

## Guía para la elaboración de un Plan de Gestión de PCB en el Sector Minero



**MARZO 2013**

## ÍNDICE

Presentación	v
Acrónimos	vi
Glosario	vii
Listado de Fotos	ix
Listado de Figuras	x
Listado de Cuadros	xi
Listado de Tablas	xi
Listado de Anexos	xii
Introducción	1
Propósito de la guía	4
<b>Parte I: LOS BIFENILOS POLICLORADOS</b>	5
Propiedades de los PCB	6
Usos de los PCB	7
Los PCB en la minería	12
Riesgos a la salud y al ambiente de los PCB	19
Riesgos a la salud	19
Riesgos al ambiente	22
PCB en el aire	26
PCB en el agua	27
PCB en los sedimentos y el suelo	27
Riesgos derivados de la exposición a los PCB	29
Preocupaciones frente a los PCB	30
Convenio de Basilea	30
Convenio de Estocolmo	31
Convenio de Rotterdam	32
Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM)	33
Ciclo de vida de los equipos con PCB	34
Evaluación de riesgo de los equipos contaminados con PCB	40
<b>Parte II: PLAN DE GESTIÓN DE LOS PCB</b>	46
Plan de Gestión de los PCB	47
Pasos para elaborar un Plan de Gestión de PCB	49
Paso 1: Conformación del Grupo de Trabajo	51

	Paso 2: Elaboración del Diagnóstico Situacional	51
1.	Aspectos generales	52
1.1	Introducción	52
1.2	Descripción de la empresa, establecimiento u institución	52
1.2.1	Ubicación	52
1.2.2	Alcance	53
1.2.3	Equipos y probables fuentes de contaminación	53
1.2.4	Unidades conformantes de la empresa	54
1.2.5	Proceso productivo – Extractivo	56
1.2.6	Relación de equipos	56
	Paso 3: Establecimiento de objetivos y metas	60
2.	Propósito del Plan de Gestión de los PCB	60
3.	Beneficiarios	61
4.	Objetivos y metas del Plan de Gestión de los PCB	62
	Paso 4: Descripción de las principales actividades	65
5.	Descripción de las actividades a desarrollar	65
5.1	Identificación de existencias con PCB (Inventario)	65
5.1.1	Conformación del equipo de trabajo para el inventario	65
5.1.2	Asignación de responsabilidades	66
5.1.3	Desarrollo del inventario	66
5.1.4	Inventario de sitios contaminados	69
5.1.5	Sistematización de la información	69
6.	Evaluación de riesgos para la toma de decisiones	70
6.1	Evaluación de riesgos por el uso de equipos con PCB ó existencias de PCB	70
6.2	Medidas preventivas en sistemas con PCB	71
6.2.1	Operación y mantenimiento	71
6.2.2	Adquisición de equipos e insumos	72
6.2.3	Elaboración de instrumentos de gestión ambiental	73
6.3	Almacenamiento y Transporte de existencias contaminadas con PCB	74
6.3.1	Almacenamiento	74
6.3.2	Transporte	77
	Transporte interno	77
	Transporte fuera de las instalaciones en el ámbito nacional	78
	Transporte transfronterizo	81
7.	Tratamiento y eliminación de PCB	83

8.	Actividades de capacitación, difusión y medidas de respuesta a ante accidentes ambientales con PCB	87
8.1	Actividades de capacitación	87
8.2	Actividades de difusión	87
8.3	Medidas de respuesta ante accidentes ambientales con PCB	88
	Paso 5: Cronograma de actividades y presupuesto	90
9.	Cronograma de actividades y presupuesto	90
9.1	Cronograma de actividades	90
9.2	Presupuesto	90
10.	Asignación de responsabilidades para la ejecución del Plan de Gestión de PCB	96
10.1	Previsión de recursos humanos	96
10.2	Recursos técnicos	96
10.3	Recursos financieros	96
10.4	Recursos materiales	96
11.	Seguimiento y evaluación	97
	Bibliografía	98
	Anexos	101

## **PRESENTACIÓN**

La guía para la elaboración de un Plan de Gestión de los PCB ha sido preparada por el Proyecto Regional “Mejores Prácticas para el Manejo de PCB en el Sector Minero Sudamericano”, con el objetivo de coadyuvar la gestión nacional de los países parte del proyecto en el logro de los objetivos establecidos en sus Planes de Acción de Bifenilos Policlorados (PCB) y, consecuentemente, sus Planes Nacionales de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP).

Este documento ha sido elaborado tomando como referencia una típica industria minera, toda vez que el proyecto está dirigido a ese sector, pero es aplicable a todas las actividades industriales, por lo que se convierte en un instrumento de gestión ambiental útil para las empresas que tienen que cumplir con la normatividad nacional e internacional con relación a la gestión de los PCB. Asimismo, las autoridades de todos los niveles de gobierno podrán adoptar la guía como referencia para sus acciones de control y fiscalización, así como para la evaluación del cumplimiento de lo estipulado en los Convenios de Estocolmo y Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación.

La guía brinda las pautas y criterios validados en campo para las diversas situaciones u opciones que pueden tenerse en la industria con relación a las fuentes que podrían contener PCB o estar contaminadas con estas sustancias.

La orientación que se brinda para el plan de gestión tiene el enfoque de mejora continua en las actividades con incidencia ambiental de la empresa y el objetivo de la reducción de riesgos para así lograr que la industria minera realice una Gestión Ambientalmente Racional (GAR) de las existencias que contengan PCB y de los equipos contaminados con PCB con un contenido mayor a 0,005% ó 50 partes por millón (ppm) de PCB, a fin de eliminarlos a más tardar para el 2028, conforme lo estipula el Convenio de Estocolmo.

Esta guía contribuye al mejor conocimiento de la naturaleza y los riesgos que representan los PCB por parte de los profesionales que trabajan en la industria minera u otro tipo de industria, de quienes brindan servicios de mantenimiento de equipos eléctricos, y servicios de manejo de residuos peligrosos, así como de los profesionales que trabajan en la administración pública y que tienen las funciones de control y fiscalización ambiental, seguridad y salud ocupacional.

## ACRÓNIMOS

ACV	Análisis del Ciclo de Vida
APELL	Awareness and Preparedness for Emergencies al Local Level (Programa de Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local)
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades)
CFP	Consentimiento Fundamentado Previo (PIC-Prior Informed Consent)
CRBAS	Centro Regional de Basilea para América del Sur
COP	Contaminante Orgánico Persistente (Persistent Organic Pollutant – POP)
DDT	Dicloro Difenil Tricloroetano
EEUU	Estados Unidos de Norteamérica
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
EPP	Equipos de Protección Personal
FMAM	Fondo Mundial para el Medio Ambiente (Global Environment Facility – GEF)
GAR	Gestión Ambientalmente Racional
HTD	Herramienta para la Toma de Decisiones
IARC	International Agency for Research on Cancer (Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer) de la OMS
ICCM	International Conference on Chemicals Management (Conferencia Internacional sobre la Gestión de Productos Químicos)
IMDG	International Maritime Dangerous Goods (Code) (Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas)
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
MAR	Manejo Ambientalmente Racional
MSDS	Material Safety Data Sheet (Hoja de Seguridad)
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ONG	Organización No Gubernamental
PCB	Polychlorinated Biphenyls (Bifenilos Policlorados)
PTS	Procedimiento de Trabajo Seguro
Parte(s)	País(es) que han firmado y ratificado un convenio internacional
PGPCB	Plan de Gestión de PCB
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SAICM	Strategic Approach to International Chemicals Management (Enfoque Estratégico para la Gestión Internacional de Productos Químicos)
UN	United Nations (Naciones Unidas)
WHO	World Health Organization

## GLOSARIO

Aceite dieléctrico	Es el aceite empleado como aislante líquido en los transformadores eléctricos, impidiendo la conducción del calor y la electricidad.
Almacenamiento Temporal	Estadía temporal de los residuos con PCB hasta su tratamiento o disposición final.
Aplicaciones abiertas	Son aquellas aplicaciones en donde los PCB se encuentran incorporados dentro de diversas preparaciones, pueden estar en cantidades pequeñas o muy pequeñas y están en contacto directo con su entorno y por consiguiente, pueden estar expuestos al ambiente.
Aplicaciones cerradas	Son aquellas en donde los PCB están encerrados dentro de un equipo totalmente sellado y por lo tanto no están en contacto con el usuario o el ambiente.
Aplicaciones parcialmente cerradas	Son aquellas en las que el aceite con PCB es sometido a movimiento durante su uso y no queda directamente expuesto al ambiente pero podría estarlo periódicamente durante una utilización normal.
Balastro	Equipo que sirve para mantener un flujo de corriente estable en lámparas, ya sea un tubo fluorescente, lámpara de vapor de sodio, lámpara de haluro metálico o lámpara de vapor de mercurio. Técnicamente es un reactor que está constituido por una bobina de alambre de cobre esmaltado, enrollada sobre un núcleo de chapas de hierro o de acero eléctrico.
Bioacumulación	Proceso por el cual la cantidad de una sustancia en un organismo vivo (o en sus partes) aumenta con el tiempo (WHO, 1979).
Biodegradable	Producto o sustancia que puede descomponerse, debido a la acción de agentes biológicos bajo condiciones ambientales naturales.
Biomagnificación	Secuencia de procesos en un ecosistema, por los cuales se van alcanzando concentraciones más altas en organismos de nivel trófico superior, es decir, niveles más altos en la cadena alimenticia (Dustman y Stickel, 1969).
Bujes	Cadenas de aisladores de alta tensión.
Cadena Alimenticia	Secuencia de la transferencia de materia y energía en forma de alimento de un organismo a otro en niveles tróficos ascendentes o descendentes (WHO, 1979).
Capacitor (condensador)	Son aparatos que pueden acumular y mantener una carga eléctrica, cuyo material dieléctrico suele ser un fluido que puede o no contener PCB. Se distinguen de los transformadores porque son siempre estructuras selladas.
Carcinogenicidad	Capacidad que tienen las sustancias químicas o mezcla de ellas de inducir al cáncer o aumentar su incidencia.
Chancado	Operación que permite disminuir el tamaño de las rocas mineralizadas, moliéndolas o triturándolas usando máquinas chancadoras o molinos especiales para este fin.
Cloracné	Erupción acneiforme causada por exposición a sustancias químicas, principalmente cloradas, como los PCB o la tetracloro-dibenzo-p-dioxina.
Contaminante Orgánico Persistente (COP)	Sustancia que es persistente, tiene propiedades tóxicas, es resistente a la degradación, se bioacumula, y es transportado por el aire, el agua y las especies migratorias a través de las fronteras

