenes de magnitud más bajas que las observadas tanto en la zona de los grandes lagos de Norteamérica, como en el mar del norte en Europa. La misma conclusión se observa en el trabajo de Fuentealba (1996), cuando compara los resultados obtenidos en peces capturados en las costas de la VIII región, con aquellos de otras áreas del mundo.

Focardi et al. (1996), en conjunto con investigadores del Centro EULA estudió el contenido de PCBs en tejidos de aves y peces en la cuenca y desembocadura del río Bío-Bío, con el objetivo de verificar la existencia de gradientes de contaminación por PCBs y otros compuestos organoclorados a lo largo del curso principal del río Bío-Bío (Figuras 7 y 8).

FIGURA 7: NIVELES DE PCBs TOTALES (PCB 52, 95, 118, 128, 138, 146, 149, 151, 153, 170, 174, 180, 183, 187 Y 196) EN PECES DE RÍO EN LA VIII REGIÓN.

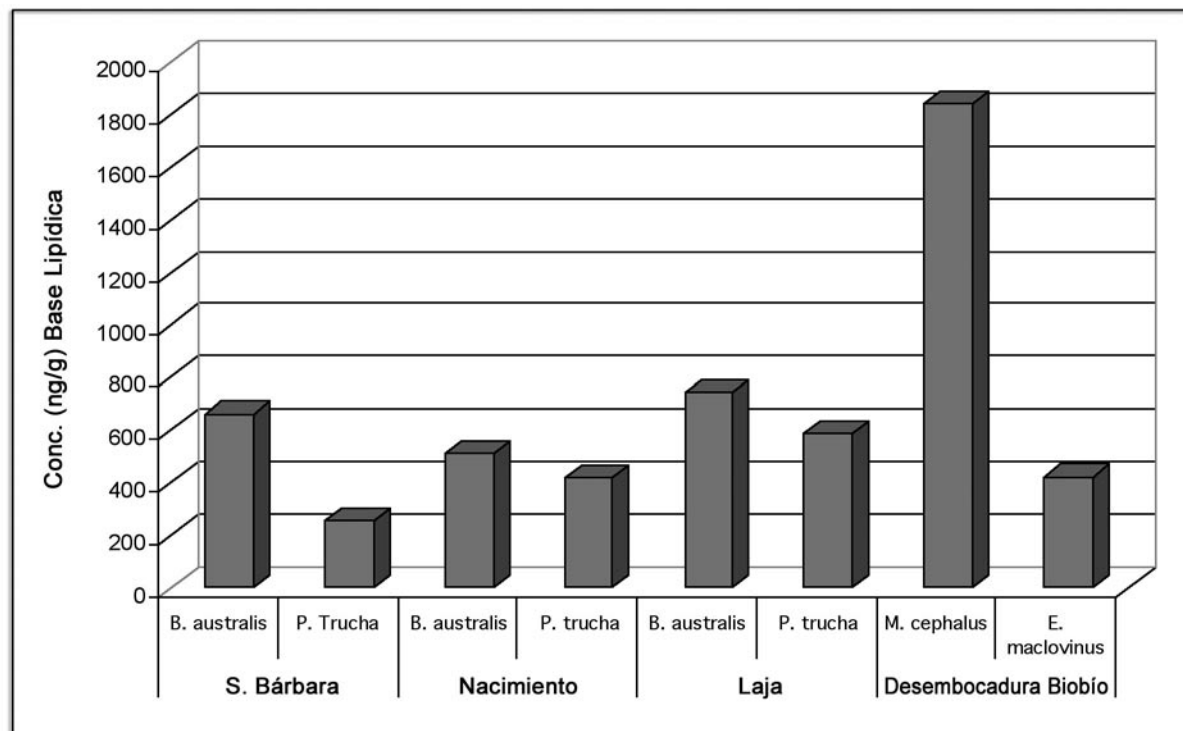
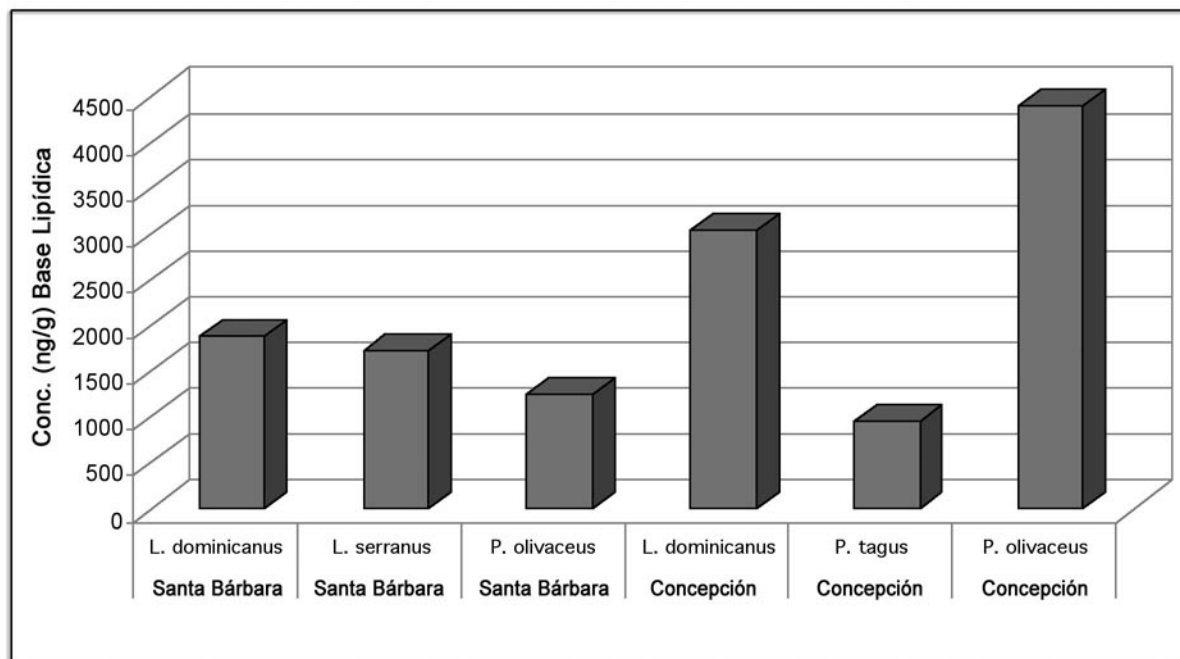


FIGURA 8: NIVELES DE PCBs TOTALES (PCB 52, 95, 118, 128, 138, 146, 149, 151, 153, 170, 174, 180, 183, 187 Y 196) EN AVES DEL RÍO BÍO-BÍO DE LA VIII REGIÓN.

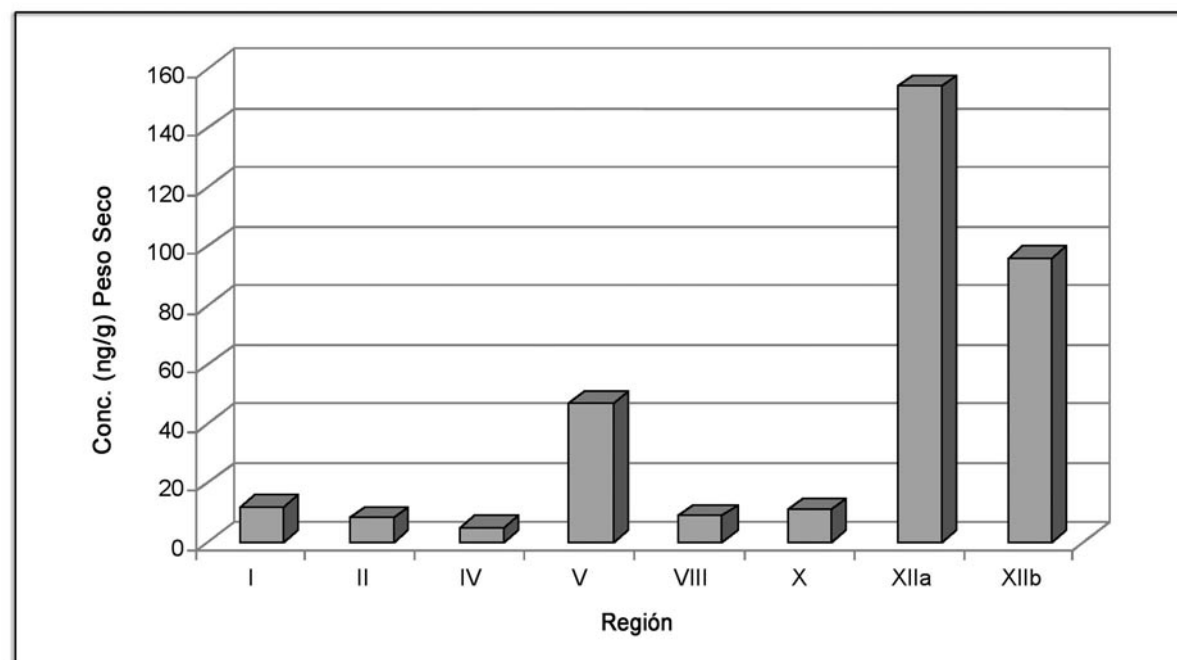


De los datos presentados, se desprende que, salvo excepciones (como es el caso de la desembocadura del río Bío-Bío en la VIII región, que corresponde a un área fuertemente industrializada), los niveles de PCBs son bajos. Lo interesante es que la acumulación de PCBs es dependiente de los hábitos alimenticios de los organismos analizados, por ejemplo, los niveles más elevados corresponden a especies detritívoras (*M. cephalus* y *P. olivaceus*).

En el proyecto International Mussel Watch Program de 1991, iniciativa global para la medición de distintos contaminantes en áreas costeras, donde también se incluyó a los PCBs en diferentes regiones de Chile (I, II, IV, V, VIII, X y XII), se utilizó como especies indicadoras tres tipos de bivalvos, *Perumytilus purpuratus*, *Aulacomya ater* y *Choromytilus chorus* (Fig. 9)

FIGURA 9: DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE PROMEDIOS DE PCBS TOTALES (PCB 28, 31, 44, 49, 52, 101, 105, 110, 118+149, 138, 153, 180, 187+182+159, 189) POR ESPECIE. *PERUMYTILUS PURPURATUS* (I, II, V Y VII REGIÓN), *AULACOMYA ATER* (IV, X Y XIIa REGIÓN) Y *CHOROMYTILUS CHORUS* (XIIb REGIÓN). (FUENTE: MUSSEL WATCH PROGRAM 1991)

Fuente: Mussel Watch Program 1991.

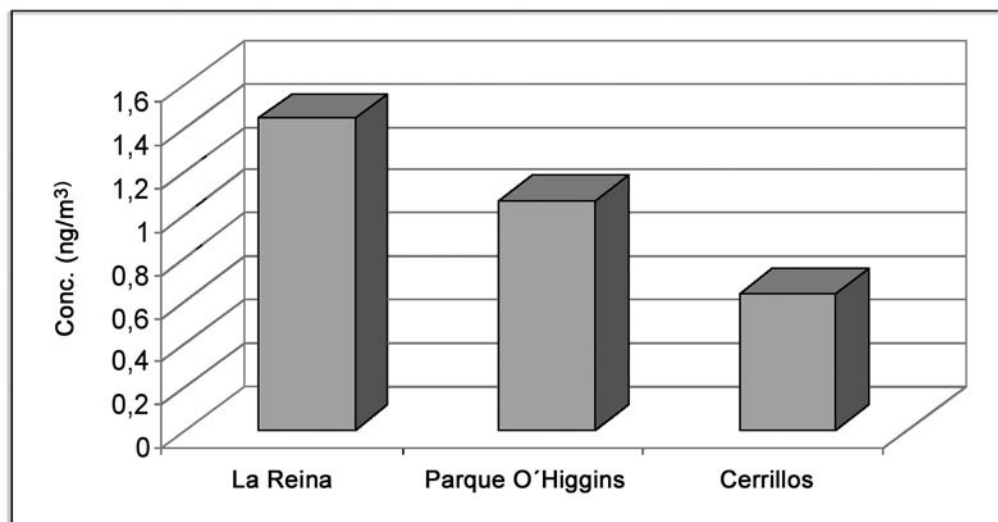


Para el caso de los moluscos bivalvos, los proyectos Diagnóstico Nacional de COPs 2000-2001 e International Mussel Watch Program 1991 (Fig. 9) obtuvieron resultados que son muy interesantes, específicamente en la distribución de los congéneres de PCBs analizados (mayor concentración de congéneres más livianos), observándose un claro gradiente de concentraciones a nivel latitudinal, encontrándose las concentraciones más elevadas en la zona de Punta Arenas. Esto podría estar reflejando la ocurrencia de procesos tales como el transporte atmosférico a gran escala (Barra et al. 2002a).

4.1.2.3 PCBs en Aire

Los estudios de niveles de PCBs en aire se han centrado en centros urbanos. El primer estudio se realizó en la ciudad de Santiago (CENMA, 2001), y tuvo como objetivo implementar la metodología de análisis de PCBs en aire y entregar una primera aproximación de los niveles de PCBs (Fig. 10) en una ciudad que ha sido considerada como una de las más contaminadas del mundo.

FIGURA 10: CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE PCBs TOTALES (PCB 1, 10, 19, 54, 104, 155, 189, 202, 206 Y 209) EN EL AIRE (PARTICULADO Y DISUELTO) DE SANTIAGO



Los niveles de PCBs detectados en La Reina corresponden a mediciones realizadas durante el invierno y se ubican en un rango de concentración de 1,08 – 1,74 ng/m³. Dichas mediciones estarían indicando una eventual cota superior de concentración en esta zona, debido a las condiciones particulares de poca ventilación y dispersión de contaminantes en la cuenca que se registra durante el período invernal. Por otra parte, se aprecia una mayor contribución de los congéneres di, tri, tetra y penta cloro bifenilos en el sector de La Reina, en relación con los mismos congéneres encontrados en el sector de los Cerrillos y Parque O'Higgins. De acuerdo al catastro de fuentes, esto podría atribuirse a la presencia cercana a ese sector de establecimientos que reparan transformadores, hecho que indicaría una posible influencia de transporte atmosférico. Sin embargo, concluyen que de los resultados obtenidos, estos no permiten establecer una estacionalidad, ni tampoco una temporalidad para los PCBs en la región, aunque se puede destacar, a partir de ellos, la clara presencia de estos contaminantes en la atmósfera urbana.

En otro estudio, Mandalakis y Stephanou (2002) analizaron los PCBs presentes en la fase particulada (PM 2.5) de las ciudades de Santiago y Temuco, encontrando valores de 1,8 y 1,4 ng/m³ respectivamente. Estos niveles son uno o dos órdenes de magnitud más elevados que en otras ciudades del hemisferio norte (Tabla 3). Sin embargo, los perfiles de ambas urbes son similares entre sí, con un marcado predominio de PCBs con un bajo número de cloración (Fig. 11). Según estos autores, la posible fuente de estos PCBs en el aire podría ser el uso de las formulaciones comerciales Clophen A30 y Aroclor 1230, ya que la correlación entre los perfiles de las muestras de aire y las formulaciones comerciales son de 0,89 y 0,93 para el Clophen A30 y Aroclor 1232 respectivamente.

Estos resultados son una alarma para ambos centros urbanos, debido a que el material particulado (PM 2,5) es respirable, y las altas concentraciones encontradas tendrían un efecto directo sobre la salud humana, situación que hasta el momento no ha sido evaluada.

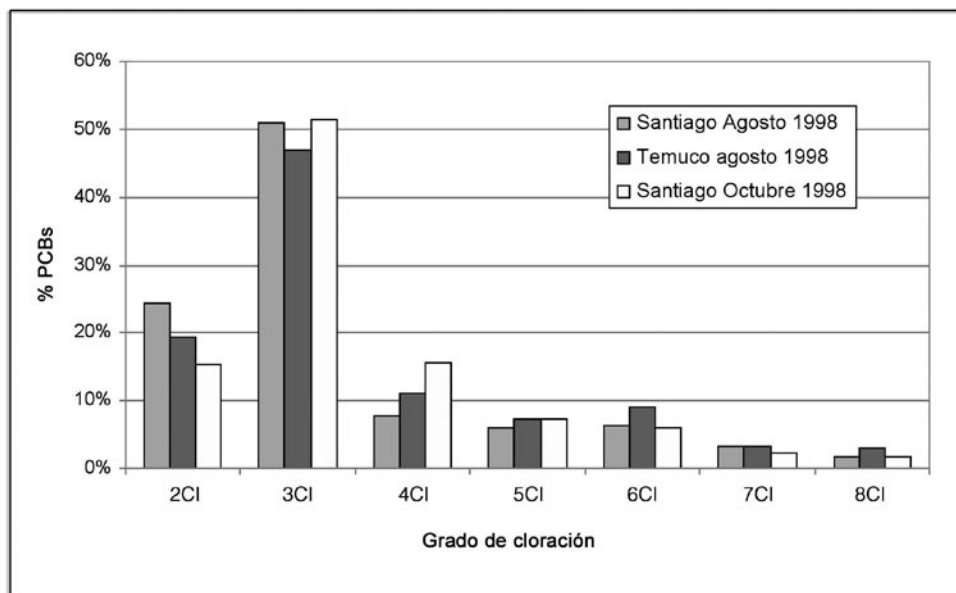
TABLA 3: COMPARACIÓN DE NIVELES DE PCBs EN LA FASE PARTICULADA DEL AIRE (PM 2.5)

Fuente: Modificado de Mandalakis and Stephanou, 2002

Estudio	Conc. ng/m ³
Baltimore MD. USA	0,02
Chesapeake Bay MD. USA	0,034
New Brunswick NJ USA	0,02
Jersey City NJ. USA	0,058
Raritan Bay NJ. USA	0,015
New York Harbor NY. USA	0,087
Chicago IL. USA	0,116
Lake Michigan	0,01
Santiago, Chile	1,842
Temuco, Chile	1,412

FIGURA 11: PERFIL DEL GRADO DE CLORACIÓN FASE PARTICULADA PM 2,5 EN SANTIAGO Y TEMUCO

Fuente: Mandalakis and Stephanou, 2002

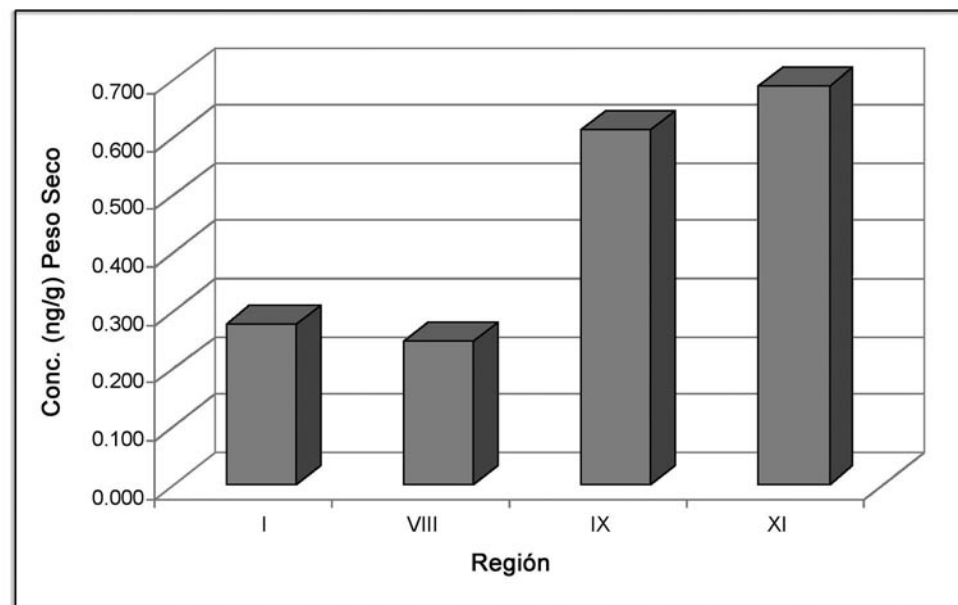


4.1.2.4 PCBs en Suelo

Para verificar el fraccionamiento global de COPs, Borghini et al. (2004) analizaron y caracterizaron muestras de suelo pertenecientes a áreas remotas de distintas latitudes de Chile (Fig. 12)

FIGURA 12: NIVELES PROMEDIO DE PCBs TOTALES (PCB 18, 28, 30, 52, 70, 90, 101, 105, 110, 118, 123, 132, 138, 149, 153, 158, 180, 194, 199, Y 209) EN SUELO DE ÁREAS REMOTAS DE CHILE

Fuente: Borghini et al., 2003



Al comparar los niveles de PCBs en suelo de sitios remotos, se ve claramente la diferencia en las concentraciones de PCBs totales, que alcanza a dos órdenes de magnitud. Estas concentraciones son similares a las descritas en otros lugares del mundo de similares características, confirmando que los niveles ambientales son más elevados en suelos del sur de Chile, existiendo una dependencia de la temperatura, es decir, concentraciones más elevadas en áreas de menor temperatura.

4.1.2.5 PCBs en Agua

La información en esta matriz es muy limitada: se dispone de un sólo estudio y un sólo dato en el río Bío-Bío de la VIII región con un rango de concentración de 0,21-23,5 ng/l, en dos años de estudio (Parra et al., 1998).

4.1.2.6 PCBs en Sedimento

A la fecha se han reportado los niveles de PCBs en sedimentos superficiales de lagos andinos de la I, II, VIII, y XII región (Tabla 4) (Barra et al., 2002b). Estos lagos están alejados de las fuentes directas de PCBs, por lo que la entrada de PCBs a estos cuerpos de agua puede deberse a deposición atmosférica. El gradiente visto entre la I y XII región, se puede explicar por la teoría del fraccionamiento global que sufren estos compuestos (Wania and Mackay, 1993).

TABLA 4: NIVELES DE PCBs EN SEDIMENTO SUPERFICIAL DE LAGOS REMOTOS*Fuente: (Barra Et Al.)**

Estudio	Cuerpo de agua	Concentración (ng/g peso seco)
I	Chungará	1,36
II	Meñique	0,05
II	Aguas Calientes	0,09
VIII	Laja	2,31
XI	Castor	4,37
XI	Venus	83,8

* Comunicación personal

Los niveles de PCBs reportados en el hemisferio norte en sedimentos de lagos remotos se encuentran entre 1 y 40 ng/g peso seco (Rawn et al., 2002; Rose et al., 2002); valores que son semejantes a los encontrados en nuestro país, salvo en el Lago Venus, que posee el doble de estos valores. De los lagos analizados, el lago Venus se congela durante el invierno, lo que podría indicar una mayor retención de contaminantes en dicho sistema. Actualmente se está investigando este fenómeno.

4.1.2.7 Comparación de Niveles Ambientales

En la Tabla 5 se puede apreciar la información cualitativa existente por Región en Chile en distintas matrices ambientales, observándose que, en general, en los bivalvos como matriz y la VIII región como localización geográfica existe una mayor cantidad de información en comparación con las demás matrices y regiones.

TABLA 5: EXISTENCIA DE INFORMACIÓN SOBRE CONCENTRACIONES AMBIENTALES DE PCBs EN CHILE

Región	Humanos	Bivalvos	Aves	Huevos	Peces	Vegetación	Agua	Aire	Suelo	Sedimento
I		+							+	+
II		+				+			+	+
III										
IV		+								
V		+		+						
RM								+		
VI										
VII		+				+			+	
VIII	+	+	+	+	+	+	+		+	+
IX								+	+	
X	+	+		+						
XI									+	+
XII		+		+						

En conclusión, los niveles reportados de PCBs en Chile son bajos, si los comparamos con datos de otras áreas del mundo. Éstos se hallan alrededor de los dos órdenes de magnitud para todas las matrices ambientales, con excepción de aquellos notificados en el aire de Santiago y Temuco y de aquellos informados en peces de la zona de la desembocadura del río Bío-Bío, y también en bivalvos en la región de Punta Arenas. Además, es posible verificar los fenómenos de biomagnificación de estos compuestos en las cadenas tróficas y matrices ambientales de Chile, lo cual puede apreciarse en el incremento de los niveles encontrados, ya sea para el agua, sedimento, peces, aves y humanos.

Es interesante notar que existe un correlato entre los usos (normalmente cerrados) de PCBs y los niveles ambientales. Ellos en general son bajos, indicando que los procesos de dispersión desde las fuentes han sido relativamente limitados. Sin embargo, en ciertas áreas del país, donde seguramente ha existido un manejo inadecuado de PCBs o se han desarrollado procesos de escala global como el transporte atmosférico, se observan niveles relativamente elevados.

Los resultados que se observan en Chile concuerdan, en general, con la magnitud de las fuentes. La tendencia global señala la existencia de mayores niveles en aquellas áreas del planeta donde el uso de PCBs ha sido mayor (UNEP, 2003) y que normalmente corresponde al máximo histórico del uso, es decir en la década del 70 y del 80'. No obstante ello, en nuestro país se observa que los niveles de PCBs son más elevados en épocas recientes, lo que es indicativo de procesos de entrada reciente de PCBs al ambiente (Barra et al, 2004a, 2004b en prensa).

La disponibilidad de información acerca de niveles de PCBs en Chile es aún limitada y se relaciona en forma directa con la existencia de centros de investigación y universidades donde existen investigadores interesados en la temática. Es notable la escasa información existente en relación a vastas áreas geográficas del país.

4.1.2.8 Otros Estudios

A continuación se detallan algunos proyectos relacionados con la problemática del estudio de los niveles ambientales de PCBs.

1. El proyecto FONDECYT N° 1010640 (2001-2003) “Búsqueda de evidencias del transporte atmosférico a gran escala de contaminantes: acumulación de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) en sedimentos de lagos remotos de Chile”. Este estudio pretende obtener información histórica no disponible, en relación a la presencia y tendencias en la depositación de COPs (incluidos los PCBs) en Chile durante los últimos 50 años, en lagos remotos en una escala temporal y espacial, a través del estudio de núcleos de sedimentos, en un gradiente alti y latitudinal.
2. El proyecto FONDEF N° 1128 (2003-2004), titulado “Sistema integrado de toma y procesamiento de muestras atmosféricas”, en los cuales participan dos universidades, el SESMA, CONAMA y las empresas RUPPRECHT & PATASHNICK CO.- USA y MILENIO XXI – CHILE. Los objetivos de este estudio apuntaban a obtener un sistema de muestreo de aire y análisis químico con una mecanización y automatización simple para PCBs e hidrocarburos aromáticos policíclicos, lo que permitirá acelerar y aumentar la reproducibilidad de las muestras en laboratorio. Además, pretendía entregar un modelo de dosis-respuesta desagregado por especies, para estimar el riesgo toxicológico en base a muestras tomadas en Chile, y un paquete tecnológico para dar soporte a una red de monitoreo de calidad química del aire, consistente en un Laboratorio Central de Análisis de Trazas y un Laboratorio Central de Evaluación Toxicológica, que incluya manuales y software para el diseño de campañas de muestreo y otras aplicaciones.

4.1.3 INVENTARIOS INTERNACIONALES

Para poder conocer y entender la problemática del estado de los PCBs a nivel local, regional y global es necesario conocer los volúmenes producidos, los usos y destino que han tenido estos compuestos, desde su producción hasta su disposición y/o eliminación una vez terminada su vida útil, además de conocer el marco institucional público y privado que los afecta.

En este sentido, es posible reconocer en la literatura científica y técnica internacional distintos tipos de enfoques de inventarios de PCBs: producción, consumo o uso y emisión o destino de los PCBs; siendo éstos enfoques no excluyentes, pudiendo encontrárselos combinados o en ejemplos con enfoques individuales.

- **Enfoque de Producción:** La información necesaria de este tipo de estudio es la más confiable de los tres tipos de inventario, debido a que las empresas productoras han sido claramente identificadas; se trata de 13 industrias a nivel global en sólo 10 países (Tabla 6). Las fuentes de información de este tipo de estudio son el registro de producción en particular, así como los registros de exportación/importación de cada país. Sin embargo, existe un elevado grado de incertidumbre debido a la falta de sistematización de la información de las industrias y de los países en general.

- **Enfoque de Consumo o Uso:** La información necesaria puede ser obtenida, en un primer nivel, de los registros de importación de los países no productores; y, en un segundo nivel, de los registros de uso de los tipos de industrias que utilizan y/o consumen PCBs. En este sentido, es importante tomar en cuenta la existencia de distintos tipos de uso de los PCBs y la relación existente entre densidad poblacional y nivel de uso de estos contaminantes (Breivik et al., 2002). La información es menos confiable que los inventarios de producción ya que existen aplicaciones que se pueden considerar difusas, tales como el uso de PCBs en papel calco y aditivos de pinturas, en particular debido a su difícil cuantificación.

• **Enfoque de Emisión o Destino:** En este tipo de enfoque es posible considerar las cantidades de PCBs eliminados, para lo cual existe un registro de las empresas autorizadas a nivel global, y de los registros de movimientos de sustancias peligrosas. Sin embargo, este ámbito considera sólo una pequeña proporción del universo total de PCBs, por lo cual tal información es confiable pero poco significativa. Otra estrategia es la utilización de modelos para la estimación de emisiones de PCBs y el cálculo de factores de emisión para los PCBs, centrados en la emisión desde equipos eléctricos en mal estado.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, en inglés), ha dictado algunas directrices y guías en la elaboración de los distintos tipos de enfoques de inventarios. Esta información se encuentra disponible en una serie de documentos accesibles en Internet:

1. UNEP. 1999. Guidelines for the Identification of PCBs and Materials Containing PCBs. UNEP Chemicals, Geneva. Internet: <http://www.chem.unep.ch/irptc/Publications/pcbaid1.pdf>;

Contiene información de nombres comerciales conocidos, características y usos de PCBs y equipamiento que los contiene.

2. UNEP. 1999. National inventories of persistent organic pollutants, selected examples and possible models. Preliminary report. Note by the Secretariat, UNEP Chemicals, Geneva. (UNEP/POPS/INC.3/INF/1).

Internet: <http://www.chem.unep.ch/sc/documents/meetings/inc3/infenglish/inf3-1/inc3-1.pdf>

La parte 1 de este reporte discute en términos generales las diferentes opciones de la realización de un inventario, incluyendo los distintos componentes: producción, importación, exportación, uso, desechos.

La parte 2 resume los modelos de inventarios que se han utilizado, y entrega algunos ejemplos de inventarios en algunos países.

3. IFCS. 2001. Framework for the management of PCB. Contribution to the IFCS PCB Strategy Group, Intergovernmental Forum on Chemical Safety. Internet: http://www.who.int/ifcs/pcb/pcb_framework.pdf;

Proporciona una breve descripción de los aspectos más importantes del proceso de manejo de los PCBs. Cubre los pasos de preparación de un inventario de PCBs y otros aspectos como reemplazo, almacenamiento y transporte.

4.1.3.1 Situación a Nivel Global

Durante los años 2001-2002 se realizó un estudio a nivel global de la información existente sobre los 12 COPs, incluyendo a los PCBs, junto con otras sustancias colectivamente denominadas Sustancias Tóxicas Persistentes (PTS en inglés). Este proyecto, denominado “Evaluación en base regional de las Sustancias Tóxicas Persistentes”, fue financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente a través del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, División Sustancias Químicas. Los aspectos estudiados fueron las fuentes, niveles ambientales, ecotoxicología, vías de transporte, necesidades y capacidades de manejo de estos contaminantes. El objetivo fue evaluar las prioridades a nivel regional con miras a establecer futuras estrategias globales. La metodología utilizada fue la división del globo en doce regiones donde un equipo de expertos recolectó y analizó la información en conjunto con expertos de los distintos países, para la generación de un informe regional (UNEP 2002), que posteriormente contribuyó a la elaboración de un informe global y una base de datos con la información recolectada. Los principales resultados de este proyecto, en relación a los PCBs, señala que son un problema a escala global. La disponibilidad de información y la capacidad de generarla en los distintos aspectos (fuentes, destino, niveles ambientales y humanos), difiere ampliamente en las distintas regiones del globo, siendo los países de África, América Central y el Caribe, Sudamérica, Océano Índico y parte de Asia los que presentan mayores vacíos de información disponible.

A continuación se describen algunos aspectos relacionados con la problemática de los PCBs extraídas de los informes regionales:

- **Ártico:** La mayor fuente de información proviene de inventarios de la Federación Rusa, tanto en relación a la producción como al uso y a la presencia de sitios contaminados. Las fuentes puntuales de PCBs están bastantes localizadas y corresponden a sitios militares y civiles. Sin embargo, se han reportado elevados niveles ambientales en esta región, atribuidos al transporte de masas de aire desde zonas industrializadas provenientes del oeste de Europa y del este de Norteamérica. (UNEP, 2002a).

- **Antártica:** En esta región existe información de niveles de PCBs en el ambiente tanto en matrices bióticas como abióticas. Las cantidades de PCBs presentes en las distintas instalaciones están documentadas, pero no se indican las cantidades en el informe. (UNEP, 2002b).