	internacionales por lo que fácilmente se deposita lejos del lugar de su liberación, acumulándose en ecosistemas terrestres y acuáticos.
Declorinación	Proceso de sustitución selectiva de los átomos de cloro de las moléculas de PCB, para eliminar sus características tóxicas.
Descontaminación	Remoción de PCB por algún medio físico o químico para alcanzar una concentración de menos de 50 ppm o menor a $10 \mu\text{g}/100\text{cm}^2$ , según sea aplicable.
Disposición Final	Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos. PCB como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.
Disruptor endocrino	Compuestos químicos que presentan en común, la propiedad de alterar el equilibrio hormonal del sistema endocrino de los organismos.
Eliminación	Proceso de remoción de existencias o residuos con PCB, de acuerdo a un Plan de Eliminación o un Plan de Manejo de Residuos.
Equipo eléctrico	Dispositivo que para su funcionamiento emplea materiales que puedan contener PCB. Pueden ser transformadores, condensadores, balastos de luz, etc.
Evaluación de Riesgos	Identificación y cuantificación de los riesgos determinados por exposición a los PCB para su análisis y control.
Existencia con PCB	Cualquier equipo en estado operativo, sus componentes y recipientes que contengan PCB con una concentración mayor o igual a 50 ppm o cuya superficie presente una concentración mayor o igual a $10 \mu\text{g}/100\text{cm}^2$
Fluido dieléctrico	Fluido capaz de resistir un gradiente de potencial eléctrico lo que le confiere propiedades aislantes.
Gestión Ambientalmente Racional (GAR)	Adopción de todas las medidas posibles para asegurar que los desechos peligrosos y otros desechos sean gestionados de manera que se proteja la salud humana y ambiental de cualquier efecto adverso que pueda derivarse de tales desechos.
Incineración	Método de tratamiento de residuos PCB que consiste en la oxidación química para la combustión completa de los residuos en instalaciones autorizadas, a fin de reducir y controlar riesgos a la salud y ambiente.
Instalación Minera	Unidad de extracción de recursos minerales puede ser a tajo abierto o socavón.
Linfoma de No Hodgkin	Son tumores de los ganglios linfáticos periféricos, el timo o los órganos abdominales, como los intestinos, aunque pueden presentarse en otros sitios.
Manejo Ambientalmente Racional (MAR)	Adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen de manera que queden protegidos el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que pueden derivarse de tales efectos.
ppm	Partes por millón.
Teratogénico	Propiedad o potencial de una sustancias química o mezcla de ellas para inducir malformaciones estructurales permanentes o defectos en un embrión o un feto.
Transformador	Equipo utilizado para aumentar o reducir la tensión. Los transformadores que contienen PCB normalmente se instalan en



edificios en los que se distribuye electricidad denominadas subestaciones eléctricas.

### **Listado de fotos**

Foto Nº 1	Transformadores eléctricos	8
Foto Nº 2	Condensadores	9
Foto Nº 3	Balastos de lámparas fluorescentes	9
Foto Nº 4	Placa de transformador General Electric con Pyranol	14
Foto Nº 5	Placa de transformador Allis-Chalmers con Chlorextol	14
Foto Nº 6	Placa de transformador Westinghouse con Inerteen	14
Foto Nº 7	Locomotora eléctrica	15
Foto Nº 8	Transformadores en la Mina Eagle en Gilman, Colorado	15
Foto Nº 9	Lámparas fluorescente	16
Foto Nº 10	Balastos sospechosos	16
Foto Nº 11	Capacitores identificados con PCB	16
Foto Nº 12	Cables impregnados sospechosos de tener PCB	17
Foto Nº 13	Minas de carbón – planta de fuerza con capacitores que contienen PCB	17
Foto Nº 14	Pintura en maquinaria sospechosa de contener PCB	17
Foto Nº 15	Planta de fuerza en minas de carbón	18
Foto Nº 16	Transformador fuera de servicio en almacén de socavón	18
Foto Nº 17	Fluorescentes en los socavones	18
Foto Nº 18	Reducción del riesgo durante el uso de los transformadores	44
Foto Nº 19	Almacén temporal	73
Foto Nº 20	Cilindro apropiado para contener PCB	74
Foto Nº 21	Contenedor especial con bandeja interior metálica	74
Foto Nº 22	Transformador con PCB etiquetado	75

## **Listado de Figuras**

Figura Nº 1	Capacitores de antiguos electrodomésticos (televisores, heladeras, equipos de aire acondicionado, ventiladores de techo, lavadoras, secadores de pelo y de ropa, freidoras industriales, ventiladores, etc.)	9
Figura Nº 2	Cable NKY con papel impregnado en aceite (producto discontinuado)	10
Figura Nº 3	Masillas y juntas de sellado	11
Figura Nº 4	Retardantes de fuego	11
Figura Nº 5	Papel autocopiativo	11
Figura Nº 6	Distribución global de los COP (PCB) en el ambiente	23
Figura Nº 7	Acumulación de los químicos tóxicos al final de la cadena alimenticia	24
Figura Nº 8	Biomagnificación de los PCB en la cadena alimentaria marina	26
Figura Nº 9	Movimiento de PCB en el ambiente	28
Figura Nº 10	Etapas del Ciclo de Vida	35
Figura Nº 11	Actividades más relevantes del ciclo de vida de los equipos que contienen aceites dieléctricos	37
Figura Nº 12	Evaluación de Riesgo	41
Figura Nº 13	Pasos para la Evaluación de Riesgo	41
Figura Nº 14	Requisitos del Convenio de Estocolmo	43
Figura Nº 15	Plazos en la gestión de los PCB	43
Figura Nº 16	Vinculación de los instrumentos de gestión ambiental referidos a los PCB	48
Figura Nº 17	Pasos para elaborar un Plan de Gestión de PCB	49
Figura Nº 18	Diagrama de flujo de la Empresa Minera El Tesoro	55
Figura Nº 19	Criterios de discriminación	66
Figura Nº 20	Pasos que debe seguir una empresa minera para hacer un inventario de PCB	67
Figura Nº 21	Equipos adecuados para el trasvase y recolección de aceites con PCB	74
Figura Nº 22	Modelos de etiquetas	76

Figura Nº 23	Árbol de decisiones para el tratamiento y disposición final de los PCB	84
Figura Nº 24	Acondicionamiento de residuos (Cilindro con PCB) para su almacenamiento	138
Figura Nº 25	Características de un almacén permanente	139
Figura Nº 26	Muestra los rótulos establecidos por Naciones Unidas (UN) para transportar Equipos y Materiales con PCB	151

## **Listado de Cuadros**

Cuadro Nº 1	Ingesta diaria Tolerable de PCB estimada para los adultos en EEUU	29
Cuadro Nº 2	Riesgos y Acciones a adoptarse en cada una de las actividades del Ciclo de Vida de los equipos (transformadores, capacitores)	37
Cuadro Nº 3	Clases de peligro	144

## **Listado de Tablas**

Tabla Nº 1	Características Físicoquímicas más Importantes de los PCB	101
Tabla Nº 2	Nombres comerciales de los PCB	102
Tabla Nº 3	Extracto de las marcas de PCB	103
Tabla Nº 4	Tabla de Arocloros	104
Tabla Nº 5	Esquema de la base de datos para registrar los equipos que pueden contener PCB	58
Tabla Nº 6	Relación de equipos y materiales que se fabricaron con PCB	71
Tabla Nº 7	Cronograma de actividades y responsables	90
Tabla Nº 8	Cronograma de actividades para el inventarios	91
Tabla Nº 9	Tabla de Identificación de Impactos durante la operación	131
Tabla Nº 10	Matriz para la cuantificación de Riesgos	134
Tabla Nº 11	Categorización de Impactos	135

## **Listado de Anexos**

Anexo Nº 1	Artículos del Convenio de Basilea	106
Anexo Nº 2	Artículos del Convenio de Estocolmo y listado de sustancias COP	112
Anexo Nº 3	Artículos que aplican a los PCB – Convenio de Rotterdam	116
Anexo Nº 4	Listado de normas argentinas, chilenas y peruanas referidas a los PCB	119
Anexo Nº 5	Parte II del Convenio de Estocolmo	124
Anexo Nº 6	Metodología para la evaluación de riesgos de las personas y el medio ambiente por contaminación PCB	126
Anexo Nº 7	Especificaciones técnicas sugeridas para los almacenes temporales para PCB	135
Anexo Nº 8	Ejemplo de Hoja de Seguridad para PCB (MSDS)	141
Anexo Nº 9	Transporte Transfronterizo	143

## INTRODUCCIÓN

Las sustancias químicas están en todas partes, son indispensables para la vida, por lo que su uso está generalizado en todas las actividades económicas, así como en la vida doméstica, sin embargo no se puede soslayar el riesgo que su uso implica para la salud humana y el medio ambiente.