- **América del Norte:** La información de fuentes y niveles ambientales de PCBs en Estados Unidos y Canadá es completa y en menor grado en México. Estados Unidos es el único país productor de PCBs de esta región. México ha tenido un fuerte programa de eliminación, exportando entre 1995 y 2001 una cantidad de 8.361 toneladas para su eliminación en distintos países de Europa. (UNEP, 2002c).

- **Europa:** Existe gran cantidad de información en esta región y varios programas de monitoreo que incluyen PCBs en distintos países. Esta región tiene la capacidad política, económica y legal de solucionar los problemas ambientales de los PCBs, basada en la cooperación entre los países miembros de la Comunidad Europea. Polonia indica dentro de sus inventarios de PCBs una cantidad aproximada de 17.000 toneladas (UNEP, 2002d).

- **Mediterráneo:** La producción total de PCBs en algunos países de esta región (Francia, Italia y España) fue de 300.000 toneladas entre 1954-1984. (UNEP, 2002e).

- **África Sub-Sahara:** En esta región la información sobre niveles ambientales, exportaciones, importaciones e inventarios de PCBs es inexistente (UNEP, 2002f).

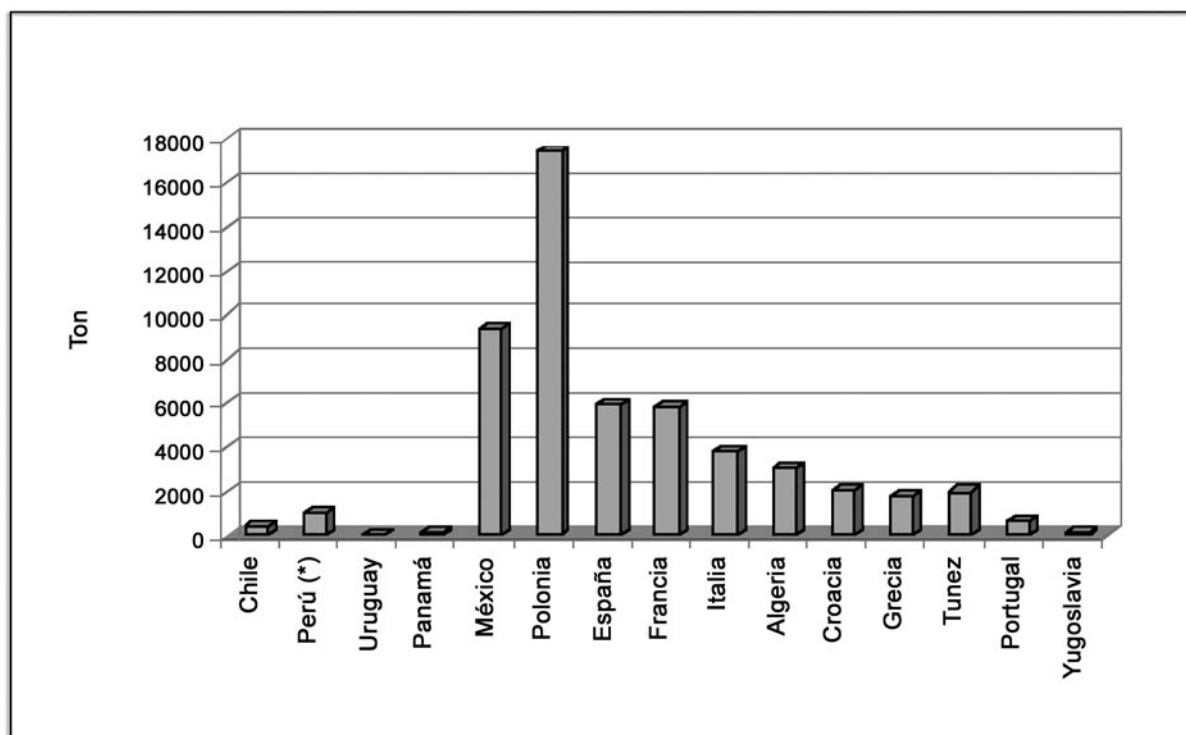
- **Océano Índico:** La información sobre niveles ambientales se concentra en India, Kuwait, Qatar, Arabia Saudita y Emiratos Árabes, en distintas matrices, no existiendo información en otros países. La única estimación en esta región corresponde a un estudio del Banco Mundial en la India (2.000 a 4.000 toneladas métricas de PCBs), no existiendo a la fecha otro inventario (UNEP, 2002g).

- **Asia Central y Noreste:** Existen distintos grados de información sobre niveles ambientales e inventarios entre los distintos países de la región. Japón es el que posee mayor cantidad de información. Sin embargo, existen algunas estimaciones, como en el caso de la República de Kazakhstan (1060 toneladas) (UNEP, 2002h).
- **Asia Sureste y Pacífico Sur:** La información sobre niveles ambientales en esta región es relativamente completa. Se ve una disminución temporal de los niveles ambientales de PCBs aunque no así sobre las fuentes. Australia y Nueva Zelanda han catastrado y manejado el estado de los PCBs, a diferencia de los otros países de la región. Australia, en forma particular, posee un plan de manejo de los residuos de PCBs, y en el periodo 1993-1998, se habían destruido 5.700 toneladas (UNEP, 2002i).
- **Islas del Pacífico:** En esta región la información acerca de los niveles ambientales es extremadamente limitada; sin embargo, se han identificado 3 sitios altamente contaminados con PCBs por transformadores que contenían estos compuestos. Existen programas de tratamiento de los desechos de PCBs en los territorios perteneciente a Estados Unidos, Francia y la isla de Fiji. (UNEP, 2002j).
- **América Central y Caribe:** La información de niveles ambientales se limita sólo a algunos países de la región. En cambio, ningún país posee un inventario de PCBs en uso ni almacenados; lo que puede ser atribuido al desconocimiento de las implicancias de la problemática de los PCBs, y a que no se cuenta con un marco legislativo adecuado (UNEP, 2002k).
- **América del Sur:** La región, que incluye a Chile, está compuesta por Argentina, Bolivia, Brasil, Ecuador, Paraguay, Perú y Uruguay. Los resultados indican que los PCBs son un problema a nivel regional, siendo prioritarios juntos a los PAHs, en cuanto a las fuentes y niveles ambientales. Existen algunos datos ambientales, pero no así información sobre efectos. Es importante destacar que el nivel de información en Chile era menor que en Brasil y superior a Bolivia, Ecuador, Paraguay y Perú, y equivalente al de Argentina. Existe información de inventarios incompleta. Algunos resultados de los inventarios: Brasil con 130.000 toneladas, Uruguay con 81 toneladas y Chile con 840 toneladas, en tanto Perú con 1.000 toneladas de PCBs según estimaciones. (UNEP, 2002).

En la Figura 13 se puede ver la situación de Chile según inventarios y estimaciones (*) en los respectivos países.

FIGURA 13: VOLÚMENES DE PCBs EN DISTINTOS PAÍSES SEGÚN INVENTARIOS Y ESTIMACIONES (*)

Fuente: UNEP PTS Reports 2002.



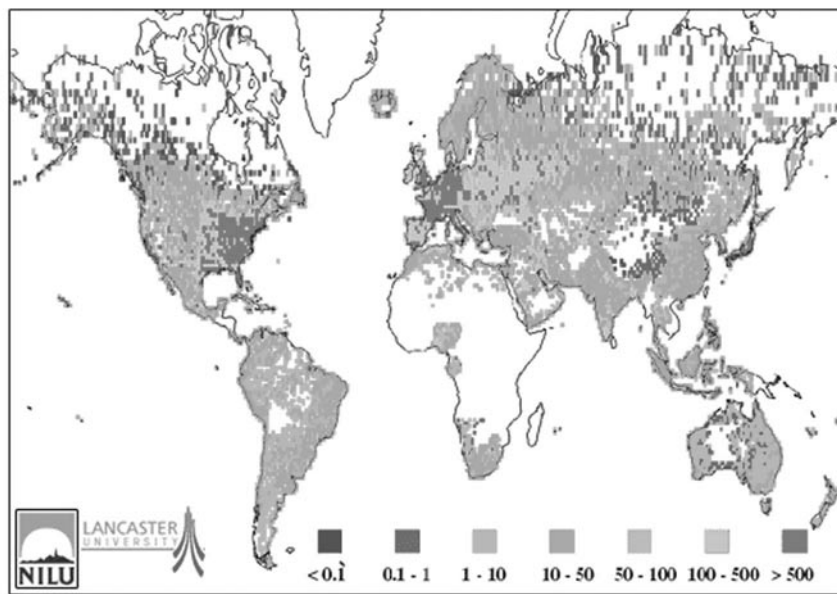
4.1.3.2 Producción y uso de PCBs a nivel Global

Breivik y colaboradores, realizaron en forma reciente una estimación de la cantidad total de PCBs producidos desde 1930 hasta 1993. Esta producción fue estimada en 1.324.131 toneladas (Tabla 6), aunque probablemente la producción real sea más alta debido a que la cantidad producida en industrias de Polonia, Alemania del Este y Austria era desconocida (Breivik et al., 2002). La empresa Monsanto de Estados Unidos resultó ser la mayor productora en términos de volumen a nivel global, siendo responsable de casi un 50% de la producción global total, durante un período de 47 años de producción. La última empresa en cesar la producción de PCBs fue la industria Orgsintez de USSR en 1993, la cual producía para abastecimiento interno de Rusia.

TABLA 6: PRODUCCIÓN GLOBAL DE PCBs REPORTADA EN LA LITERATURA

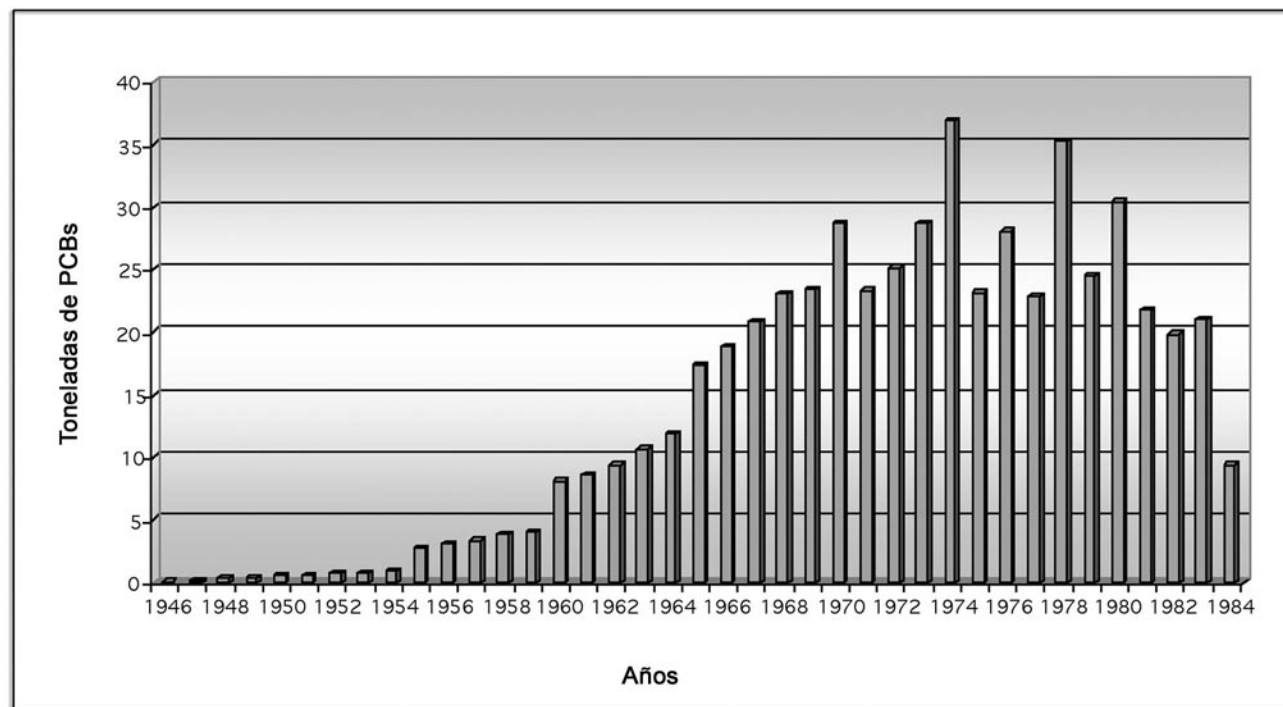
Productor	País	Comienzo	Término	Toneladas	Referencia
Monsanto	USA	1930	1977	641.246	de Voogt and Brinkman (1989)
Geneva Ind.	USA	1971	1973	454	de Voogt and Brinkman (1989)
Kanegafuchi	Japón	1954	1972	56.326	Tatsukawa (1976)
Mitsubischi	Japón	1969	1972	2.461	Tatsukawa (1976)
Bayer AG	Alemania Oeste	1930	1983	159.062	de Voogt and Brinkman (1989)
Prodelec	Francia	1930	1984	134.654	de Voogt and Brinkman (1989)
S.A. Cros	Reino Unido	1955	1984	29.012	de Voogt and Brinkman (1989)
Monsanto	España	1954	1977	66.542	de Voogt and Brinkman (1989)
Caffaro	Italia	1958	1983	31.092	de Voogt and Brinkman (1989)
Chemko	Checoslovaquia	1959	1984	21.482	Schlosserová (1994)
Orgsteklo	USSR	1939	1990	141.800	AMAP (2000)
Orgsintez	USSR	1972	1993	32.000	AMAP (2000)
Xi'an	China	1960	1979	8.000	Jiang et al. (1997)
Total		1930	1993	1.324.131	

Otro aporte del estudio de Breivik, es la estimación del perfil histórico del uso global para 22 congéneres de PCBs, a partir de la información disponible sobre el comercio entre los distintos países (exportación e importación). De acuerdo a este estudio, las zonas de mayor uso de PCBs se encuentran en el hemisferio norte, en Europa Central y la costa Este de Estados Unidos (latitudes 30 y 60° Norte). Sobre el 86% del consumo total de PCBs se localiza en dicha zona (Fig. 14). Un aspecto interesante de este trabajo es que la distribución del consumo se asocia a la densidad de población de cada país. Es importante señalar que estos resultados fueron corroborados en un reciente estudio a nivel global de niveles de PCBs en suelo, en donde se señala que las mayores concentraciones se encuentran entre los 30° y 60° de latitud Norte (Meijer et al., 2003).

FIGURA 14: ESTIMACIÓN DEL USO GLOBAL ACUMULADO DE PCBs, EN TONELADASFuente: <http://www.nilu.no/>

En términos cronológicos, el mayor uso de PCBs se produjo en la década del 60, produciéndose una disminución importante en los períodos más recientes. No obstante, es posible detectar usos recientes de PCBs debido a su uso continuo hasta los años 90, en los países de Europa del Este.

El estudio realizado por Breivick y colaboradores también consideró estimaciones de uso a nivel nacional. De acuerdo a estos autores el uso de PCBs en Chile comenzó el año 1946, siendo la década del 70 el período de máximo uso (Fig. 15), estimando una cantidad total de 552 toneladas de PCBs (sólo considerando 22 congéneres de PCBs), en comparación a las 840 toneladas de PCBs reportadas en Chile en los distintos estudios realizados hasta la fecha.

FIGURA 15: ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE PCBs EN CHILE SEGÚN BREIVIKFuente: <http://www.nilu.no/projects/globalpcb/>.

Además, es posible comparar los niveles estimados de uso de los 22 congéneres de PCBs entre los distintos países de Sudamérica (Tabla 7); comparación que permite determinar que Chile aporta con un 4,5% del uso en Sudamérica (<http://www.nilu.no/projects/globalpcb/>).

TABLA 7: ESTIMACIÓN DEL USO HISTÓRICO EN SUDAMÉRICA DE 22 PCBs

Fuente: (<http://www.nilu.no/projects/globalpcb/>)

País	Uso (Toneladas)
Brasil	6.117
Argentina	3.137
Colombia	1.169
Perú	601
Chile	552
Ecuador	383
Paraguay	196
Uruguay	153

4.1.3.3 Inventario en la Federación Rusa

En la Federación Rusa durante los años 1999-2000 (AMC, 2000) se realizó la primera fase del proyecto “Multilateral Co-operative Project on phase-out of PCB use and management of PCB-contaminated wastes in the Russian Federation”, que involucró la evaluación del estado actual del problema de los PCBs en relación al impacto ambiental y el desarrollo de propuestas para las acciones prioritarias. El objetivo general del proyecto fue evaluar la magnitud del problema de los PCBs, para desarrollar las propuestas técnico-económicas de solución y su realización práctica.

En esta primera etapa se cumplieron los siguientes objetivos:

- Evaluación de la producción total de PCBs en la ex-USSR y Federación Rusa y el cálculo del balance de masa de la cantidad producida.
- Estimación del volumen total de PCBs todavía en uso, en equipamiento actual, y localización de los desechos en los territorios de la Federación Rusa.
- Preparación de un inventario de las descargas ambientales desde los PCBs en uso y desechados en la actividad industrial.
- Desarrollo de las propuestas para las acciones prioritarias en la remediación.

La metodología se basó en el envío de encuestas con el fin de recolectar información sobre producción, uso y la presencia de materiales que contengan PCBs. Previamente se elaboró y distribuyó a las industrias un manual de uso e identificación de PCBs, “Guide to conduct of the inventory of production, equipment and materials, using and containing PCB, and PCB-contaminated wastes in the territory of the Russian Federation”, con el fin de facilitar el entendimiento de la problemática de los PCBs por parte de los industriales de la Federación Rusa.

Las encuestas se orientaron a dos fuentes independientes de recolección de datos. La primera corresponde a la fuente de las autoridades de protección ambiental, y en este caso la información fue recolectada a nivel regional. La otra fuente fueron las empresas, que se seleccionaron a través de inventarios de actividades. La información fue enviada a ministerios y organizaciones relacionadas con las actividades industriales, para luego ser canalizada en el Comité Estatal para la Protección Ambiental, donde fue procesada por un grupo de expertos. Un esquema general del trabajo se aprecia en la Figura 16.

FIGURA 16: ESQUEMA GENERAL DE LA ESTRATEGIA DE LA FEDERACIÓN RUSA EN EL INVENTARIO DE PCBs

Fuente: AMC, 2000



De este estudio fueron excluidas la pequeña industria, industria de alimentos, y la de producción de materiales de construcción, por no ser usuarios de cantidades significativas de PCBs.

El estudio determinó una cantidad de 27.000 toneladas de PCB en uso.

4.1.3.4 Inventarios en Norteamérica. (CEC, 1996)

En 1994, Canadá, México y Estados Unidos crearon la Comisión para la Cooperación Ambiental (CAA), para tratar los problemas ambientales transfronterizos en el marco del NAFTA (North American Free Trade Agreement). En 1995, los tres países miembros de la CAA encargan la elaboración de informes sobre los antecedentes del manejo y control de los PCBs en cada uno de los tres países, además de un informe sumario para poner en relieve los problemas más significativos. Los objetivos principales de este proyecto fueron determinar:

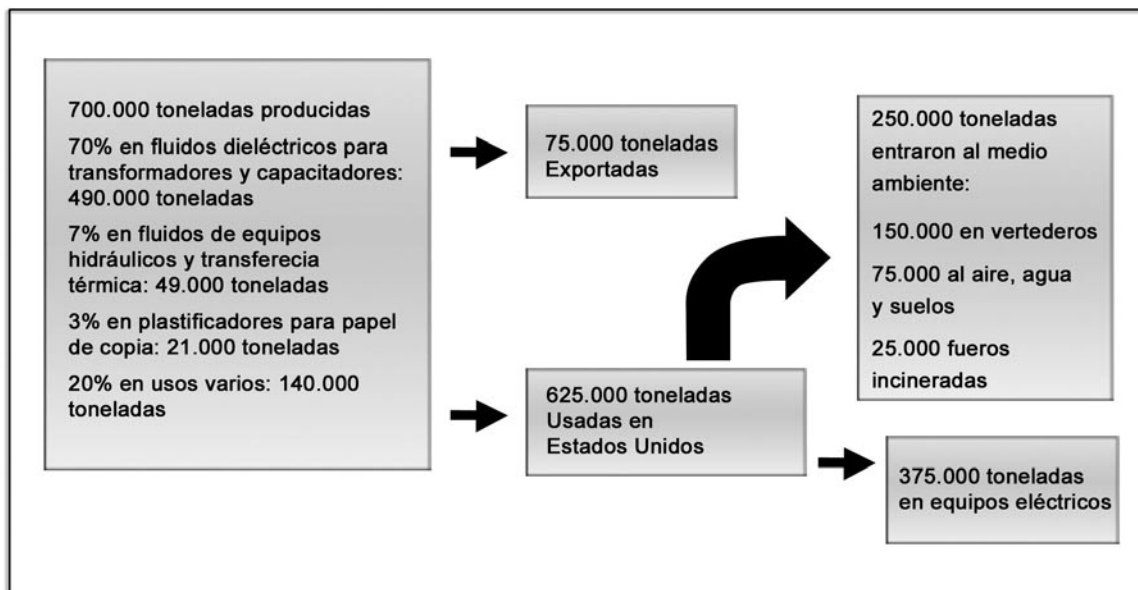
- Las cantidades de PCBs que permanecen en cada país.
- Cuáles son las opciones de eliminación que existen en cada país.

4.1.3.4.1 Inventario en Estados Unidos

La primera aproximación de la EPA en la realización de inventarios de PCBs (década de los '70) tuvo como objetivo caracterizar el destino de los PCBs producidos por la industria Monsanto, hasta que ésta cesó la producción de PCBs. Este catastro consistió en revisar los registros y el destino de la producción y ventas de la empresa durante su periodo de funcionamiento (1930-1977). En la Figura 17 se esquematiza el destino de los PCBs producidos por esta empresa (CEC, 1996).

FIGURA 17: DESTINO DE LOS PCBs PRODUCIDOS POR LA INDUSTRIA MONSANTO HASTA 1976.

Fuente: CEC, 1996



La segunda aproximación fue realizada en 1982, cuando el Instituto de Investigaciones sobre Energía Eléctrica (EPRI) realizó un inventario de PCBs en transformadores y acumuladores en uso que contenían PCBs (>500 ppm) como aceites dieléctricos, y además, en transformadores con aceites minerales contaminados con PCBs (entre 50 y 500 ppm). Este inventario fue llevado a cabo en las 100 mas grandes instalaciones eléctricas existentes hasta ese entonces en E.E.U.U. y se ejecutó en coordinación con la EPA (Environmental Protection Agency) y las empresas eléctricas representadas por EPRI.

Posteriormente, en 1988 se realizó un nuevo inventario actualizando los datos que se habían obtenido en el año 1982. A partir de tales resultados (i.e. 30% de transformadores con PCBs, 85% de transformadores con aceite minerales contaminados con PCBs y el 85 % de los capacitores con PCBs), se realizó una extrapolación a todas las empresas eléctricas; el resultado de este procedimiento se resume en la Tabla 8. Cabe mencionar que la menor cantidad de PCBs obtenida en el catastro de 1988, podría deberse a la eliminación de estos aceites, antecedentes que no son mencionados en el informe (CEC, 1996).

TABLA 8: INVENTARIO DE PCBs EN ESTADOS UNIDOS (1982 Y 1988)

Fuente: CEC, 1996

Tipo de Equipos	Litros Totales		Concentración de PCBs de los Equipos		
			<50 ppm	50-500 ppm	>500ppm
Transformadores con Ascareles	1982 (EPRI)	132.000	0	0	132.000 L
	1988	74.300	0	0	74.300 L
Transformadores con aceite mineral	1982 (EPRI)	25.300.000	22.315.000 L	2.710.000 L	275.000 L
	1988	28.100.000	24.785.000 L	3.010.000 L	305.000 L
Grandes Acumuladores con PCBs	1982 (EPRI)	3.290.000	0	0	3.290.000 L
	1988	1.460.0000	0	0	1.460.000 L

L= Litros

En la década del 90, los inventarios estuvieron orientados a determinar las cantidades de PCBs eliminados, así como también los materiales y lugares contaminados con PCBs.

4.1.3.4.2 Inventario en Canadá

A diferencia de Estados Unidos y México, Canadá posee una gran base de datos generada a partir de los Inventarios Nacionales de PCBs realizados anualmente desde 1988, por los gobiernos federales y provinciales. Environment Canada, la Agencia de Protección ambiental de Canada, rastrea los PCBs en uso mediante declaraciones voluntarias e inspecciones, mientras que los gobiernos provinciales realizan inventarios de los residuos de PCBs almacenados.

Canadá importó 40.000 toneladas de PCBs desde la Compañía Monsanto (St Luis USA.); hasta 1977 (CEC, 1996), solo 27.000 toneladas de estos PCBs han sido inventariados en 1996, por lo que la cantidad de PCBs restante se asume que ha sido liberada al ambiente (Blais et al., 2003). El inventario Nacional de PCBs en Canadá ([http:// www.ec.gc.ca/pcb/eng/inv_e.htm](http://www.ec.gc.ca/pcb/eng/inv_e.htm)) registra un total de 150.000 toneladas de materiales contaminados con PCBs, esta suma incluye fluidos en uso, equipos eléctricos como ballast de lámparas fluorescentes y suelos contaminados sobre los 50 ppm.

El centro especial de tratamiento de sustancias (ASWTC, sigla en inglés), en Swan Hills, Provincia de Alberta, es el único incinerador estacionario con licencia para la disposición de PCBs en Canadá (CEC, 1996). Esta industria actualmente tiene dos hornos incineradores rotatorios de alta temperatura para la destrucción de compuestos orgánicos, con una capacidad total de destrucción de 43.000 toneladas por año (Bovar, 1996). Desde el comienzo de las operaciones, la fábrica ha tratado un volumen que supera las 200.000 toneladas de compuestos peligrosos; hasta 1996, en tanto, se habían incinerado 10.000 toneladas de material con PCBs (CEC, 1996).

La información obtenida a partir de las distintas encuestas anuales, muestra una tendencia clara a la disminución de los volúmenes de PCBs en uso y de residuos almacenados desde 1990.

4.1.3.4.3 Inventario en México

La estrategia utilizada por México fue la recopilación de la información disponible de diversas fuentes documentadas y en segundo lugar el uso de un método de verificación en el cual se calcula, de acuerdo con las mejores prácticas de ingeniería, el monto más aproximado de PCBs, basado en la producción eléctrica.

a) Recopilación de información existente:

- a) México no cuenta con un inventario oficial sobre los volúmenes y las características de los PCBs, aunque el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) está preparándose para efectuar un inventario a nivel nacional. Sin embargo, se estima que existen unas 8.000 toneladas métricas de PCBs líquidos y en transformadores.
- b) No existe información acerca de cantidad de material contaminado con PCBs.
- c) No hay instalaciones autorizadas para la incineración. Sin embargo, existe una unidad móvil para descontaminación de aceites minerales que contienen PCBs en bajas concentraciones.
- d) Los principales sectores que poseen PCBs en México son los siguientes:
 - la Comisión Federal de Electricidad;
 - Petróleos Mexicanos;
 - el Sistema de Transporte Colectivo (Metro)
 - la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, y
 - las industrias privadas con un alto consumo eléctrico.
- e) Sólo existe una estación de transferencia autorizada para el almacenamiento temporal de PCBs, la cual se encuentra en El Salto, Jalisco.
- f) La legislación mexicana prohíbe la disposición final de PCBs en vertederos controlados.

b) Factores de comparación

Esta estrategia se basa en la comparación que se hace entre la producción eléctrica y las cantidades de PCBs en uso, almacenados, y materiales contaminados, entre un país que posee la información del estado de los PCBs y otro que carece de ella, asumiendo que

estas relaciones son proporcionales y que sus realidades son comparables, esto es: a mayor producción eléctrica, mayor cantidad de PCBs existente y viceversa.

De esta forma, se comparó la capacidad de generación de energía eléctrica en tres países: Estados Unidos, Canadá y México para estimar las cantidades de PCBs en uso, almacenados y materiales contaminados que permanecen en México, en base a la información existente por parte de los otros dos países. Estos resultados son comparables a lo que se señala en la información disponible, que indica la existencia en México de 8000 toneladas de PCBs almacenadas y en equipos eléctricos; y según la comisión Federal de electricidad 2400 toneladas de PCBs en equipos eléctricos dispersos en todo México. Por lo tanto, en México podría llegar a tener 10.000 toneladas de PCBs.

En síntesis, de la experiencia internacional es posible caracterizar la existencia de dos fuentes de información del estado de PCBs en estos países, una que se recopila en forma regular, como los registros que son realizados en Estados Unidos y especialmente en Canadá, impulsada por una política interna de cada país; y otra que se recopila en forma esporádica, por presión de las obligaciones externas de los países, como son los convenios comerciales y tratados internacionales.

La información existente a nivel global del estado de los PCBs es bastante sesgada, tanto en el ámbito temporal como espacial, por la falta de registros de importación, uso y almacenamiento en muchos países, principalmente antes de la década de los años 80. El esfuerzo realizado por Brevik et al. (2002) y el "Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances" (UNEP 2002 y 2003), marcan un precedente y un punto de partida en la construcción de la imagen global del estado actual de los PCBs, lo que permitirá orientar las medidas a nivel global en el manejo de éstos.

Las estrategias para la recolección de información sobre PCBs se basa principalmente en el uso de encuestas (orientadas a empresas), registros (orientados a productores y exportadores) y las estimaciones, ya sea por número de habitantes (Breivik et al., 2002), como por comparación con otros países en base a la capacidad de producción eléctrica (CEC, 1996).

4.1.4 REGULACIONES NACIONALES E INTERNACIONALES

Un resumen de la documentación revisada se indica en la Figura 18.

FIGURA 18: LINEAMIENTOS NORMATIVOS INTERNACIONALES Y NACIONALES SOBRE EL MANEJO DE PCBs

Regulaciones Relacionadas con el Manejo de PCBs	
REGULACIONES INTERNACIONALES	NORMATIVA NACIONAL VIGENTE
<p>Convenio de Estocolmo</p> <ul style="list-style-type: none"> Sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. <p>Convenio de Basilea</p> <ul style="list-style-type: none"> Sobre Control de Movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación. <p>Comunidad Europea</p> <ul style="list-style-type: none"> Directiva 78/319/CEE, 1978, residuos tóxicos y peligrosos. Directiva 96/59/CE, 1996, relativa a la eliminación de los PCB y PCT. <p>Estados Unidos</p> <ul style="list-style-type: none"> Ley de Residuos Sólidos (SWDA), 1965. Ley de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA), 1976. 40 CFR Parte 761. Ley global de Respuestas Compensación y Responsabilidad Ambiental (CERCLA), 1980 Ley de Conservación y de Recuperación de Recursos (RCRA), 1986. Ley de Transporte de Materiales Peligrosos (HMTA), 1975. <p>México</p> <ul style="list-style-type: none"> Regulación de Residuos Peligrosos de la Ley general de Equilibrio Ecológico y Protección del Medio Ambiente (25/11/1988). Norma Oficial mexicana NOM-133-ECOL-2000, Protección Ambiental -PCBs- Especificaciones de manejo. <p>Canadá</p> <ul style="list-style-type: none"> Reglamento para PCBs (SOR/91-152, 1991). Reglamento para la Exportación de Residuos PCBs (SOR/90-453, 1990). Reglamento para el Almacenamiento de materiales PCBs (SOR/92-507, 1992). Ley para el Transporte de Materiales Peligrosos (TDGA, 1985). <p>España</p> <ul style="list-style-type: none"> Real Decreto 1378/1999 – España. Establece medidas para la eliminación y gestión de los PCB/PCT y aparatos que los contengan. 	<p>Sustancias tóxicas y peligrosas</p> <ul style="list-style-type: none"> Decreto con Fuerza de Ley N° 725 (1968), Código Sanitario, artículo 90. <p>Prohibición al uso en equipos eléctricos</p> <ul style="list-style-type: none"> Resolución exenta N° 610 (1982), Ministerio del Interior. Superintendencia de Servicios Eléctricos y de Gas. <p>Importaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> Ley N° 18.164 (1982). Ministerio de Salud. Resol. Ex. N° 714/2002. Ministerio de Salud. Circular N° 2C/152 (1982). Ministerio de Salud. <p>Transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> Decreto N° 298 (1994), del Ministerio de Transportes y Disposición, según la clasificación de residuos establecida en Nch382.of89 y Nch2120.of89. <p>Sistema de Seguimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Resolución N° 5.081 (1993). Sistema de Declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales para la RM. <p>Almacenamiento, Disposición y Tratamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Decreto con Fuerza de Ley N° 725 (1968), Código Sanitario. Ministerio de Salud. D.F.L. N° 1 (1990). Ministerio de Salud. Determina las materias que conforme a lo dispuesto en el Artículo 7° del Código Sanitario, requieren Autorización Sanitaria Expresa. D.S. N° 594 (1999). Ministerio de Salud. Aprueba el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. D.S. N° 144 (1961), Ministerio de Salud. Normas para Evitar Emanaciones Atmosféricas. D.S. N° 4.740 (1947). Ministerio del Interior. Establece Normas Sanitarias Mínimas Municipales. Ley N° 3133 (1916) y el Reglamento D.N° 351 (1992), Tratamiento de descargas Industriales, modificado por el DS MOP N° 1172/97, vigente a partir del 18 de abril de 1998. Ley N° 18.902/91. Ministerio de Economía Fomento y reconstrucción. D.S. N° 148 (2004), Ministerio de Salud. Aprueba Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos.