Desde antiguo, el hombre se enfrentó al riesgo de los productos químicos, a su toxicidad. Así, Hipócrates (400 A.C.) conocía que los mineros respiraban con dificultad y se intoxicaban por exposición al plomo, pero no era su problema, ya que él ejercía la medicina para los aristócratas.<sup>1</sup>

Durante siglos las sustancias químicas han sido utilizadas por el hombre para obtener productos que le proporcionen comodidad y bienestar. Sin embargo, en el afán de progresar, las sociedades modernas han optado por aceptar de modo entusiasta, aunque no siempre discriminadamente, los beneficios que los adelantos y progresos de la ciencia y tecnología les venía ofreciendo.<sup>2</sup>

Se calcula que la producción anual de las sustancias o productos químicos ha pasado de un millón de toneladas en la década de los treinta del siglo pasado, a varios centenares de millones de toneladas<sup>2</sup>, estando la población expuesta a los riesgos del mundo químico, ello aunado a la exposición de los agentes contaminantes, producto igualmente de las actividades humanas.

Son muchos los accidentes y desastres químicos que dieron la alarma a la humanidad, así en 1959, se detectó en Japón la aparición de una rara enfermedad en los alrededores de la Bahía de Minamata y ulteriormente en la región del río Niigata, comprobándose que esta enfermedad estaba asociada a la descarga industrial de compuestos de mercurio, los cuales fueron acumulándose en los peces de la zona y que fueron comidos por más de un millar de habitantes, muriendo más de cincuenta a consecuencia de la enfermedad denominada hoy como “enfermedad de Minamata”.

En 1968, en Yusho, Japón, un lote de aceite de arroz fue contaminado accidentalmente por un líquido industrial de uso muy generalizado compuesto por Bifenilos Policlorados (PCB) y aparentemente muy inocuo. Más de un millar de personas enfermaron por usar el aceite contaminado para cocinar<sup>3</sup>. Este accidente puso en relieve el hecho de que aún exposiciones relativamente bajas a un contaminante pueden dar lugar a efectos tóxicos si se repiten durante un largo periodo y aunque las exposiciones de breve duración no parezcan producir ningún efecto adverso considerable. También de este hecho se obtuvo una importante lección, ya que un retiro de productos químicos sin las debidas precauciones podía traducirse en una amplia dispersión de los mismos en todo el medio ambiente.

---

<sup>1</sup> Manual de manejo de productos químicos. Mario Benedetti. Fundación Laboral Internacional para el Desarrollo Sostenible

<sup>2</sup> Toxicología Prospectiva: Base lógica, manera de abordar y aplicaciones prácticas. G. Vettorazzi. Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza

<sup>3</sup> Mitchell D. Erickson, Analytical Chemistry of PCB, 1986

Posteriormente, se han tenido muchos más accidentes como la fuga de gas de Union Carbide en Bophal, 1984 en India, que causó la muerte de 4 000 personas, unas 500 000 sufrieron problemas de salud, cuyas complicaciones culminaron con la vida de unas 15 000 personas más y otras hoy día siguen sufriendo las consecuencias de este suceso. En 1986 tuvo lugar la explosión de la planta de energía nuclear en Chernobyl que se llevó la vida de 31 personas de inmediato y se estima que unas 400 000 murieron posteriormente por la exposición a la radiación; la fecha hay personas afectadas que sufren todavía las consecuencias de la radiación.

El 11 de marzo de 2011, tuvo lugar en la costa nordeste de Japón un terremoto magnitud 9,0 en la escala sismológica de magnitud de momento y horas más tarde un tsunami, que afectó el funcionamiento de la central nuclear Fukushima Dai-ichi o Fukushima, con la pérdida completa de control sobre la central y sus reactores. Situación que pudo ser evitada, según el informe de investigación del comité de expertos creado a instancias del Parlamento sobre el peor accidente nuclear del mundo en 25 años, y que criticó la gestión de un desastre natural que desembocó en una crisis creada por el hombre por la falta de autoridad del gobierno y los reguladores y según se dijo, se habían mostrado reacias a adoptar los estándares mundiales de seguridad que podrían haber ayudado a prevenir un desastre en el que los reactores se fundieron, filtrando radiación que obligó a 150 000 personas a abandonar sus hogares, muchas de las cuales no volvieron a su hogar, evacuando definitivamente más de 50 000 personas de una zona de exclusión de 20 kilómetros alrededor de la planta nuclear. A julio de 2012 se ha evidenciado las mutaciones genéticas en mariposas, se ha afectado gravemente a la agricultura, la ganadería y la pesca locales, además de haber obligado a la evacuación.<sup>4</sup>

No debe dejar de mencionarse lo ocurrido en 1976, en Seveso, Italia, donde se liberó accidentalmente 2 kilogramos de 2,3,7,8-tetracloro-p-dibenzodioxina, un gas de extrema toxicidad y persistencia en el medio ambiente, extendiéndose la nube varios kilómetros, con consecuencias muy graves; cientos de personas fueron dañadas permanentemente, más de 75000 animales fueron sacrificados, 417 personas tuvieron cloracné, 18 hectáreas de terreno contaminado, no se podía tocar ni comer vegetales o fruta locales. Posteriormente, se evidenció bebés que nacieron con deformidades, 5 personas que trabajaron en la descontaminación contrajeron enfermedad del hígado, muchas mujeres fueron sometidas a aborto, como medida sanitaria.

Las sustancias químicas peligrosas causan la muerte a 340 000 trabajadores cada año<sup>5</sup> y se estima que 10% de los cánceres a la piel son atribuibles a estas sustancias en los puestos de trabajo.<sup>1</sup> Dentro de éstas, hay sustancias persistentes que pueden acumularse en el cuerpo y en el ambiente, por ello es necesario tener el conocimiento suficiente sobre los riesgos para reducir o eliminar los efectos no deseados.

---

<sup>4</sup> (Informe: el desastre nuclear de Fukushima se debió al error humano. <http://www.americaeconomia.com/politica-sociedad/politica/lapidario-informe-atribuye-al-error-humano-el-desastre-de-fukushima>)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Central\\_nuclear\\_Fukushima\\_I](http://es.wikipedia.org/wiki/Central_nuclear_Fukushima_I)

(<http://elcomercio.pe/actualidad/1437492/noticia-crisis-nuclear-fukushimafue-desastre-hecho-hombre> -05.07.2012)

<sup>5</sup> Información sobre Trabajo Sin Riesgo (SafeWork). OIT

Los PCB son una de esas sustancias tóxicas persistentes que causan preocupación mundial<sup>6</sup>; fueron sintetizados a fines del siglo 19 y a inicios del siglo 20 se empezó a producir industrialmente, observándose años más tarde efectos indeseados tanto en la salud humana, como en la fauna, dejando de producirse a mediados de los años 70, prohibiéndose su uso en muchos países en los 80s. No obstante ello, hay todavía cantidad considerable de esta sustancia en uso, esto debido a la larga vida de los equipos eléctricos y a que muchos países no han adoptado aún medidas para su prohibición y adecuada eliminación.

En 1992, con motivo de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente el Desarrollo, llamada la Cumbre de la Tierra, realizada en Río de Janeiro, Brasil, se puso en evidencia la necesidad de actuar en la protección del ambiente en todos los frentes, es decir, local e internacionalmente. Así, la Agenda 21<sup>7</sup> propone actividades para una gestión ambiental de las sustancias químicas y los desechos peligrosos. El capítulo 19 (Gestión ecológicamente racional de los productos químicos tóxicos, incluida la prevención del tráfico internacional ilícito de productos tóxicos y peligrosos) tiene como objetivo fortalecer la evaluación internacional de los riesgos, utilizando criterios de selección y evaluación, preparar directrices sobre los grados aceptables de exposición a un mayor número de sustancias químicas tóxicas, teniendo en cuenta los aspectos de salud y el medio ambiente, relacionados con los factores socioeconómicos; en tanto que el capítulo 20 (Gestión ecológicamente racional de los desechos peligrosos, incluida la prevención del tráfico internacional ilícito de desechos peligrosos) tiene como objetivo, el impedir en lo posible y reducir al mínimo, la producción de desechos peligrosos y someter esos desechos a una gestión que impida provoquen daños al medio ambiente, señalando como áreas de programas, la promoción de la prevención y la reducción al mínimo de los desechos peligrosos, la promoción y el fortalecimiento de la capacidad institucional en materia de gestión de desechos peligrosos, la promoción y fortalecimiento de la cooperación internacional en materia de gestión de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y la prevención del tráfico internacional ilícito de desechos peligrosos.

Los PCB deben gestionarse teniendo en cuenta las actividades señaladas en ambos capítulos, así como las convenciones internacionales referidas a los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) y desechos peligrosos –que nacen y se asientan como consecuencia de la Cumbre de Río de 1992- y la legislación particular en cada uno de los países. Por ello, es pertinente, contar con una herramienta que permita a la industria, realizar una Gestión Ambientalmente Racional (GAR)<sup>8</sup> de estas sustancias, adoptando medidas responsables que protejan la salud de sus trabajadores y el medio ambiente.

---

<sup>6</sup> Destruction and decontamination technologies for PCBs and other pops wastes under the Basel Convention. A Training Manual for Hazardous Waste Project Managers. Volumen A. Secretariat of the Basel Convention. 2002

<sup>7</sup> Programa 21 –Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro 1992. La Agenda 21 es un programa de acción muy amplio que se presentó a los Gobiernos para que lo adopten. Es un conjunto de estrategias integradas con el fin de detener y revertir las consecuencias negativas de las actividades humanas sobre el medio ambiente y fomentar en todos los países el desarrollo económico sostenible desde el punto de vista ecológico, estando estas bases dirigidas a todos los niveles gubernamentales, de modo que anualmente se formulen planes que luego sean ejecutados y monitoreados con una amplia participación ciudadana.