4.1.4.1 Regulaciones internacionales

4.1.4.1.1 Documentos vinculantes:

a) Convenio de Estocolmo

La evidencia científica del riesgo para la salud humana y el medio ambiente motivaron la acción del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), para coordinar un proceso de negociaciones en el que participaron 122 países y que dio lugar al Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)³, firmado el 23 de Mayo de 2001 por 93 países incluido Chile, el cual exige la eliminación de su producción y la eliminación y/o reducción al mínimo de la liberación de estos productos.

La ratificación del Convenio obliga a los países que forman parte del mismo a elaborar políticas, legislación, e instrumentos para regular la gestión de los 12 compuestos identificados inicialmente y otros que puedan ser incorporados a futuro. Además, debido a las características de persistencia y facilidad para trasladarse a largas distancias de la fuente emisora, los países deberán adoptar las medidas de colaboración complementarias que correspondan, sean bilaterales, regionales o multinacionales.

Este Convenio establece que, con respecto al manejo ambientalmente adecuado de Bifenilos Policlorados (PCBs) contenidos en equipos (por ejemplo transformadores, condensadores u otros receptáculos que contengan existencias de líquidos residuales), las Partes deberán dentro de un plazo de tiempo establecido (a más tardar el 2028) adoptar y/o implementar las medidas necesarias para la gestión de forma ambientalmente racional de estos compuestos. Asimismo el Convenio establece que el país, deberá prohibir las importaciones y exportaciones de estos equipos, salvo para fines de gestión ambientalmente racional.

El Convenio contiene una exención para los equipos en uso que contienen PCBs, indicando que cada parte deberá eliminar estos equipos a más tardar el 2025, según el siguiente orden de prioridades:

- i) Realizar esfuerzos decididos, por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga más de un 10% de PCBs y volúmenes superiores a 5 litros.
- ii) Realizar esfuerzos decididos, por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga más de un 0,05% de PCBs y volúmenes superiores a 5 litros.

- iii) Esforzarse por identificar y retirar de uso todo equipo que contenga más de un 0,005% de PCBs y volúmenes superiores a 0,05 litros.

Conforme a las prioridades mencionadas, promover las siguientes medidas de reducción y la exposición el riesgo a fin de controlar su uso:

- Utilizarlos sólo en equipos intactos y estancos y solamente en zonas en que el riesgo de liberación al medio ambiente pueda reducirse a un mínimo y la zona de liberación pueda descontaminarse rápidamente.
- Eliminación de uso en equipos situados en zonas donde se produzcan o elaboren alimentos para seres humanos o animales.
- Cuando se utilicen en zonas densamente pobladas, incluidas escuelas y hospitales, adopción de todas las medidas razonables de protección contra cortes de electricidad que pudiesen dar lugar a incendios e inspección periódica de dichos equipos para detectar toda fuga.

Otros requerimientos del Convenio señalan que, excepto para operaciones de mantenimiento y reparación, no permitir la recuperación para su reutilización en otros equipos que contengan líquidos con una concentración de PCBs superior al 0,005%. Además, se debe identificar otros artículos que contengan más de 0.005% de PCBs (ejemplo, revestimiento de cables, calafateado curado y objetos pintados) y gestionarlos de acuerdo a medidas ambientalmente racionales.

El Convenio fue firmado por Chile el 23 de mayo de 2001, y ratificado el 25 de enero de 2005, y la primera conferencia de las partes se realizó en Uruguay, en mayo de 2005.

b) Convenio de Basilea

El principal acuerdo internacional sobre movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y otros residuos es el Convenio de Basilea, 1989. Este acuerdo reconoce que los Estados deben tomar todas las medidas necesarias para asegurar que el manejo de los residuos peligrosos, incluyendo su movimiento a través de las fronteras, sea consistente con la protección de la vida humana y el medio ambiente. El Convenio establece los siguientes principios básicos:

Los objetivos del Convenio son los siguientes:

- Reducir el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos lo más cerca que sea posible de su fuente de generación.

- Reducir la producción de desechos peligrosos al mínimo desde el punto de vista de la calidad y los peligros potenciales.
- Asegurar el control estricto de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos en los puntos fronterizos así como prevenir el tráfico ilícito de desechos peligrosos.
- Prohibir el transporte de desechos peligrosos a países carentes de capacidades jurídicas, administrativas y técnicas para manejarlos y eliminarlos de manera ambientalmente racional.
- Ayudar a los países en desarrollo y de economías en transición a manejar de manera ambientalmente racional los desechos que producen.

Respecto a las obligaciones de los países Parte del Convenio, se encuentran:

- Las partes tienen derecho a prohibir el ingreso a su territorio de desechos peligrosos.
- Las partes tienen la obligación de prohibir la salida de desechos peligrosos a países que hayan prohibido la exportación de esos desechos.
- Cada país impedirá la entrada de desechos peligrosos si tiene razones para creer que tales desechos no serán manejados de manera ambientalmente racional.
- Ninguna parte permitirá que los desechos peligrosos se exporten a un país que no sea parte del Convenio o se traigan desde países que no sean parte de éste.
- Las partes acuerdan no permitir el envío de desechos peligrosos para su eliminación en la Antártida.

El Convenio ha instaurado un sistema de control estricto, basado en el consentimiento escrito previo. La base para la aplicación del sistema de control es el procedimiento de notificación de los movimientos transfronterizos. Este acuerdo fue suscrito por Chile en 1990, aprobado por el Congreso Nacional en el año 1992 y promulgado como Ley de la República, mediante D.S. N° 685 de 1992 del Ministerio de Relaciones Exteriores.

4.1.4.1.2 Legislación extranjera de referencia para los PCBs en Chile

La regulación internacional en materia de residuos peligrosos, incluidos PCBs, es bastante extensa. Algunos de los principales documentos se resumen a continuación.

a) Normativa Comunidad Económica Europea.

La primera Directiva de la UE sobre residuos fue publicada en 1975 (75/442/CEE) y hacía recaer en cada Estado miembro la tarea de asegurar que se eliminarán sin dañar la salud pública y el ambiente. Contiene cinco mandatos obligatorios, incluyendo la necesidad de designar a las autoridades competentes, y prepara planes de eliminación de residuos. Se recomienda el reciclado y disponer de adecuado transporte y sitios de eliminación. Más tarde se propusieron dos directivas sobre eliminación de aceites usados (Tabla 9). Esto se debió a que varios estados miembros vertían grandes cantidades de aceite usados con el inminente riesgo para las personas y el medio ambiente. Estas directivas tratan de reconducir este problema ambiental incentivando el reciclaje de aceite.

En materia de residuos tóxicos y peligrosos, existe la Directiva 78/319/CEE. Esta establece un amplio marco de control de residuos tanto domésticos como tóxicos incluyendo la designación de autoridades competentes responsables de preparar planes de gestión de residuos peligrosos y de autorizar las instalaciones para el manejo de ellos. Se identificó un mecanismo para la planificación, permisos, archivos, inspecciones, separación, embalaje, transporte y eliminación. En lo concerniente al costo de la eliminación de los residuos, se estableció el principio del que contamina paga, debiendo por lo tanto, los generadores de residuos resolver los problemas e inconvenientes asociados a su manejo. Una directiva más reciente sobre residuos peligrosos es la Directiva 91/689/CEE, que define con mayor detalle los residuos peligrosos, incluyendo suficientes disposiciones para su apropiada caracterización.

Desde 1984 a 1986 se publicaron y revisaron tres directivas sobre embarques transfronterizos de residuos (Tabla 9). El objetivo de estas directivas fue controlar el movimiento dentro de la comunidad y en las entradas y salidas de la misma, asegurándose de que las autoridades competentes concedan permiso para dicho movimiento.

La Directiva sobre incineración de residuos peligrosos es un instrumento técnicamente detallado centrado en la calidad de la emisión de estas incineradoras. Se especifican las emisiones peligrosas con los límites propuestos para una amplia gama de compuestos (compuestos inorgánicos de cloro, metales pesados, dioxinas y furanos, etc.). Se detallan las tecnologías y sus condiciones de

operación así como los costos de instalar una incineradora. Otras directivas relativas a incineración son para prevención y reducción de la contaminación atmosférica de plantas incineradoras municipales.

Una directiva importante es sobre riesgos de accidentes mayores de ciertas actividades industriales, la cual posteriormente fue actualizada en dos oportunidades, 1987 y 1988. Esta Directiva se suele conocer como Directiva “Seveso”, por Seveso en el norte de Italia donde ocurrió en 1980 un escape accidental industrial de productos químicos peligrosos, incluyendo dioxinas. Su objetivo fue establecer medidas que hagan frente al riesgo de peligros excepcionales tales como incendio, explosiones y emisiones masivas de sustancias peligrosas. Estas medidas incluyen la preparación de estudios de riesgo y planes de emergencia y la notificación a las autoridades competentes de las sustancias peligrosas que se almacenan en un emplazamiento industrial.

Las primeras disposiciones sobre eliminación de PCBs se identificaron en la Directiva 76/403/CEE, la cual más tarde fue derogada por la Directiva 96/59/CEE, y que a diferencia de ésta, impone una serie de obligaciones relacionadas no sólo con PCBs usados y aparatos desechados que los contengan, sino también con los PCBs en uso. Esta Directiva establece un régimen progresivo de eliminación de los PCBs, bien en forma directa, incluyendo los aparatos que los contengan, o bien mediante su descontaminación. De conformidad con la normativa comunitaria, se fija el año 2010 como plazo máximo para llevar a cabo la descontaminación o eliminación de los residuos almacenados y los equipos contaminados.

³ Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente -PNUMA; “UNEP/POPS/CONF/4 Acta Final de la Conferencia de Plenipotenciarios para el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes”; 05 de Junio de 2001. (<http://www.chem.unep.ch/pops>).

TABLA 9: PRINCIPALES DIRECTIVAS DE LA COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA SOBRE RESIDUOS PELIGROSOS

Número de la Directiva	Nombre de la Directiva
75/442/CEE	Directiva marco sobre residuos
78/319/CEE 91/689/CEE	Residuos tóxicos y peligrosos
84/631/CEE 85/469/CEE 86/279/CEE	Embarques Transfronterizos de Residuos Peligrosos
82/501/CEE 87/216/CEE 88/610/CEE	Riesgos de accidentes con sustancias peligrosas
75/439/CEE 87/101/CEE	Eliminación de aceites usados
94/ 67/CEE	Incineración de residuos peligrosos
76/403/CEE 96/59/CEE	Eliminación de PCB/PCT

b) Legislación en España

La norma básica sobre sustancias peligrosas en España es el Real Decreto 2216/85, que regula la declaración, clasificación, envasado y etiquetado de estas sustancias. Esta norma no sólo se refiere a las condiciones de seguridad bajo las que deben tratarse y manipularse estos productos, sino que además define conceptos relevantes que sirven de referencia para otras regulaciones relacionadas con sustancias peligrosas. En materia de riesgos de accidentes está el Real Decreto 886/88, sobre prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales. Esta directiva recoge los lineamientos señalados por la Directiva Comunitaria Seveso de 1982 y sus actualizaciones posteriores.

Entre la normativa específica sobre sustancias peligrosas, destacan la relativa al amianto y PCB/PCT. Respecto de estas últimas sustancias, España cuenta con un Plan Nacional de Descontaminación y Eliminación de PCB/PCT para el período 2001-2010, establecido a través del Real Decreto 1378/1999. El plan incluye estimaciones cuantitativas y prevé su revisión anual con el fin de actualizarlo periódicamente.

c) Normativas en Canadá, México y Estados Unidos

Estos países reconocieron la necesidad de cooperar dentro de un amplio espectro de temas relacionados con el manejo ambiental para la protección de la salud humana y el medio ambiente de la región. Un área de cooperación es el manejo adecuado de sustancias químicas peligrosas. En este contexto se desarrolló el Plan Regional de Acción de Norteamérica para el Manejo de PCBs (PRA-PCB), cuyo objetivo ha sido organizar e instrumentar acciones individuales y conjuntas entre los tres países para promover el manejo racional de los PCBs en Norteamérica.

La elaboración del PRA requirió un cuidadoso análisis de los riesgos que los PCBs representan para la salud humana y el medio ambiente, de las leyes y las circunstancias en cada país y de los acuerdos internacionales relevantes. Además, a lo largo del proceso de elaboración se buscó el aporte de expertos y del público en general. Como resultado del proceso consultivo se elaboró un documento que protege a las personas y el medio ambiente.

En la figura 18 (columna izquierda) se indican las regulaciones que han implementado los tres países para manejar adecuadamente los residuos peligrosos, entre ellos PCBs. De ellos la normativa más completa es la de Estados Unidos.

c.1 Regulación de Estados Unidos

En la Tabla 10 se sintetizan las regulaciones relativas a residuos peligrosos de Estados Unidos. En 1965 se estableció la primera legislación federal sobre residuos (SWDA) donde se incluyó orientaciones de gestión tanto para residuos peligrosos como no peligrosos. En 1976 la ley TSCA establece una estructura general para la regulación de sustancias tóxicas, incluyendo una sección dedicada exclusivamente a PCBs. Estos compuestos son los que tienen más alto grado de control dentro de la TSCA.

Por su parte, la RCRA proporciona una base legal para la implantación, guías y estándares para almacenamiento, tratamiento y evacuación de residuos sólidos. Se modificó en 1984 y 1994, como revisión y complementación de la SWDA de 1965. Se prohíbe los vertidos de residuos peligrosos y regula a los pequeños productores. Además, prohíbe los vertidos peligrosos en vertederos y regula los tanques de almacenamiento subterráneo. El énfasis actual, es la elaboración de programas para la reducción de los residuos peligrosos en el origen, lo que ha sido estipulado a través de la ley PPA de 1990.

Otra regulación relevante es la CERCLA. Ella fue pensada para resolver los problemas ambientales de sitios contaminados abandonados, no controlados o inactivos. En particular, se promueve la localización, identificación y gestión de la limpieza de los sitios. Esta regulación, además, define mecanismos para responder a vertidos incontrolados, por ejemplo, sitios con residuos urbanos y peligrosos.

Otras leyes de interés son la HMTA de 1975 y sus reformas y la HMTWA de 1990. Esta última instituyó la uniformidad de las normas entre estados y es controlada por el Departamento de Transporte.

TABLA 10: PRINCIPALES REGULACIONES SOBRE RESIDUOS PELIGROSOS EN ESTADOS UNIDOS

Sigla y vigencia	Nombre
SWDA – 1965	Ley de Residuos Sólidos
TSCA – 1976	Ley de Control de Sustancias Tóxicas.
RCRA – 1976	Ley de Conservación y de Recuperación de Recursos
SARA – 1986	Ley de Modificación y reautorización del superfondo
CERCLA – 1980	Ley global de Respuestas Compensación y Responsabilidad Ambiental
HMTA – 1975	Transporte de Materiales Peligrosos
HMTWA – 1990	Seguridad Uniforme de Transporte de Materiales Peligrosos
PPA – 1990	Prevención de la Contaminación
FWPCA – 1948	Ley federal de control de la contaminación del agua y sus modificaciones posteriores.
CAA – 1963	Ley de Aire Limpio y sus modificaciones posteriores.

4.1.4.2 Regulaciones nacionales

i) Disposiciones de carácter general relativo a manejo de sustancias peligrosas.

Decreto Fuerza de Ley N° 725 (1968). Código Sanitario. Ministerio de Salud.

Según lo establecido en el artículo 90 del Código Sanitario, mediante un Reglamento se fijará las condiciones en que podrá realizarse la producción, importación, expendio, tenencia, transporte, distribución, utilización y almacenamiento de sustancias tóxicas y productos peligrosos y en general sustancias que signifiquen riesgo para la salud, la seguridad y bienestar de la población. Además señala, que, las sustancias indicadas no podrán ser importadas o fabricadas en el país sin autorización previa de la Dirección General de Salud.

ii) Aprobación, fiscalización y control del manejo de sustancias peligrosas. Decreto Fuerza de Ley N° 725 (1968). Código Sanitario. Ministerio de Salud.