<sup>8</sup> La GAR está definida de manera similar a Manejo Ambientalmente Racional (MAR)

## **PROPÓSITO DE LA GUÍA**

La presente guía tiene por objetivo brindar a la industria, en especial la minera, entidades de gobiernos, personas que posean equipos que contienen PCB y/o existencias contaminadas con PCB, las orientaciones para elaborar un Plan de Gestión de los PCB que tenga como base el análisis del ciclo de vida (de los equipos eléctricos como principales fuentes de PCB), así como la evaluación de riesgo, que deberán verse reflejadas en la evaluación de impacto ambiental y en los planes de contingencia que tengan que realizar, considerando asimismo, las buenas y mejores prácticas, y las mejores técnicas disponibles en la materia. Este plan de acuerdo a las normas nacionales y obligaciones puede ser fiscalizable, y traduce el compromiso de la empresa con relación al manejo de los PCB.

La información de este documento hace énfasis en los riesgos a la salud y al ambiente y se complementa con la “Herramienta para la Toma de Decisiones-HTD” elaborada por el Centro Regional del Convenio de Basilea para la Capacitación y Transferencia de Tecnología para la Región de América del Sur (CRBAS) y la Secretaría del Convenio de Basilea, en el marco del Proyecto Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) “Mejores Prácticas para el Manejo de PCB en el Sector Minero Sudamericano”.

La guía se ha diseñado en dos partes, una primera que brinda información sobre los PCB (resumen de las propiedades, características, sus usos – con énfasis en la industria minera) y los riesgos para la salud y el ambiente que la contaminación con PCB implican.

La segunda parte presenta los pasos a seguir para elaborar el Plan de Gestión de los PCB, teniendo en cuenta las actividades más relevantes del ciclo de vida de los equipos eléctricos.





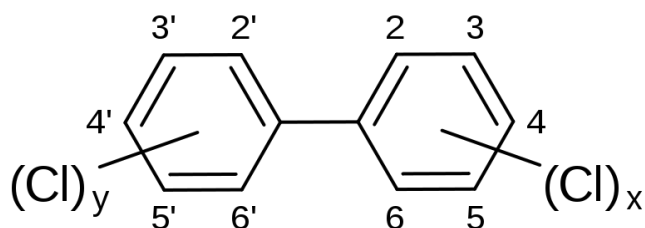
# LOS BIFENILOS POLICLORADOS

## Parte I

## PROPIEDADES DE LOS PCB

Los PCB fueron sintetizados por primera vez en 1866 por Schmidt y Schultz, describiéndose este proceso en 1881, pero recién en 1929, la compañía americana Swan Chemical (adquirida posteriormente por Monsanto en 1935) inició su producción comercial bajo el nombre de Aroclor, recomendando su uso como material aislante eléctrico, resistente al agua, para pegamentos, etc., y hubo veces en que se recomendó su uso como aditivo de gomas de mascar.<sup>9</sup> Se estima que desde 1930 se produjeron alrededor de un millón de toneladas<sup>10</sup>, sin contar la producción de Rusia y China (países de los que se desconocen datos precisos)<sup>11</sup>, otras fuentes indican que entre 1929 y 1989 la producción total mundial fue aproximadamente de 1,5 millones de toneladas<sup>7</sup>, habiéndose usado ampliamente a nivel mundial durante casi 50 años y fabricado hasta fines de los 70s en los Estados Unidos de América (EEUU) (manufacturando 634 900 toneladas métricas<sup>12</sup>), 1974 en China, principios del decenio de 1980 en Europa, hasta 1993 en Rusia y entre 1954 y 1972 en el Japón<sup>13</sup>. Hay cierta información no oficial que indica aún se producen en Korea del Norte.<sup>7</sup>

Los PCB son una familia de sustancias químicas orgánicas compuestas de dos anillos de benceno unidos por un enlace carbono-carbono, los átomos de cloro se sustituyen en uno de los diez lugares disponibles restantes, determinando el número y la posición de éstos, la clasificación y propiedades de las distintas moléculas, existiendo 209 posibles maneras de colocar de uno a diez átomos de cloro alrededor de la estructura del bifenilo (anillo)<sup>8</sup>.



Estas sustancias poseen magníficas propiedades dieléctricas, longevidad, no son inflamables y son resistentes a la degradación térmica y química<sup>11</sup>, por ello son unas de las sustancias orgánicas más estables que se conocen. Su constante dieléctrica y su punto de ebullición elevado los hicieron ideales como fluidos dieléctricos en condensadores y transformadores eléctricos<sup>8</sup>.

<sup>9</sup> Handouts. Environmentally Sound Management of PCB. ETI/UNEP

<sup>10</sup> Transformadores y Condensadores con PCB. Desde la Gestión Hasta la Reclasificación y Eliminación. PNUMA Productos Químicos. Mayo 2002

<sup>11</sup> Conociendo a los Bifenilos Policlorados. M'Biguá, Ciudadanía y Justicia Ambiental. 2006

<sup>12</sup> Polychlorinated biphenyls (PCBs). North American Regional Action Plan (NARAP). Commission for Environmental Cooperation of North America

<sup>13</sup> Actualización de las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB), que los contengan o estén contaminados con ellos. PNUMA 2006.

Sus propiedades físico-químicas son las siguientes<sup>14</sup>:

- Varían apreciablemente de acuerdo con su contenido de cloro.
- Los PCB están bajo la forma de líquidos viscosos o incluso resinas. Son incoloros o amarillentos y tienen un olor distintivo.
- Son virtualmente insolubles en agua – particularmente aquellos con alto contenido de cloro – pero, en contraste, son levemente solubles en aceite y altamente solubles en la mayoría de los solventes orgánicos.
- La luz no afecta a los PCB.
- Tiene alta estabilidad frente al calor – lo cual aumenta con el contenido de cloro - y solamente se descomponen a muy altas temperaturas (>1 000 °C).
- Los PCB tienen un alto nivel de inercia química y son altamente resistentes a agentes químicos como ácidos, bases y oxidantes.
- A pesar de que no afectan metales básicos, disuelven o suavizan algunas gomas o plásticos.

Estas propiedades que hicieron de los PCB ideales como fluidos dieléctricos en condensadores y transformadores eléctricos, retardadores de ignición y otras aplicaciones industriales, hoy en día se tornan en desventajas significativas, porque<sup>8</sup>:

- No son biodegradables
- Son persistentes en el ambiente
- Pueden acumularse en los tejidos adiposos del cuerpo
- Son probablemente carcinógenos
- Pueden causar efectos graves en los humanos

En la Tabla Nº 1 (parte final del documento) se puede apreciar con detalle, las características físicoquímicas más importantes de los PCB.

## **USOS DE LOS PCB**

Los PCB fueron fabricados en forma de mezclas de congéneres, por ejemplo en la forma progresiva de cantidades de bifenilo hasta que se alcanzaba determinado porcentaje preestablecido de cloro en peso, utilizándose muy pocas veces los PCB de máxima concentración.<sup>11</sup> Tuvieron diferentes nombres, muchos de ellos fueron usados con sufijos distintivos que indicaban el grado de clorinación, tipo de formulación u otras propiedades, por ejemplo, Aroclor 1254, Clophen A60 (cabe

---

<sup>14</sup> Manual de Capacitación. Preparación de un plan nacional de manejo ambientalmente adecuado de los bifenilos policlorados (PCB) y de equipos contaminados con PCB. Serie del Convenio de Basilea Nº 2003/01. UNEP. Convenio de Basilea.

señalar que los dos últimos dígitos de los nombres comerciales de estos productos se refieren al porcentaje de cloro en la mezcla del PCB). En la Tabla N° 2 (parte final del documento), se aprecia los nombres comerciales de los PCB y en la Tabla N° 3 se muestra otra lista de marcas de PCB, en tanto que en la Tabla N° 4 se tiene información sobre los arocloros.

Los PCB fueron ampliamente utilizados en aplicaciones comerciales tanto para la industria como en artículos de consumo, las cuales fueron revisadas en un Informe de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico)<sup>15</sup> habiendo dividido en tres categorías, desde el punto de vista ambiental<sup>16</sup>:

- Sistemas cerrados controlados (aplicaciones cerradas o sistemas completamente cerrados)
- Sistemas cerrados no controlados (aplicaciones parcialmente cerradas o sistemas nominalmente cerrados)
- Usos dispersos (aplicaciones abiertas o sistemas abiertos)

Para los efectos de la guía, se adoptará la nominación de aplicaciones cerradas, aplicaciones parcialmente cerradas y aplicaciones abiertas).

Las aplicaciones cerradas procuraban evitar cualquier pérdida de PCB conteniéndolos dentro de una unidad sellada, en tanto que las abiertas quedan expuestas al ambiente, siendo inevitable que se produzca pérdida o dispersión en el ambiente.

A continuación se listan algunas de estas aplicaciones:

### Aplicaciones cerradas


- Transformadores eléctricos

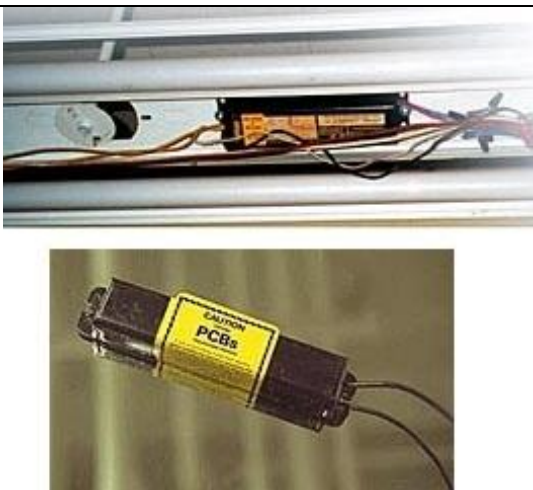
Foto N° 1

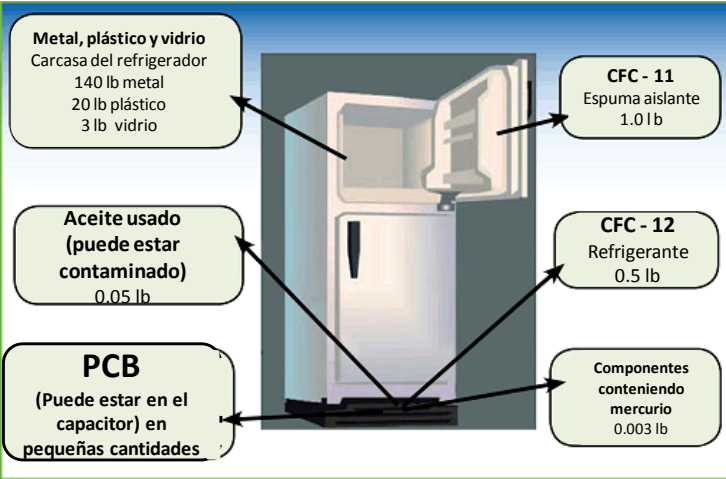


<sup>15</sup> OECD (Organization for Economic Co-operation and Development)

<sup>16</sup> Environmental Health Criteria 2. Polychlorinated Biphenyls and Terphenyls. International Programme on Chemical Safety. 1976

	<p>➤ Condensadores</p> <p>Foto Nº 2 Fuente: Marisa Quiñones</p>
---	---

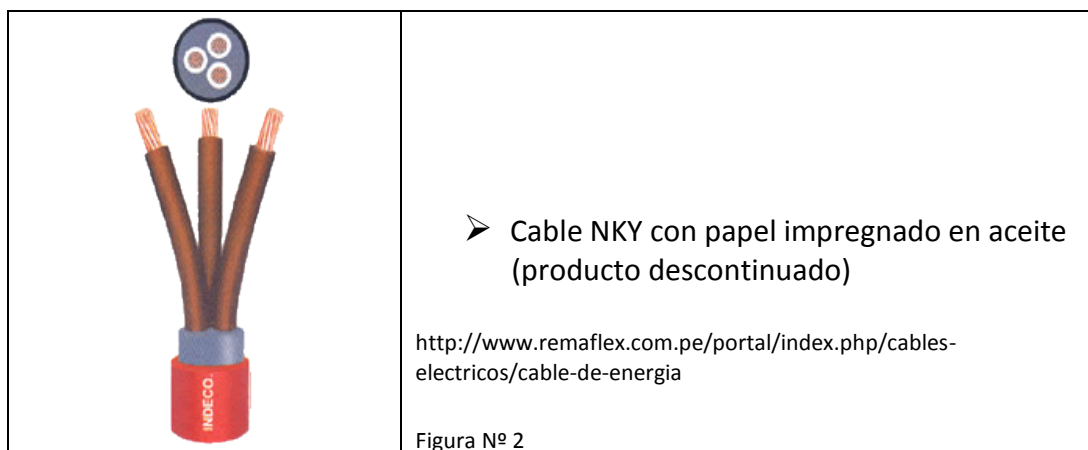
<p>➤ Balastros de lámparas fluorescentes</p> <p>Foto Nº 3 <a href="http://www.over-exposure-to-pcbs.com">http://www.over-exposure-to-pcbs.com</a></p>	
---	---

 <p><b>Metal, plástico y vidrio</b> Carcasa del refrigerador 140 lb metal 20 lb plástico 3 lb vidrio</p> <p><b>CFC - 11</b> Espuma aislante 1.01 lb</p> <p><b>Aceite usado (puede estar contaminado)</b> 0.05 lb</p> <p><b>CFC - 12</b> Refrigerante 0.5 lb</p> <p><b>PCB</b> (Puede estar en el capacitor) en pequeñas cantidades</p> <p><b>Componentes conteniendo mercurio</b> 0.003 lb</p>	<p>➤ Capacitores de antiguos electrodomésticos (televisores, heladeras, equipos de aire acondicionado, ventiladores de techo, lavadoras, secadores de pelo y de ropa, freidoras industriales, ventiladores, etc.)</p> <p>Figura Nº 1. Adaptado de la EPA: <a href="http://www.epa.gov/ozone/title6/608/disposal/household.html">http://www.epa.gov/ozone/title6/608/disposal/household.html</a></p>
---	---

- Sistemas hidráulicos y de transferencia de calor
- Capacitores en equipos electrónicos, incluyendo los hornos de microondas

### Aplicaciones parcialmente cerradas

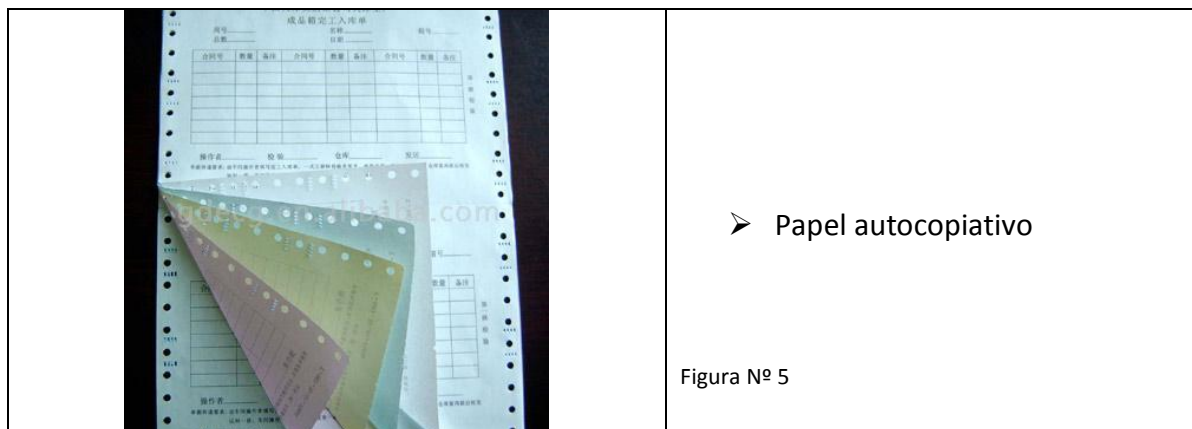
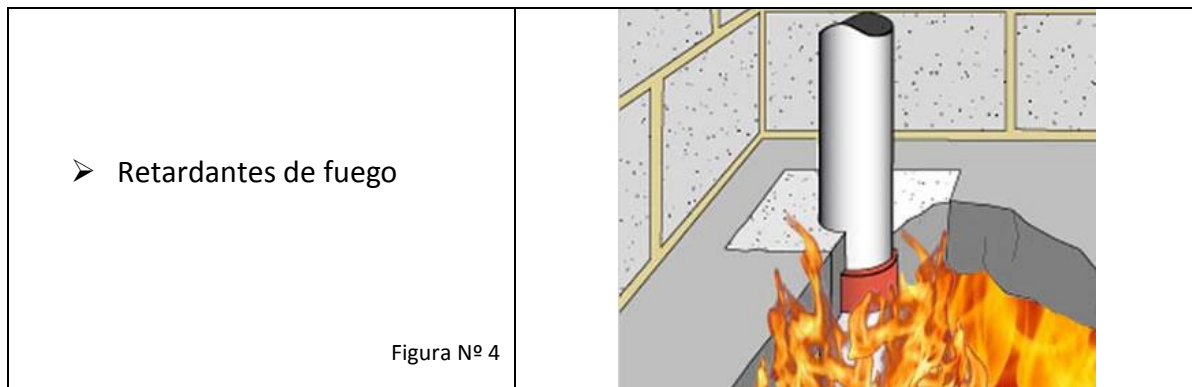
- Lubricantes de turbinas de gas y de vapor, compresores de gases y de aire
- Sistemas hidráulicos y lubricantes en equipos de minas y barcos
- Fluidos de transferencia de calor
- Bombas de vacío
- Electroimanes
- Interruptores
- Reguladores de tensión
- Motores eléctricos refrigerados con líquido
- Cables eléctricos con fluidos oleosos aislantes
- Disyuntores



### Aplicaciones abiertas

- Sellos de cierre de bombas de vacío
- Aceites de corte. Aceites de moldeo
- Plastificantes en adhesivos, selladores, cauchos clorados, materiales plásticos
- Como solventes clorados de pinturas, tintas y lacas

- Revestimientos de papeles (autocopiativo sin carbón)
- Plaguicidas
- Materiales de construcción: Asfaltos, fieltros aislantes de ruido, paneles aislantes de techo, selladores
- Agentes desempolvantes
- Medios de montaje de microscopios y aceites de inmersión
- Líquidos para análisis de viscosidad
- Ignífugo en telas, alfombras, espumas de poliuretano





La preocupación sobre las aplicaciones abiertas es grande por la dispersión en el ambiente y los riesgos a la salud de la población, así la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los EEUU tiene un programa amplio que cubre no sólo a empresas, sino a la población en general con el propósito de prevenir riesgos de exposición, especialmente a la masilla que contenía PCB, ya que ésta se utilizó ampliamente entre 1950 y 1978 en muchos edificios, incluidas escuelas y, aunque los PCB se prohibieron en 1978, la masilla contaminada todavía existe en los establecimientos más antiguos en los cuales no se ha sido reemplazada<sup>17, 18</sup>. Similar preocupación se tiene en Suiza donde se realizan trabajos de monitoreo de PCB en ambientes cerrados como las escuelas, así como la correspondiente descontaminación de hallarse en el lugar aplicaciones abiertas que liberan PCB al ambiente.<sup>19</sup>

Mayor detalle de los usos se puede apreciar en la Herramienta para la Toma de Decisiones -HTD para la gestión de los PCB, documento anteriormente citado.

## **LOS PCB EN LA MINERÍA**

La industria minera ha sido usuaria importante de equipos eléctricos conteniendo PCB para su trabajo tanto en minas de superficie como subterráneas y algunos de estos equipos continúan abandonados bajo tierra, siendo una amenaza potencial para el ambiente, en caso de su liberación. En el caso de un derrame de PCB o cuando el equipo con PCB está abandonado bajo tierra se puede esperar que los PCB sean eventualmente liberados al agua subterránea, sin posibilidad de recuperación de la fuente de agua. Esto también puede resultar en la contaminación del agua superficial, afectando el ambiente, la salud de los peces, vida silvestre y población humana.<sup>20</sup>

En las actividades mineras subterráneas, históricamente se han encontrado PCB en los líquidos para maquinaria hidráulica y bobinas de conexión a tierra.<sup>11</sup>

Expertos de la industria minera norteamericana creen que un número considerable de equipos eléctricos conteniendo PCB fueron abandonados bajo tierra antes del advenimiento de las regulaciones de la EPA en 1978.