El artículo 71 del Código Sanitario establece que le corresponde al Servicio de Salud aprobar los proyectos relativos a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros. Asimismo, señala que para proceder a la explotación de dichas obras será necesaria la autorización del Servicio de Salud correspondiente. También se establece (artículo 72) que el Servicio de Salud ejercerá la vigilancia sanitaria de plantas depuradoras de residuos industriales o mineros, podrá sancionar a los responsables de infracciones y en casos calificados, intervenir directamente, en la explotación de estos servicios, previo decreto del Presidente de la República.

iii) Usos de PCBs y equipos que contienen PCBs. Resolución exenta N° 610 (1982), Superintendencia de Servicios Eléctricos y de Gas. (SSEG)

En virtud de esta Resolución en Chile los PCBs (o ascareles) se encuentran prohibidos para uso como fluidos dieléctricos en equipos, tales como transformadores y condensadores, u otro equipo eléctrico, hasta mientras no se pronuncie en definitiva la autoridad competente sobre la materia. Sin embargo, considerando que existía un número significativo de equipos eléctricos en operación conteniendo este fluido, se estableció que dichos equipos podían continuar con esta sustancia contaminante hasta que fuera necesario su drenaje.

Esta resolución señala además, que las reservas de ascareles, así mismo como los residuos que resulten del proceso de drenaje antes señalado, deberán ser almacenados en forma tal que se evite la contaminación ambiental, siendo de responsabilidad de los usuarios de los mencionados elementos, el velar por que ello no ocurra.

iv) Importación de materias primas y equipos que contiene PCBs. Decreto Fuerza de Ley N° 725 (1968). Código Sanitario. Artículo 90. Ministerio de Salud

Según lo establecido en el artículo 90 del Código Sanitario, las sustancias tóxicas y productos peligrosos deben ser importados al país con la autorización de los Servicios de Salud. De acuerdo a lo anterior, la Resolución Exenta N° 714/2002 del Ministerio de Salud contiene un listado que determina cuáles sustancias son peligrosas, entre las que se encuentran los PCBs. En particular, cabe indicar que la Circular N° 2 C/152 de 1982 del Ministerio de Salud, regula la importación, entre otras sustancias tóxicas o peligrosas, de los PCBs. Teniendo en cuenta que al encontrarse prohibido el uso de PCBs, el respectivo Servicio de Salud no puede otorgar el certificado que habilite su internación al territorio nacional, debiendo rechazar la solicitud, de conformidad con lo dispuesto en el Punto V de las instrucciones para la aplicación de la Ley N° 18.164 (Circular N° 2C/152, de 1982, del Ministerio de Salud) con lo que se da cumplimiento a la no importación de este producto, aunque en forma limitada, pues la prohibición solamente alcanza el uso de los PCBs como fluido dieléctrico.

La exportación de PCBs como materia prima pura, mezclas o contenidos en otras mercancías, no requiere de autorización sanitaria.

v) Salida del territorio nacional de residuos PCBs. Decreto Supremo N° 685 (1992). Ministerio de Relaciones Exteriores. Ratifica el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación

Como se mencionó anteriormente, el Convenio de Basilea fue suscrito por nuestro país el año 1992. Este documento señala principios como la responsabilidad del generador; control en el movimiento de los desechos; soberanía nacional de cada estado sobre el tráfico de desechos. También se indican los desechos que son considerados peligrosos y establece la obligación de los estados de informar sobre sus propios listados de desechos peligrosos. Este convenio internacional determina regulaciones para el movimiento transfronterizo entre las partes suscritas y otros estados. También tipifica el tráfico ilícito. Establece régimen de cooperación internacional para mejorar el manejo racional de los desechos. Regula aspectos financieros, de información y capacitación relativos a la materia.

El Convenio de Basilea describe nuevas formas, reglas y procedimientos de manejo legal para los movimientos transfronterizos de los residuos peligrosos. En este contexto, este instrumento representa la intención de la comunidad internacional de resolver este problema ambiental de manera colectiva.

vi) Transporte de Sustancias Peligrosas. Decreto Supremo N° 298 (1994) del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Este reglamento establece las condiciones, normas y procedimientos aplicables al transporte de carga, por calles y caminos, de sustancias o productos que por sus características, sean peligrosas o representen riesgo para la salud de las personas, para la seguridad pública o el medio ambiente. Las disposiciones de este reglamento son sin perjuicio de la reglamentación especial que sea aplicable a cada producto peligroso en particular. Esta normativa es aplicable en forma general a aquellas sustancias peligrosas que se definen en las normas chilenas oficiales Nch382.of89 y Nch2120.of89, sin especificación de compuestos tales como PCBs. En particular establece requerimientos para los vehículos y su equipamiento, para la carga transportada y el personal involucrado. La fiscalización de las normas contenidas en el presente decreto queda entregada a Carabineros de Chile e Inspectores Fiscales y Municipales.

Otras regulaciones relacionadas con transporte son, el Decreto Supremo N° 746 de 1990, del Ministerio de Defensa, que regula el

transporte sin riesgo de mercancías peligrosas por vía aérea; la Ley de Navegación (D.L. N° 2222 de 1978) y el Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática (D.S. N° 1 de 1992, del Ministerio de Defensa) que regulan el transporte marítimo.

vii) Sistema de Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales.

Resolución N° 5.081 (1993). Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente. Sistema de declaración y seguimiento de Desechos Sólidos Industriales.

Esta resolución establece la competencia del SESMA para fiscalizar el proceso y mantener un registro de esta clase de desechos para efectos de control. Es aplicable a todos los establecimientos industriales localizados en la Región Metropolitana que, como resultado de sus procesos, generan residuos industriales sólidos y además de los transportistas y destinatarios de estos desechos. En este sentido, establece un sistema de declaración y seguimiento de residuos para la Región Metropolitana, que regula la generación, acumulación, transporte y disposición final a objeto de prevenir riesgos y daños en el orden sanitario ambiental.

viii) Acumulación, tratamiento y disposición de residuos peligrosos.

D.F.L. N° 1 (1990). Ministerio de Salud. Determina las materias que, conforme a lo dispuesto en el Artículo 7° del Código Sanitario, requieren Autorización Sanitaria Expresa.

Uno de estos temas es el funcionamiento de obras destinadas a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales. También se considera la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase, como la instalación y funcionamiento de incineradores de desechos biológicos. Este decreto regula la acumulación y disposición final de residuos dentro del predio industrial, local o lugar de trabajo cuando los residuos sean inflamables, explosivos o contengan algunos de los elementos o compuestos que indique el D.S. N° 594 del Ministerio de Salud, cuando se trate de residuos industriales considerados peligrosos. En particular, este decreto, en su artículo 20, define entre otras sustancias los PCBs como residuos industriales peligrosos.

Decreto Supremo N°594 (1999) Ministerio de Salud. Aprueba el

Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo y deroga al D.S. N°745/ (1993). (modificado por el Decreto Supremo N° 201 (2001) del Ministerio de Salud).

Respecto de manejo de residuos peligrosos la normativa señala los siguientes requerimientos. En particular, los establecimientos públicos o privados deberán contar con señalización visible y permanente en las zonas de peligro, indicando el agente y/o condición de riesgo, así como las vías de escape y zonas de seguridad ante emergencias. Además señala que las sustancias peligrosas deberán almacenarse sólo en recintos específicos destinados para tal efecto, en las condiciones adecuadas a las características de cada sustancia y estar identificadas de acuerdo a las normas chilenas oficiales en la materia. Se exige también planes de emergencia, entre otros requerimientos de seguridad.

Esta normativa señala que la acumulación, tratamiento y disposición final de residuos industriales dentro del predio industrial deberá contar con la correspondiente autorización sanitaria. Además, señala que las empresas que realicen el tratamiento o disposición final de sus residuos industriales fuera del predio, sea directamente o a través de la contratación de terceros, deberán contar con autorización sanitaria, previo al inicio de tales actividades. Para obtener dicha autorización, la empresa que produce los residuos industriales deberá presentar los antecedentes que acrediten que tanto el transporte, el tratamiento, como la disposición final es realizada por personas o empresas debidamente autorizadas por el Servicio de Salud correspondiente. Además, sea que el tratamiento y/o disposición se realice dentro o fuera del predio, la empresa, previo al inicio de las actividades, deberá presentar a la autoridad sanitaria una declaración en que conste la cantidad y calidad de los residuos que genere, diferenciando cuales son peligrosos.

Decreto Supremo N° 4.740 (1947). Ministerio del Interior. Aprueba Reglamento sobre Normas Sanitarias Mínimas Municipales.

Tales normas establecen los requerimientos bajo los cuales deben ajustarse los Reglamentos u Ordenanzas Municipales. Entre otros, en la parte relativa a basuras, señala normas sobre: clasificación, recolección, transporte, disposición, explotación y depósito de basuras. En lo referente a clasificación de basuras, el decreto define a aquellas putrescibles y no putrescibles. Asimismo, las clasifica según

origen en: domésticas, viales, residuos industriales y desperdicios hospitalarios. Respecto de la acumulación y transporte de residuos de industrias insalubres o peligrosos, el Decreto señala que en tales labores se deberán adoptar precauciones estrictas con el fin de evitar inconvenientes sanitarios.

ix) Descarga de Residuos Industriales.

Ley N° 18.902 (1991). Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción. Superintendencia de Servicios Sanitarios.

La Superintendencia de Servicios Sanitarios tiene por objeto principal fiscalizar a los prestadores de servicios sanitarios y al control de los residuos líquidos industriales. En particular, le corresponde las siguientes funciones principales: proponer normas técnicas relevantes al diseño, construcción y explotación de servicios sanitarios, y a las descargas de residuos industriales líquidos; Cumplir lo dispuesto en los DFL N° 70 y 382 (1992) del Ministerio de Obras Públicas y velar por el cumplimiento de los entes fiscalizadores, de las disposiciones legales y reglamentarias, normas técnicas, instrucciones, etc., relativas a la prestación de servicios sanitarios y descargas de residuos líquidos industriales.

Decreto Supremo N°594 (1999) del Ministerio de Salud. Aprueba el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo y deroga al D.S. N°745/ (1993). (modificado por el Decreto Supremo N° 201 (2001) del Ministerio de Salud).

Este decreto establece que no podrán vaciarse a la red pública de desagües de aguas servidas sustancias radiactivas, corrosivas, venenosas, infecciosas, explosivas o inflamables o que tengan carácter peligroso en conformidad a la legislación y reglamentación vigente. La descarga de contaminantes al sistema de alcantarillado se ceñirá a lo dispuesto en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y las normas de emisión y demás normativa complementaria de ésta (Artículo 16). En ningún caso podrán incorporarse a las napas de agua subterránea de los subsuelos o arrojarse en los canales de regadío, acueductos, ríos, esteros, quebradas, lagos, lagunas, embalses o en masas o en cursos de agua en general, los relaves industriales o mineros o las aguas contaminadas con productos tóxicos de cualquier naturaleza, sin ser previamente sometidos a los tratamientos de neutralización o depuración que prescriba en cada caso la autoridad sanitaria (Artículo 7).

Ley N° 3133 (1916) del Ministerio de Obras Públicas. Neutralización y Depuración de los residuos provenientes de establecimientos industriales.

Los establecimientos industriales, sean mineros, metalúrgicos, fabriles o de cualquiera otra especie, no podrán vaciar riles u otras sustancias nocivas al riego o la bebida en acueductos, cauces artificiales o naturales, superficial o subterráneo, sin previa neutralización o depuración por medio de sistema adecuado y permanente. Estos sistemas de depuración y neutralización deberán construirse siguiendo normas técnicas y de forma que no ofrezca peligro de contaminación de las aguas y terrenos circundantes.

Los inspectores fiscales y los municipales, dentro de sus respectivas comunas, deberán inspeccionar los establecimientos industriales, según de ordene la autoridad correspondiente.

Decreto Supremo N° 351 (1992) del Ministerio de Obras Públicas. Aprueba Reglamento para Neutralización y Depuración de los residuos industriales a que se refiere la Ley N° 3133, modificado por el D.S. N° 1172 (1997), del Ministerio de Obras Públicas, vigente a partir del 18 de abril de 1998, principalmente en lo que respecta a la competencia de las empresas de servicios sanitarios, en la aprobación y fiscalización de los sistemas de tratamiento de residuos líquidos industriales (RILES) descargados a sus redes.

El objetivo de este decreto es adoptar un procedimiento eficaz para el debido control de los residuos industriales líquidos que debe ejercer la Superintendencia de Servicios Sanitarios. Reglamenta la disposición de RILES descargados en masas/corrientes de agua o sistemas de recolección. Establece un sistema de permisos de operación para establecimientos que descargan RILES.

Decreto Supremo N° 144 (1961). Ministerio de Salud. Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminación Atmosférica de Cualquier Naturaleza.

Esta normativa indica que los sistemas destinados a la incineración de basuras deberán contar con la autorización de la autoridad sanitaria, aprobación que se otorgará cuando se estime que la combustión puede efectuarse sin producción de humos, gases no quemados, gases tóxicos o malos olores y sin que escapen al aire cenizas o residuos sólidos. Además, prohíbe dentro del radio

urbano de las ciudades, la incineración libre, sea en la vía pública o en recintos privados, de hojas secas, basuras u otros desperdicios y establece que la denuncia por infracciones a esta prohibición le corresponde a Carabineros y su sanción a los Juzgados de Policía Local.

x) Ley Marco sobre Residuos Peligrosos.

Decreto Supremo N° 148 (2004).Ministerio de Salud. Aprueba Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos.

Como se discutió en el aparatado anterior, nuestro país cuenta con algunas normas que se vinculan en esta materia con las obligaciones contenidas en el Convenio respecto de PCBs. Esta dispersión debería quedar resuelta con la dictación del Reglamento de Residuos Peligrosos que, actualmente, se encuentra vigente.

Este reglamento establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, almacenamiento, transporte, tratamiento, eliminación, disposición final de los residuos peligrosos. Además, establece el sistema de declaración y seguimiento de residuos peligrosos. Cabe destacar que la relevancia del reglamento es que regula el ciclo completo de vida de los residuos peligrosos, definiendo medidas técnicamente apropiadas para su manejo seguro.

A continuación se sintetiza los principales aspectos de dicho reglamento.

• Disposiciones generales:

Dentro de las disposiciones generales señala que, es el Servicio de Salud el responsable de fiscalizar y controlar su cumplimiento. Además, señala que los residuos peligrosos deberán identificarse y etiquetarse de acuerdo a la clasificación de la normativa nacional vigente (Norma Chilena Oficial NCh 2.190 of.93). Además, el artículo 7 señala que en cualquier etapa de manejo de los residuos peligrosos, queda expresamente prohibida la mezcla de éstos con residuos que no tengan ese carácter o con otras sustancias o materiales, cuando dicha mezcla tenga como finalidad diluir o disminuir su concentración.

• Identificación y clasificación:

El reglamento define un mecanismo de identificación y clasificación de residuos peligrosos. Establece que un residuo o mezcla de

residuos es peligrosa si de acuerdo a las características definidas en el reglamento o de su manejo actual o previsto presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente. Se señala que un residuo será considerado peligroso si presenta, toxicidad aguda, crónica o extrínseca, o bien si, es inflamable, reactivo o corrosivo. El reglamento define cuando un residuo presenta alguna o varias de estas características.

• Generación de residuos:

Las instalaciones, establecimientos o actividades que anualmente dan origen a más de 12 toneladas de residuos peligrosos o a más de 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos deberán contar con un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos. El generador deberá presentar dicho Plan ante el respectivo servicio de salud. El Plan incluirá todos los procedimientos técnicos y administrativos necesarios para lograr que el manejo interno y la eliminación de los residuos se haga con el menor riesgo posible. Toda modificación que sufra este Plan deberá ser previamente aprobada por la Autoridad Sanitaria.

Esta exigencia resulta relevante en el ámbito de los PCBs, especialmente respecto del manejo en el sitio de generación, planificación de acciones de minimización de riesgos, planes de contingencia, almacenamiento seguro, procesos de eliminación a que serán sometidos, etc.

• Almacenamiento:

Todo sitio de almacenamiento de residuos peligrosos deberá contar con la correspondiente autorización sanitaria de instalación, al menos que éste se encuentre incluido en la autorización sanitaria de la actividad principal. El período de almacenamiento de residuos peligrosos no podrá exceder de 6 meses. Sin embargo, en casos justificados, se podrá solicitar a la Autoridad Sanitaria, una extensión de dicho período hasta por un lapso igual, para lo cual se deberá presentar un informe técnico. No obstante se señala que, en caso de inexistencia de una instalación de eliminación, u otros casos calificados, la Autoridad Sanitaria podrá autorizar el almacenamiento de residuos peligrosos por períodos prolongados determinados, superiores a los establecidos e el artículo precedente. También se señalan las disposiciones que deberán cumplir los sitios de almacenamiento, los cuales tendrán acceso restringido y contar con la adecuada señalización según la Norma Chilena vigente (NCh 2.190 of.93).

• Transporte:

Sólo podrán transportar residuos peligrosos por calles y caminos públicos las personas naturales o jurídicas que hayan sido autorizadas por la Autoridad Sanitaria. Dicha autorización que incluirá de manera expresa las respectivas instalaciones para la operación del sistema, será otorgada por el Servicio de Salud correspondiente. Sin perjuicio de lo anterior, toda instalación necesaria para la operación del sistema de transporte requerirá de autorización sanitaria específica que otorgará el Servicio de Salud en cuyo territorio se encuentre ubicado.

No se podrá transportar residuos peligrosos sin que se porte el respectivo Documento de Declaración establecido en el título VII del presente Reglamento y sin las respectivas hojas de seguridad. Por su parte, los vehículos que se utilicen en el transporte de residuos peligrosos deberán estar diseñados y construidos de modo que cumplan su función con plena seguridad, conforme a las normas del presente reglamento y del Reglamento de Transporte de Sustancias Peligrosas por Calles y Caminos, D. S. N° 298/94 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

Lo dispuesto en el presente título no será aplicable al transporte de residuos peligrosos en cantidades que no excedan de 6 kilogramos de residuos tóxicos agudos o de 2 toneladas de cualquier otra clase de residuos peligrosos.

• Instalaciones de eliminación:

Toda instalación de eliminación de Residuos Peligrosos deberá contar con la respectiva autorización otorgada por la Autoridad Sanitaria, en la que se especificará el tipo de residuos que podrá eliminar. El Reglamento indica las disposiciones bajo las cuales, se construirán y operarán los proyectos de rellenos de seguridad, incineradores, y minas subterráneas.

Dentro de los requisitos que debe cumplir un proyecto se encuentran, un plan de operación y mantenimiento, un plan de verificación, un plan de contingencia, un manual de procedimientos y un plan de cierre. Se exige a las instalaciones en operación mantener documentación necesaria que permita a la autoridad sanitaria verificar el tipo y cantidad de residuos eliminados durante los últimos 5 años.

En cuanto al reuso y reciclaje de residuos peligrosos, se señala que sólo será autorizado por la autoridad sanitaria, cuando no implique riesgos para la salud pública y el medio ambiente.

Sobre los rellenos de seguridad, se establece expresamente que en ellos no se podrá eliminar entre otros residuos peligrosos, PCBs.

Sobre los sistemas de incineración, la autoridad sanitaria deberá determinar para los residuos que pueden ser incinerados, entre otros, el contenido máximo de sustancias peligrosas (entre ellos PCBs) y las condiciones de operación más desfavorables en las que estos podrán ser incinerados. Se exige a las instalaciones cumplir con las normativas de emisión vigentes. Estas exigencias son clave dada la potencialidad de los incineradores de generar producción no intencional de dioxinas, furanos, hexaclorobenceno y PCBs.

Sobre disposición en minas subterráneas, se prohíbe expresamente manejar al interior de ellas, residuos que contengan dioxinas, furanos y PCBs, entre otros residuos.

• Sistema de declaración y seguimiento de residuos peligrosos:

Finalmente, el sistema de declaración y seguimiento de residuos peligrosos válido para todo el país, tiene por objeto permitir a la autoridad sanitaria disponer de información completa, actual y oportuna sobre tales residuos desde el momento que salen del establecimiento de generación (origen) hasta su recepción en una instalación de eliminación (destino final), correspondiendo al Servicio de Salud en su respectivo territorio, implementar el sistema referido. El reglamento además indica que le corresponderá al Ministerio de Salud establecer, mediante resolución, el diseño, contenido y características del documento de declaración. Este documento define una serie de obligaciones para los generadores, transportistas y destinatarios, tendientes a la adecuada utilización del documento de declaración.

Esta disposición será aplicable al transporte de residuos peligrosos no superiores a 6 kilogramos de residuos tóxicos agudos y a 2 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad.

4.2 LABORATORIOS QUÍMICOS DE ANÁLISIS DE PCBs Y EMPRESAS DE ALMACENAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE PCBs EN CHILE

4.2.1 LABORATORIOS CON CAPACIDADES PARA ANALIZAR PCBs EN CHILE

En el país existe infraestructura para realizar el análisis de PCBs, perteneciente a instituciones públicas, universidades y algunos entes privados. Es necesario indicar que si bien a nivel internacional el análisis de PCBs está bien establecido por procedimientos analíticos estandarizados, este no deja de ser un tema complejo, tanto en términos del tipo de matriz analizada como del número de congéneres factibles de analizar con las metodologías actualmente en uso.

En Chile, la capacidad de análisis de PCBs en forma potencial es elevada, ya que existen numerosos laboratorios, tanto públicos como privados, que tienen la infraestructura mínima para implementar los análisis de PCBs. Debido a que el análisis de PCBs en distintas matrices es complejo, se pueden establecer los requerimientos mínimos para que un laboratorio pueda desarrollar análisis de PCBs que poseen esta característica. La Tabla 11 muestra los requerimientos mínimos de tipo instrumental, para el análisis de COPs y, entre ellos, los PCBs que han sido discutidos en un taller organizado por UNEP (2003).

TABLA 11: REQUERIMIENTOS PARA EL ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE COPs

Fuente: UNEP Chemicals (2003)

Tipo de Laboratorio	Equipamiento	Necesidades de Infraestructura y Personal	Sustancias Químicas
3	Equipamiento básico de extracción y limpieza (clean-up) de muestras. Cromatógrafo de gases capilar GC-ECD	Nitrógeno/ aire acondicionado/ Personal específicamente entrenado para operar y resolver problemas de funcionamiento del instrumento	Todos los PCBs y todos los plaguicidas organoclorados excepto toxafeno
2	Equipamiento de extracción y limpieza de muestras, cromatógrafo de gases acoplado a masas de baja resolución (GC-LRMS)	Helio/aire acondicionado/ estabilizador de corriente/ vacío/ personal específicamente entrenado para operar y resolver problemas de funcionamiento del instrumento	Todos los PCBs y todos los plaguicidas organoclorados, toxafeno puede ser analizado si la ionización química negativa, está disponible
1	Equipamiento de extracción y limpieza, Cromatógrafo de gases acoplado a masas de alta resolución (GC-HRMS)	Helio/aire acondicionado/estabilizador de corriente/elevados costos operacionales/personal específicamente entrenado para operar y resolver complicados problemas instrumentales	PCDD/PCDFs, todos los PCBs todos los plaguicidas organoclorados excepto toxafeno.

Esta clasificación es útil para dar un primer paso en el análisis de las capacidades nacionales, tomando en consideración los requerimientos señalados. De acuerdo a la clasificación establecida en la Tabla 11, se han realizado consultas a variados laboratorios de tipo Universitario, Públicos y Privados, preguntándoles si ofrecen el servicio de análisis de PCBs y cuáles son las características del servicio.

Los antecedentes obtenidos hasta la fecha permiten concluir que en Chile no existen laboratorios tipo 1, para el análisis de PCBs. Sin embargo, algunos investigadores consultados han señalado que realizan análisis de PCBs bajo la clasificación de laboratorio tipo 2. Sin embargo, si bien poseen el instrumental analítico acorde a la clasificación 2 de UNEP, no poseen la experiencia y métodos validados o acreditados en el tema PCBs.

La capacidad analítica existe en Chile y sin duda puede ser potenciada de manera muy efectiva si se establecen los mecanismos para que esta capacidad pueda aplicarse en el análisis de aquellas matrices ambientales más relevantes para el tema de PCBs, como por ejemplo en aire, biota y alimentos. Estos mecanismos incluyen la capacitación de recursos humanos, el mejoramiento de la infraestructura existente y el desarrollo de ejercicios de intercalibración análogos a los desarrollados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios para otros compuestos.

Otra dificultad que enfrentan los laboratorios, desde una perspectiva puramente analítica, es el número de congéneres de PCBs que pueden ser analizados. Esta información no está disponible para la mayor parte de los laboratorios entrevistados. Durante el último período se han desarrollado métodos para el análisis de congéneres individuales preferibles al análisis tradicional de mezclas comerciales tipo Aroclor 1260 o 1254. Recientemente, un taller de trabajo de UNEP hizo recomendaciones en este sentido, que deberán ser incorporadas en nuestro Plan Nacional de Acción. En dichas recomendaciones se indica el número y tipo de congéneres de PCBs que debieran ser analizados dependiendo del tipo de matriz (Tabla 12).

TABLA 12: ANALITOS RECOMENDADOS PARA EL ANÁLISIS DE DISTINTAS MATRICES AMBIENTALES

Fuente: UNEP (2003)

Sustancias	Analitos	Categoría	Notas	Tipo de laboratorio mínimo
Bifenilos policlorados	(Σ PCB7) 28/31,52,101/90,118, 138,153 y 180	Esenciales	Dependiente del tipo de matriz, biota	3; preferentemente 2
Bifenilos policlorados	(Σ PCB30): 8/5,18,28,31,44,49,52, 95/66,87,99,101,118,128/146,149, 151,153,138/163,156,138/163,156, 183,187,201/157,170,180,194,195, 206,209	Recomendados	Dependiente de la matriz, esenciales para el aire	2, preferentemente 1
PCBs con TEFs	77, 81,105,114,118,123,126,156, 157,167,169,170	Esenciales	Aire	2, preferentemente 1

Los requerimientos de control de calidad que se deben exigir a los laboratorios que hagan análisis de PCBs con fines de fiscalización y control, deben propender a que los datos generados por el laboratorio sean de la mejor calidad posible y, por lo tanto, aceptables para todas las partes interesadas. Debido a esto, será altamente probable que el Convenio de Estocolmo impulse un sistema detallado de criterios QA/QC, además de un sistema coordinado.

Los componentes esenciales de un programa QA/QC para los laboratorios que analicen PCBs debieran considerar:

- Materiales de referencia certificados y cartas control: existe un numeroso material de referencia certificado (CRM) para PCBs en distintas matrices ambientales. Sin embargo, no para todas las matrices existe el material de referencia. En el caso del Convenio de Estocolmo, UNEP y el Secretariado del Convenio deberán proveer los mecanismos adecuados para la elaboración y distribución de material de referencia.
- Estudios interlaboratorios: muy necesarios para evaluar la performance de un laboratorio. UNEP recomienda un estudio anual para todas las combinaciones de COPs/matriz.
- Otros componentes del sistema de calidad como por ejemplo: límites de detección/cuantificación, blancos, recuperaciones, duplicados, calibración, estándares internos, y pruebas confirmatorias.

En Chile los laboratorios (públicos y privados) que hacen análisis de PCBs en general pertenecen a la categoría de laboratorios de investigación, cuya acreditación no se considera necesaria; sin embargo todos los laboratorios siguen normas de calidad y de control interlaboratorio, aunque hasta la fecha no se tiene conocimiento de que éstos hayan realizado alguna prueba de intercalibración para PCBs en Chile. Por lo anterior, se estima que el punto focal del Convenio apunta a la acción en conjunto con otros organismos del Estado, como el Instituto Nacional de Normalización. Estas entidades deberían iniciar acciones tendientes a acreditar los laboratorios con capacidades de hacer análisis de PCBs, tantos de tipo screening (para los aceites de transformadores) como de tipo confirmatorio. Las actividades de control de calidad, en general, corresponden a acciones de tipo específicas y no obedecen a procesos de acreditación.

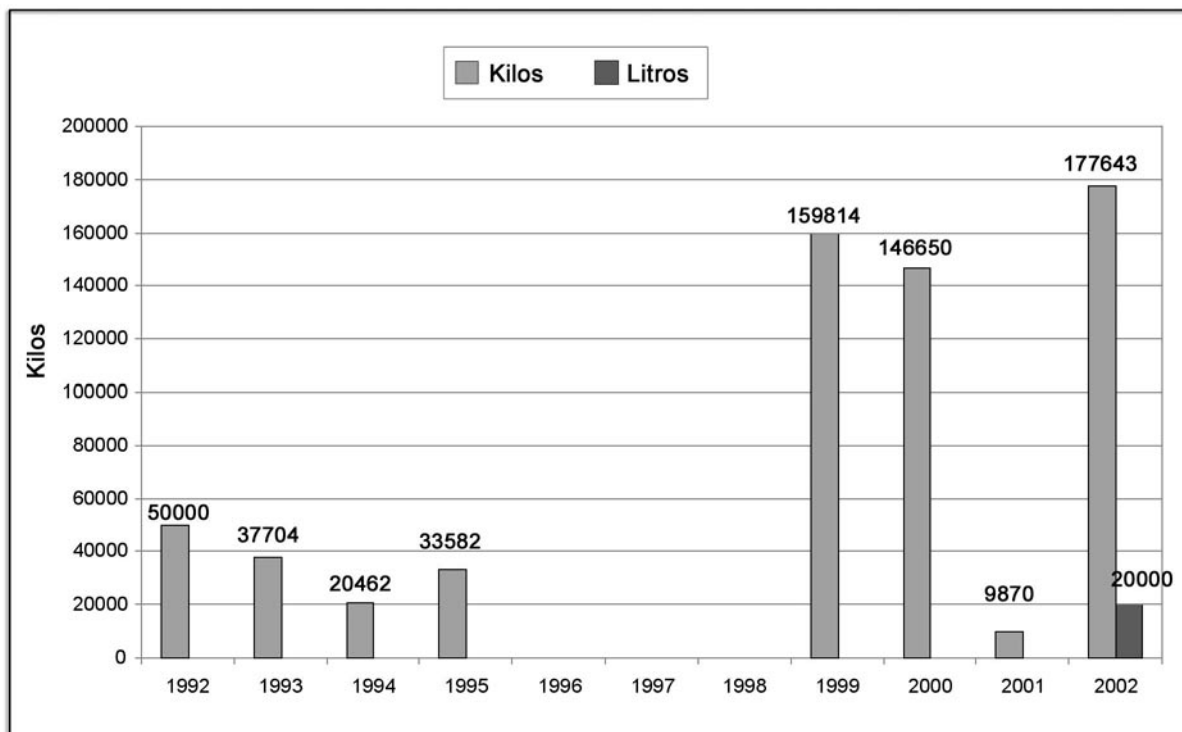
Finalmente se puede concluir que, en el país, a pesar de que existe la infraestructura para conducir análisis de niveles de PCBs en distintas matrices ambientales, aún falta la experiencia y la construcción de conocimiento para llevar a cabo un análisis de rutina (para la fiscalización y el seguimiento) con controles de calidad que sean reconocidos a nivel nacional e internacional. Es por ello que la implementación del Convenio de Estocolmo debiera facilitar este proceso.

4.2.2 EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL ALMACENAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE PCBs EN EL PAÍS

De acuerdo al Convenio de Estocolmo artículo 6, anexo A, parte II, existe plazo hasta el año 2025 para eliminar los PCBs. Para ello, los países firmantes deberán garantizar que esto sea posible produciendo tecnologías apropiadas para realizar esta eliminación en el país, o bien, exportando los PCBs a países que sí tienen esta tecnología disponible. Hasta la fecha de elaboración de este informe, en el país no existen las tecnologías para la eliminación in situ o en instalaciones apropiadas para los PCBs, por lo que la única solución factible para la eliminación es la exportación a través de empresas especializadas. Sin embargo, previo a la exportación se deben asegurar las condiciones apropiadas para el transporte y almacenamiento transitorio de los volúmenes de PCBs y materiales contaminados con PCBs.

Existe un número determinado de empresas privadas, autorizadas por los Servicios de Salud respectivos de cada región, que tienen autorización para el almacenamiento provisorio de PCBs, hasta que entre en vigencia la obligación de eliminarlos. Entre las más importantes destacan CODELCO, División CODELCO Norte y El Salvador (II y III región, respectivamente), Compañía Minera del Pacífico (III región), el Metro de Santiago S.A. e Hidronor (RM).

En Chile existen tres empresas (dos empresas asociadas) que habían eliminado PCBs hasta la fecha de elaboración de este informe: Hidronor desde el año 1992 y la fusión de ABB & Bravo Energy desde el año 2002. En la Figura 19 se muestra las cantidades de PCBs exportados/eliminados por estas empresas. Cabe destacar que las cantidades eliminadas entre 1992 y 2002 alcanzaron los 635.725 kilos, corresponden casi exclusivamente a la empresa Hidronor, con excepción de 31.000 kilos eliminados por Bravo Energy en el año 2002.