Los PCB pueden encontrarse aún en equipos eléctricos ubicados en las instalaciones de chancado, molienda y fundición, en transformadores y capacitores que son agrupados usualmente en subestaciones subterráneas, así como en las locomotoras eléctricas.<sup>17</sup>

Igualmente existen grandes fuentes ocultas como las cadenas de aisladores de alta tensión (bujes) dispuestos inadecuadamente. Los bujes pueden contener desde aceite mineral hasta aroclor puro, los casquillos terminales que conectan los transformadores con las fuentes de energía pueden estar llenos de material alquitrán con alta concentración de PCB. Cualquier alquitrán o asfalto usado como aislante o dieléctrico debe ser sospechoso de contener PCB. Los dieléctricos de los bujes no

---

<sup>17</sup> Hoja de datos para escuelas: puede haber masilla que contenga PCB en escuelas y edificios antiguos. EPA. <http://www.epa.gov/pCBSincaulk/caulkschools1-sp.pdf>

<sup>18</sup> Prevención de la exposición a los PCB presentes en el material de la masilla EPA-747-F-09-005. 2009

<sup>19</sup> Urs Wagner. Regional Capacity Building Workshop. Panamá, Febrero 15 – 18, 2011

<sup>20</sup> Mining Environmental Management. 2003. Dan W. Bench. Region 8 PCB Coordinator US Environmental Protection Agency



tienen conexión con los fluidos de los dieléctricos de los transformadores, por lo que el análisis de los dieléctricos de los transformadores no revelará nada sobre PCB en los bujes.

Otras fuentes son los motores pequeños que requieren capacitores que pueden contener PCB, al igual que los reguladores de voltaje de la subestación, los balastros de los fluorescentes de luz, así como los lubricantes y masillas utilizadas en las instalaciones mineras. También están como fuentes, los compresores de aire que usaron lubricantes con PCB (como el Pydraul<sup>21</sup>), además de los interruptores y disyuntores<sup>22</sup>.

Por otro lado, no sólo los PCB fueron usados en diversas aplicaciones en las minas, sino también otras sustancias químicas como los solventes clorinados (tricloroetano, tetracloroetano y cloruro de metileno) para la limpieza y desengrase de los equipos. Al liberarse estos solventes por derrames o inadecuada disposición pueden penetrar al agua subterránea y movilizar a los PCB.

Los PCB pueden estar en los equipos usados tanto a cielo abierto como subterráneos, como las dragas, palas mecánicas, elevadores, transportadores de material, así como en los lugares de desguace o sitios destinados como depósitos de obsoletos o dispuestos inadecuadamente bajo tierra.<sup>23</sup>

La extensión y complejidad de las minas subterráneas se prestan para el abandono o eliminación ilegal de estos desechos peligrosos y puede que esto sólo se haga evidente cuando se halle PCB en el agua superficial. Hay que tener en cuenta que los equipos eléctricos abandonados en la mina pueden permanecer intactos durante mucho tiempo y no liberar PCB al ambiente, por lo que se requiere verificar si las aguas que se evacúan o abandonan la mina contienen o no PCB.<sup>24</sup>

En 1976, el 95% de los capacitores producidos en los EEUU contenían PCB puros siendo arocloros 1242 o 1016 con PCB al 100%, por ello, se debe prestar especial atención al nombre comercial señalado en la placa del equipo.<sup>18</sup> En las siguientes fotos 4, 5 y 6 se aprecian claramente en la placa la información sobre el producto contenido en estos equipos.

---

<sup>21</sup> Revisions to the PCB Q and A Manual. EPA. January 2009

<sup>22</sup> Identification, Management, and Proper Disposal of PCB-Containing Electrical Equipment used in Mines. Dan Bench

<sup>23</sup> Mission Report. PCB Management in the Mining Sector South America. Urs Wagner ETI. 2009

<sup>24</sup> *This paper adapted from "Identification, Management, and Proper Disposal of PCB-Containing Electrical Equipment Used in Mines."* Dan Bench, a mining engineer, is the U.S. Environmental Protection Agency Region 8 PCB Coordinator.

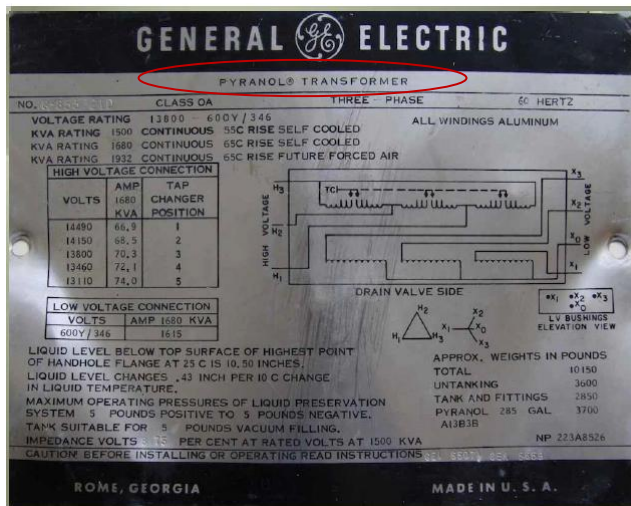


Foto N° 4: Placa de transformador General Electric con Pyranol

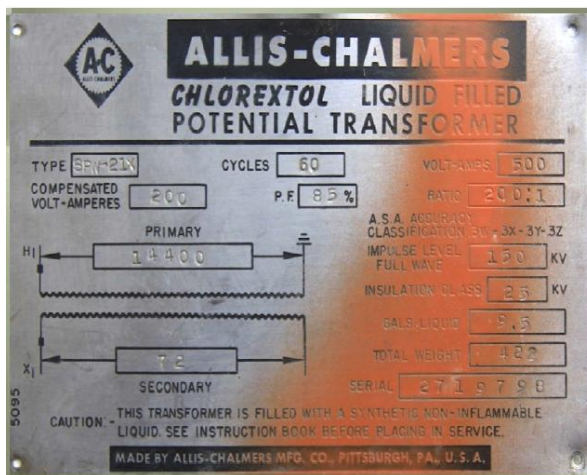


Foto N° 5: Placa de transformador Allis-Chalmers con Chlorextol

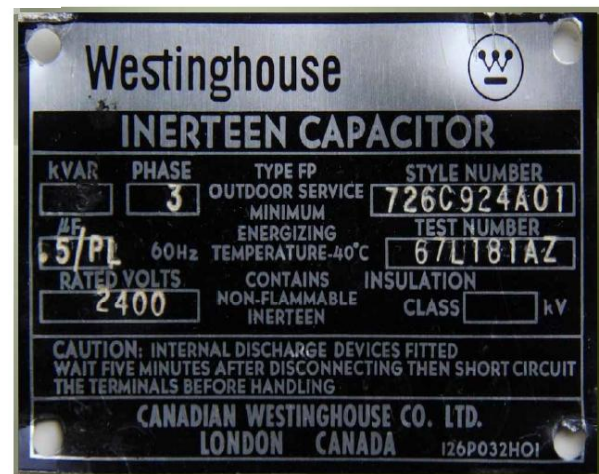


Foto N° 6: Placa de transformador Westinghouse con Inerteen

Fotos de: PCBs Mining and Water Pollution. EPA. <http://www.epa.gov/region8/toxics/pcb/>

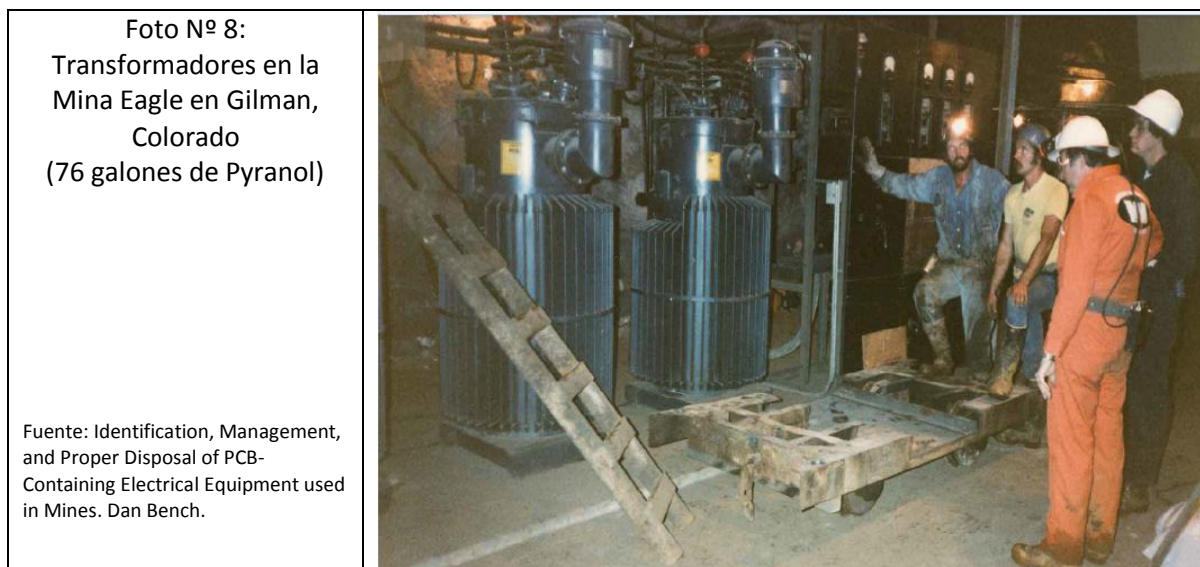
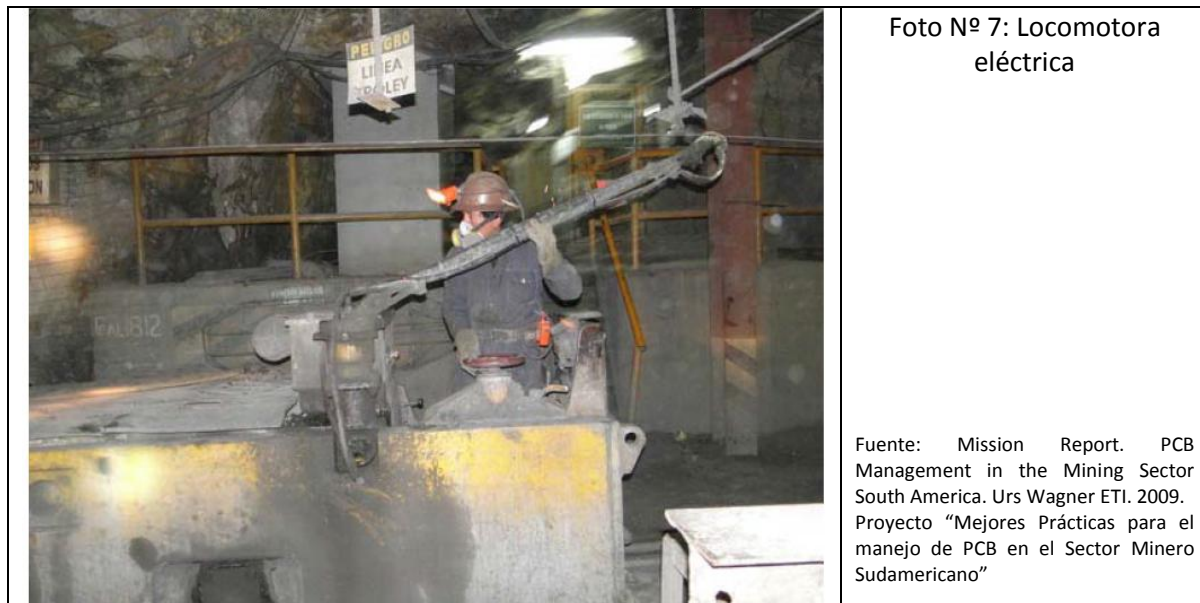
Los balastros (sistema de alimentación de lámparas fluorescentes) fabricados hasta antes del 31 de mayo de 1979 contienen pequeños capacitores enterrados en alquitrán o asfalto que funcionan como aislantes; estos capacitores tienen cerca de una onza (28,34 gramos aproximadamente) de aroclor. Y, al igual que los condensadores, una forma de identificar que los balastros de lámparas fluorescentes no contienen PCB, es que tenga una etiqueta de fabricación que señale que “no hay PCB” o “libre de PCB” (entre los años 1978 y 1998).

En una instalación minera puede haber cables húmedos (papel humedecido en aceite encerrado en una chaqueta de plomo), que son sospechosos de contener PCB.

Inspecciones realizadas por la EPA a instalaciones mineras identificaron a los siguientes equipos con PCB: dragas en minas de carbón a cielo abierto, palas mecánicas en minas polimetálicas a cielo abierto y en los equipos desechados. En las subestaciones eléctricas subterráneas también se han

encontrado PCB, así como en las estaciones de bombeo, las plantas de fuerza, instalaciones de transferencia y locomotoras eléctricas<sup>25</sup>.

En las siguientes fotos se muestran los equipos de instalaciones mineras sospechosos de contener PCB o que los contienen:



<sup>25</sup> Dan Bench, a mining engineer, is the U.S. Environmental Protection Agency Region 8 PCB Coordinator



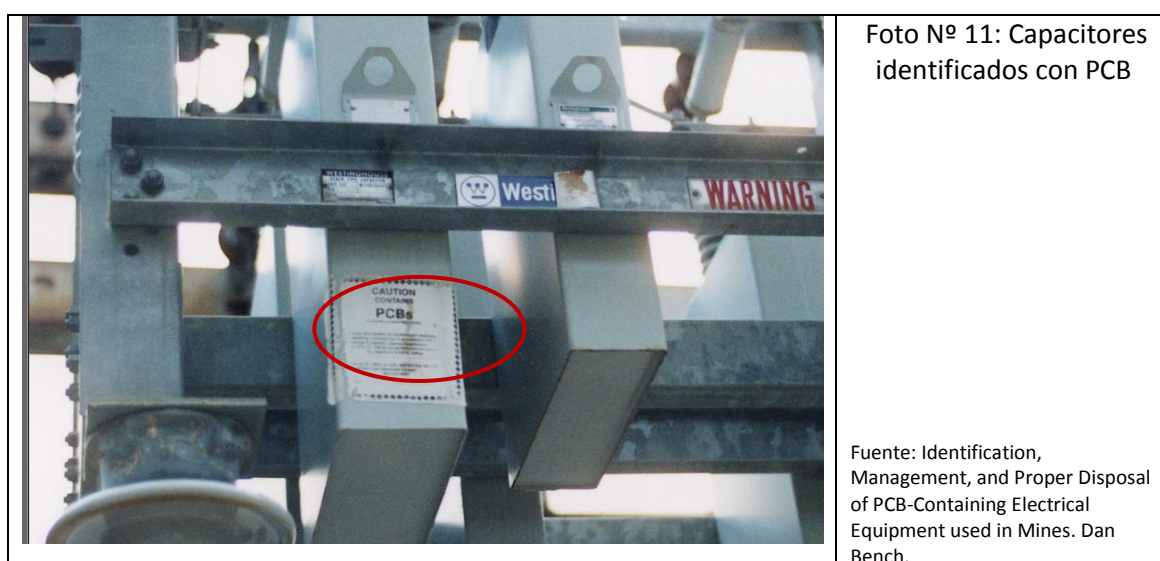
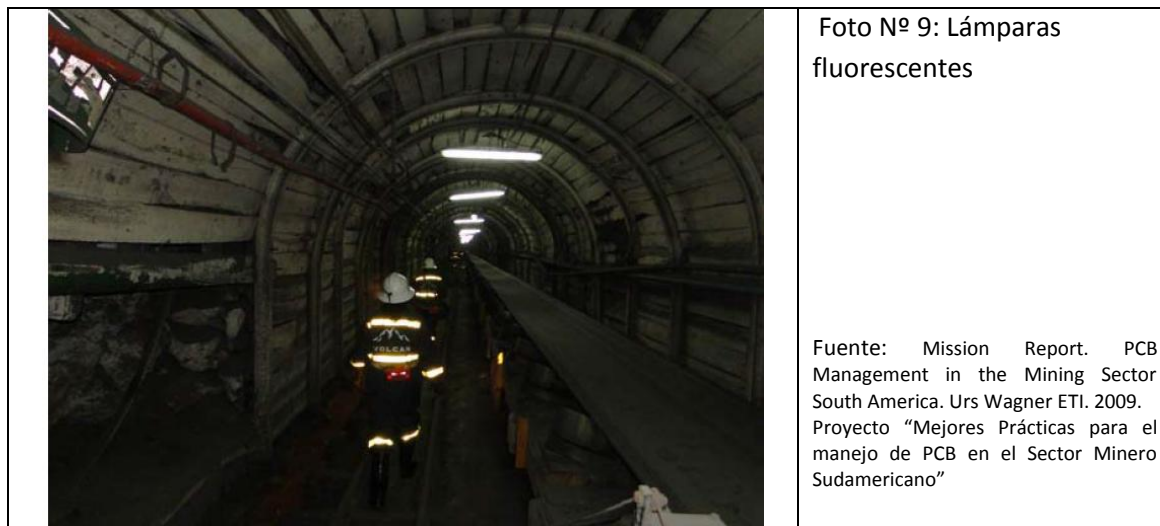
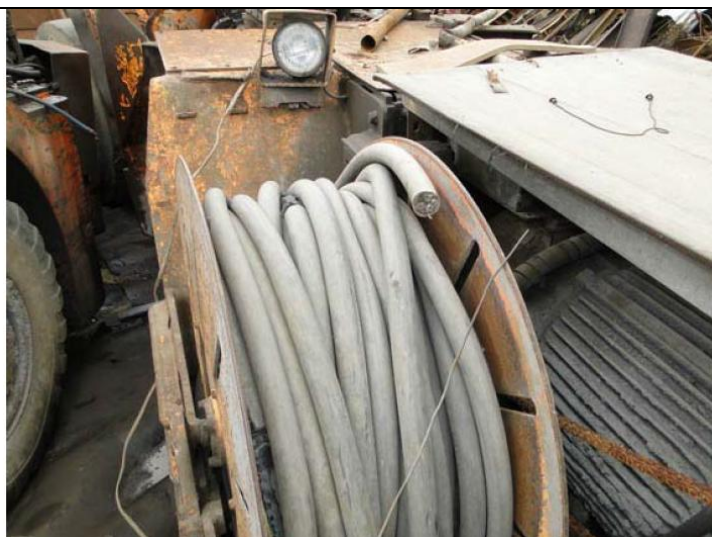


Foto N° 12: Cables impregnados sospechosos de tener PCB



Fuente: Mission Report. PCB Management in the Mining Sector South America. Urs Wagner ETI. 2009. Proyecto "Mejores Prácticas para el manejo de PCB en el Sector Minero Sudamericano"



Foto N° 13: Minas de carbón – planta de fuerza con capacitores que contienen PCB

Fuente: Short Course on PCBs In Mines. Dan Bench. EPA.

Foto N° 14: Pintura sospechosa en la maquinaria



Fuente: Mission Report. PCB Management in the Mining Sector South America. Urs Wagner ETI. 2009. Proyecto "Mejores Prácticas para el manejo de PCB en el Sector Minero Sudamericano"





Foto N° 15: Planta de fuerza en Minas de carbón

Fuente: Short Course on PCBs In Mines. Dan Bench. EPA.