FIGURA 19: PCBs ELIMINADOS ENTRE LOS AÑOS 1992 Y 2002*Fuente: HIDRONOR 2000 y MINSAL 2003*

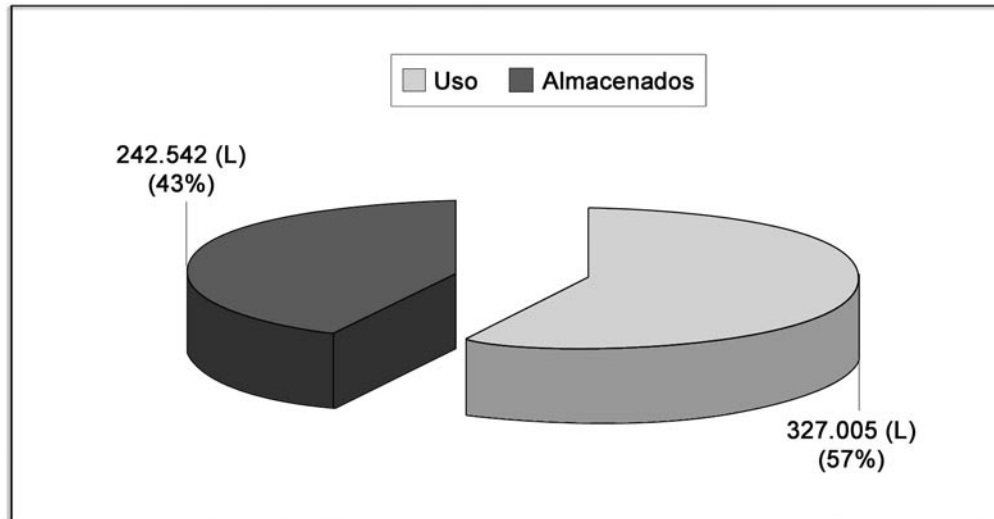
4.3 IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CON EQUIPOS Y MATERIALES CON PCBs

4.3.1 INVENTARIO DE PCBs EN INDUSTRIAS A NIVEL NACIONAL

La Tabla 13 y Figura 20 muestran el volumen total de PCBs en equipos eléctricos (transformadores y condensadores) declarado por las empresas a través de encuestas e inventariado en el presente informe. Este alcanzó hasta noviembre de 2004 un valor de 569.547 litros, de los cuales 327.005 litros en uso y 242.542 litros almacenados.

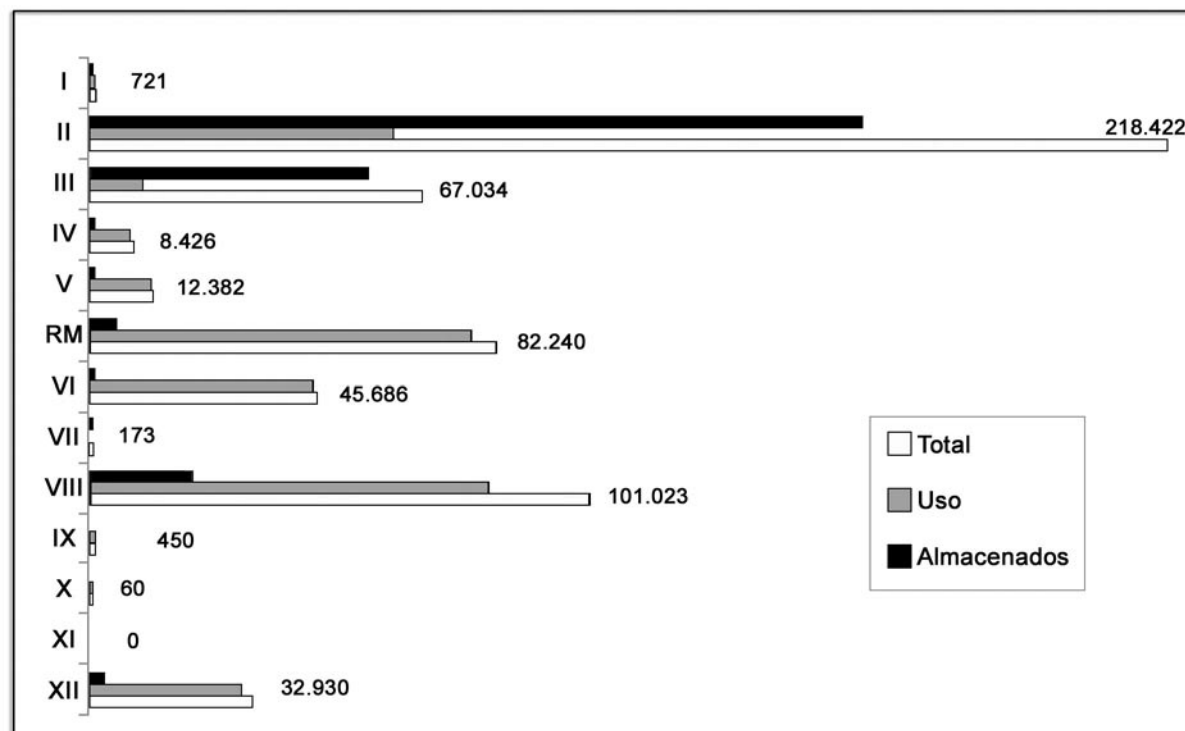
TABLA 13: VOLUMEN TOTAL DE PCBs DECLARADOS POR LAS EMPRESAS CHILENAS

	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TOTAL
Uso (L)	699	62.014	10.767	7.745	12.132	77.235	44.944	0	80.645	450	60	0	30.314	327.005
Almacenados (L)	22	156.408	56.267	681	250	5.005	742	173	20.378	0	0	0	2616	242.542
Total (L)	721	218.422	67.034	8.426	12.382	82.240	45.686	173	101.023	450	60	0	32.930	569.547

FIGURA 20: DISTRIBUCIÓN DE LOS PCBs EN USO Y ALMACENADOS A NIVEL NACIONAL

Tal como se aprecia en la Figura 21, el perfil de los aceites declarados en uso y almacenados permite determinar que las regiones que presentan mayores volúmenes de PCBs son las regiones II y III, para PCBs almacenados, en tanto que, la VIII, R.M, VI, XII y V región (en orden decreciente) presentan los mayores volúmenes de PCBs en uso.

FIGURA 21 PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE LOS PCBs EN USO Y ALMACENADOS A NIVEL NACIONAL



En las Figuras 22 y 23 se muestran los aportes de los diferentes sectores al inventario (total; en uso y almacenados). Dentro de los sectores que hacen una contribución más significativa se encuentran las empresas del sector minero, aportando aproximadamente un 60 % del total y casi al 90% de los PCBs almacenados. Las empresas del sector transporte (Región Metropolitana) y siderúrgico (VI y VIII Región), en su conjunto contribuyen con más del 30 % del total y con el 50 % del volumen de PCBs en uso. Por otra parte, el aporte de las generadoras y distribuidoras eléctricas fue mínimo, correspondiendo a un 8 % al inventario de PCBs en uso y a un 4 % del inventario total, mientras que las empresas del sector petroquímico aportan con menos del 10 % de los PCBs en uso.

FIGURA 22: APOORTE POR SECTOR AL TOTAL DE PCBs INVENTARIADOS (%)

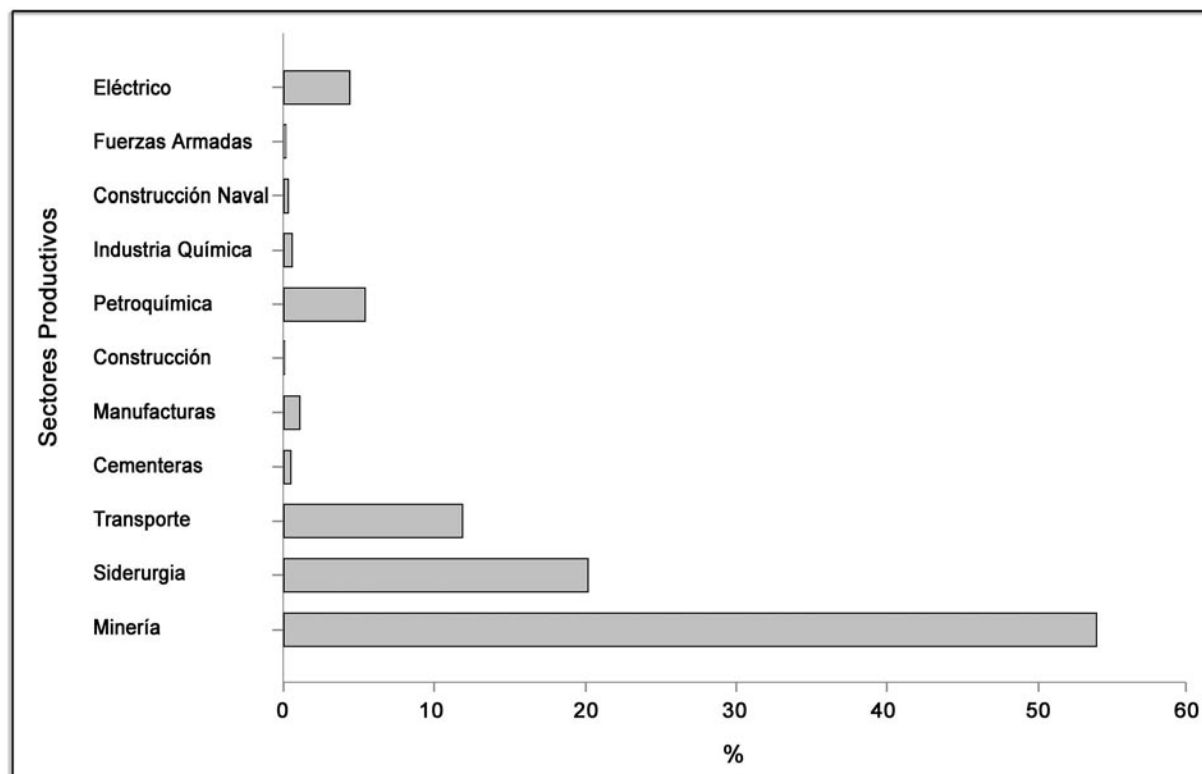
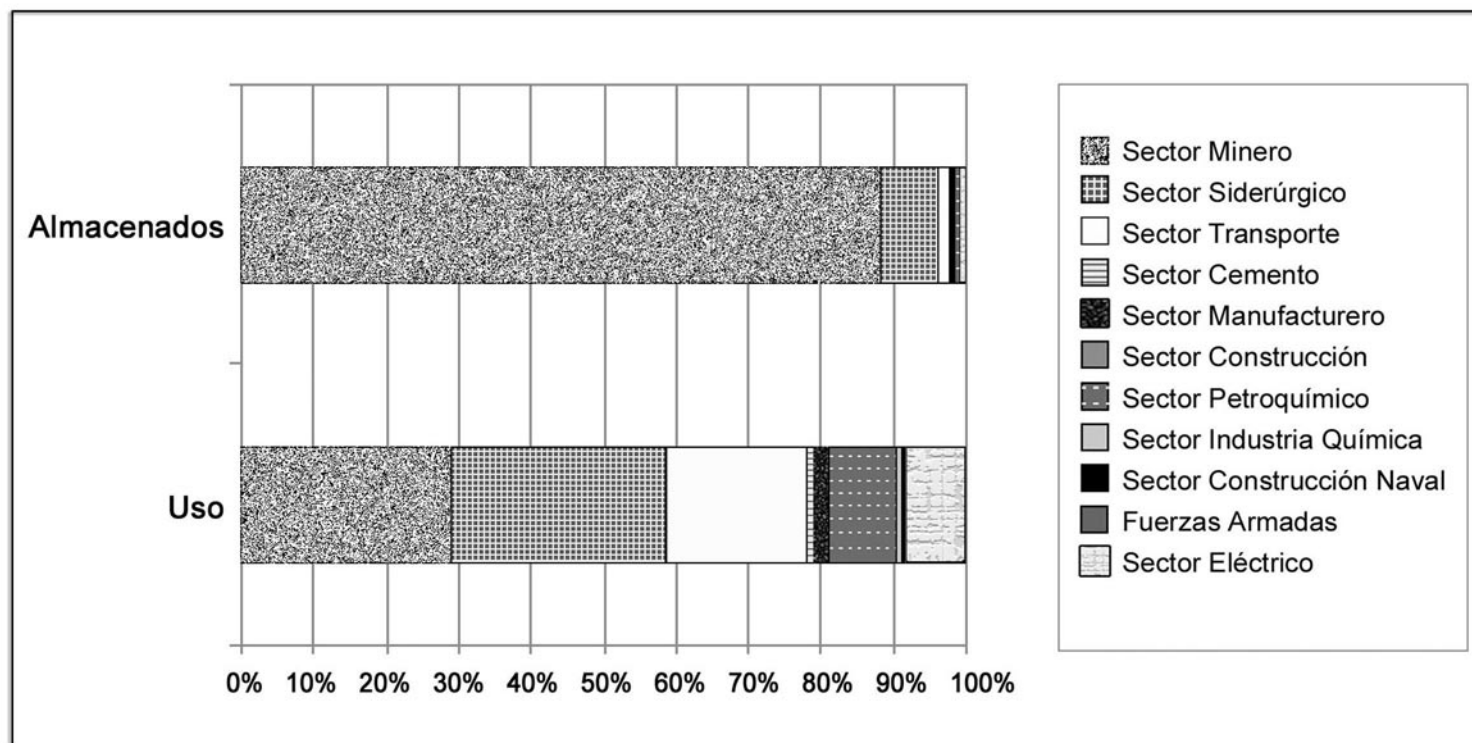


FIGURA 23: APORTES POR SECTOR DE LOS PCBs EN USO Y ALMACENADOS. (%)

4.3.2 CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Las condiciones de almacenamiento de los PCBs son un tema muy complejo debido a las características de estos líquidos dieléctricos. Por ello, y con el propósito de evaluarlos, el Centro EULA-Chile y la CONAMA, desarrollaron un sistema de evaluación de estas condiciones, considerando la información solicitada en la encuesta. Para este fin y de acuerdo a los requerimientos respecto de las condiciones de almacenamiento en bodega y en bóveda, se asignó una nota en cada ítem, obteniéndose así un puntaje máximo de 20 puntos para el almacenamiento en bodega y de 15 puntos para el almacenamiento en bóveda, debiéndose cumplir con todas las condiciones señaladas para poder obtener el puntaje máximo. (Tabla 14).

A cada ítem se le asignó un puntaje de 1 a 3, dependiendo de la importancia del ítem que se esté evaluando: 1 significa que ese ítem se considera como Levemente Necesario, 2 equivale a Necesario y 3 a Muy Necesario. La comprobación de la existencia de cada ítem por separado, implica la asignación del puntaje indicado en la Tabla 15, y en caso contrario, la asignación de un puntaje igual a cero.

TABLA 14: PUNTAJE DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO EN BODEGA Y BÓVEDA

Condiciones de almacenamiento ^{(1) (2)}	Puntaje para bodegas	Puntaje para bóvedas
Reja de seguridad	2	1
Acceso restringido	1	1
Radier impermeabilizado	3	3
Pretil	3	3
Captación de derrames	3	3
Bandejas metálicas	2	2 ⁽³⁾
Ventilación	1	---
Etiquetado	2	2 ⁽⁴⁾
Techo	3	---
Total	20	15

⁽¹⁾ Esta es una calificación cuantitativa y no cualitativa, por lo que no se han evaluado las condiciones en que se encuentra cada una de las variables consideradas.

⁽²⁾ No se consideran las condiciones de "suelo" ni "radier no impermeabilizado", por otra parte, la sola existencia de una de ellas, equivale a un almacenamiento de tipo "insuficiente".

⁽³⁾ Esta condición no existe dentro de una bóveda.

⁽⁴⁾ Esta condición es inherente a una bóveda.

TABLA 15: CALIFICACIÓN CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Calificación	Puntaje total para bodega	Puntaje total Puntaje bóveda
Muy Bueno	20	15
Bueno	19 - 15	14 – 11
Regular	14 - 11	10 – 8
Insuficiente	10 - 0	7 – 0

De las empresas encuestadas, sólo 12 informaron que presentaban PCBs almacenados. Basándose en la información sobre las condiciones de almacenamiento, se pudo concluir que el 50% de las empresas (6), tienen condiciones de almacenamiento deficientes o regulares y el 30% de muy buenas (4), las cuales incluyen a la empresa CODELCO (II y III Región), Compañía Minera del Pacífico en la III Región y el Metro en Santiago.