Foto N° 16:  
Transformador fuera de servicio en almacén de socavón

Fuente: Mission Report. PCB Management in the Mining Sector South America. Urs Wagner ETI. 2009.  
Proyecto "Mejores Prácticas para el manejo de PCB en el Sector Minero Sudamericano"



Foto N° 17:  
Fluorescentes en los socavones

Fuente: Mission Report. PCB Management in the Mining Sector South America. Urs Wagner ETI. 2009.  
Proyecto "Mejores Prácticas para el manejo de PCB en el Sector Minero Sudamericano"

## RIESGOS A LA SALUD Y AL AMBIENTE DE LOS PCB

### Riesgos a la salud

A finales de los 60s comienza la preocupación sobre la persistencia de los PCB en el ambiente y los animales silvestres. Investigaciones posteriores confirmaron que algunos congéneres de los PCB se degradan muy lentamente y pueden acumularse en la cadena alimentaria. Desde 1971, las publicaciones científicas han ido creciendo año tras año y en la actualidad hay más de 10 000 publicaciones científicas sobre los PCB<sup>26</sup>. Fue el investigador sueco Sören Jensen en 1966, el primero en detectar PCB en el ambiente y los problemas en la biota incluyendo los humanos habiendo reportado e investigado en detalle sobre los PCB.<sup>27</sup> Ese mismo año se publica en la revista *New Scientist* el primer informe de estas evidencias y diez años más tarde (1976) en los EEUU se prohíbe la fabricación de PCB, cuando gran parte de este producto se había liberado en el ambiente sin posibilidad de recuperación.<sup>28</sup>

Durante la década pasada se puso mucha atención a la toxicología de los PCB, particularmente a los congéneres que muestran el mismo tipo de toxicidad que las Dioxinas (Dibenzo Para Dioxinas Policlorinadas) y los Furanos (Dibenzo Furanos Policlorados)<sup>29</sup> porque las diferentes clases de los congéneres de PCB tienen diferentes perfiles de toxicidad<sup>30</sup>. Estudios epidemiológicos han demostrado que se observan efectos en la salud de fetos expuestos a PCB en el útero, así como una variedad de cáncer en estudios ocupacionales, con una asociación significativa con el linfoma no Hodgkin.<sup>31</sup> Niños que nacieron de mujeres que accidentalmente consumieron el aceite de arroz contaminado con PCB durante el embarazo (en Yusho) presentaron cambios en su desarrollo neurológico.<sup>32</sup> Similar exposición tuvieron en Taiwán (Yucheng), mujeres embarazadas que consumieron alimentos contaminados con PCB (que tenían también niveles altos de dibenzofuranos), cuyos niños nacieron con un menor peso y altura corporal, habiéndose observado en estudios epidemiológicos de seguimiento problemas de conducta y menor coeficiente intelectual<sup>33</sup>.

Otros estudios epidemiológicos refuerzan la asociación negativa entre la exposición intrauterina a los niveles ambientales de PCB con el peso al nacer<sup>34</sup> y crecimiento postnatal<sup>35</sup>, realizados en madres con alta carga corporal de PCB, así como evidencian que la exposición prenatal a los PCB

---

<sup>26</sup> La contaminación ambiental con Bifenilos Policlorados y su impacto en salud pública. Susana Isabel García.

<sup>27</sup> Global and local disposition of PCBs. Heidelore Fiedler. The University Press of Kentucky. 2001

<sup>28</sup> Disruptores hormonales. Consuelo Cortés Rodríguez

<sup>29</sup> Polychlorinated Biphenyls. J de Boer. Netherlands Institute for Fisehries Research, IJmuiden, The Netherlands. 2005

<sup>30</sup> Effects of PCB Exposure on Neuropsychological Function in Children. Susan L. Schantz, John J. Widholm and Deborah C. Rice. Environmental health Perspectives. Volume 111. Number3. March 2003

<sup>31</sup> PCBs. Encyclopedia of Environmental Health. K. von Stackberg. Pages 346 -356

<sup>32</sup> Effects of polychlorinated biphenyls on the nervous system. Faroon O, Jones D. de Rosa C, Toxicol Ind Health. 2000 Sep, 16(7-8).305-33

<sup>33</sup> Development Neurotoxicity of PCBs in humans: What do we know and where do we go from here?. Susan L. Schantz. Neurotoxicology and Teratology. Volumen 18, Issue 3. May-June 1996. Pages 217-227.

<sup>34</sup> Prenatalexposure to polychlorinatedbiphenyls: effects on birth size and gestational age. Ph.D. Greta G. Fein, Ph.D. Joseph L. Jacobson, Ph.D. Sanddra W. Jacobson, Ph.D. Pamela M. Schwartz, M.A. Jeffrey K. Dowier. The Journal of Pediatric. Volume 105, Issue 2. August 1984, Pages 315-320

<sup>35</sup> Effects of environmental exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins on birth size and growth in Dutch children. Patandin S, Koopman-Elseboom C, de Ridder MA, Weisglas-Kuperus N, Sauer PJ. Pediatr Res. 1998 Oct; 44(4):538-45.

tiene efectos negativos sutiles en el desarrollo neurológico y cognitivo del niño hasta la edad escolar<sup>36,37</sup>.

Asimismo, si bien los mayores síntomas mostrados en Yusho fueron las lesiones dérmicas (cloracné) y oculares, los cuales se apreciaron también en trabajadores ocupacionalmente expuestos además de pigmentación de las uñas,<sup>38</sup> se observaron alteraciones en los ciclos menstruales y en el sistema inmunitario que responden la actividad disruptora endocrina de los PCB,<sup>39</sup> interfieren con la producción y regulación de las hormonas esteroides y tiroideas al actuar como antagonistas o agonistas de los receptores hormonales.<sup>40</sup> Estudios sobre los disturbios menstruales y efectos en la morfología y producción de esperma, sugieren que los PCB tienen un potencial de riesgo para la reproducción de los seres humanos.<sup>35</sup>

Estudios retrospectivos ocupacionales evaluaron la mortalidad por cáncer en trabajadores expuestos durante el trabajo de fabricación y reparación de capacitores, y en estudios de caso-control en población general se evaluaron los niveles de PCB en los tejidos adiposos resultantes de una exposición ambiental; cuyos resultados sugieren la relación de los PCB con cáncer en varios sitios, particularmente en el hígado, tracto biliar, los intestinos y la piel (melanoma). Sí hay evidencia inequívoca que los PCB son hepatocarcinogénicos en animales.<sup>35</sup>

Por ello, la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) teniendo en cuenta la evidencia de carcinogenicidad en humanos y en animales ha clasificado a los PCB como del Grupo 1 (carcinógeno para humanos - <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsGroupOrder.pdf>) (en reunión llevada a cabo en febrero de 2013, en Lyon, Francia).

Sin embargo, cabe señalar también que resultados de varias investigaciones no confirman o muestran de manera concluyente una relación de causalidad de los siguientes efectos<sup>41</sup>:

- Los PCB pueden ser teratogénicos (pueden causar malformaciones en el feto en los tres primeros meses del embarazo)
- Pueden dañar el sistema reproductivo de un adulto

Los PCB ingresan al cuerpo por las vías de ingestión, inhalación y absorción dérmica, se absorben fácilmente a través de todas las áreas expuestas y permanecen en su mayoría en el tejido graso,

---

<sup>36</sup> Environmental exposure to polychlorinated biphenyls (PCBs) and dioxins. Consequences for longterm neurological and cognitive development of the child lactation. Boersma ER, Lanting CI. Adv Exp Med Biol. 2000;478:271-87.

<sup>37</sup> Effects of environmental exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins on cognitive abilities in Dutch children at 42 months of age. Patandin S, Lanting CI, Mulder PG, Boersma ER, Sauer PJ, Weisglas-Kuperus N. J Pediatr. 1999 Jan; 134(1):33-41.

<sup>38</sup> Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2000

<sup>39</sup> Polychlorinated biphenyls, polychlorinated dibenzo-p-dioxins, and polychlorinated dibenzofurans as endocrine disrupters--what we have learned from Yusho disease. Aoki Y. Environ Res. 2001 May; 86(1):2-11.

<sup>40</sup> Los contaminantes ambientales bifenilos policlorinados (PCB) y sus efectos sobre el Sistema Nervioso y la salud. Carolina Miller-Pérez, Eduardo Sánchez-Islas, Samuel Mucio-Ramírez, José Mendoza-Sotelo, Martha León-Olea. Salud Ment v.32 n.4 México jul./ago. 2009

<sup>41</sup> TMBA Destruction and decontamination technologies for PCB and other POPs wastes under Basel Convention. Directivas para desechos de COP. UNEP 2008. Pág. 11



donde tienden a acumularse<sup>42</sup> tanto de los seres humanos como en los animales, atraviesan la placenta, se excretan en la leche y se acumulan en el feto/lactante<sup>43</sup> y al igual que todos los contaminantes orgánicos persistentes causan los efectos tóxicos, arriba señalados, particularmente en el caso de exposiciones repetidas.<sup>44</sup> Todos tenemos niveles detectables de PCB en tejido graso y sangre, aunque en general los científicos coinciden en que no es factible que estos bajos niveles causen efectos adversos en la salud.<sup>45</sup>

Muchas poblaciones, en especial, las del hemisferio norte se han expuesto a los PCB por la ingesta de pescado contaminado, como el caso de los Grandes Lagos en EEUU donde se encontraron niveles elevados de PCB en la población con hallazgos de problemas neurológicos en niños cuyas madres habían comido pescado con PCB, además de déficit en su desarrollo, entre otros efectos adversos para la salud. Es así que el congreso norteamericano aprobó la Ley de los Grandes Lagos, mediante el cual la EPA con la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) y los estados de los Grandes Lagos debían realizar una investigación para evaluar los efectos en la salud de las aguas de la cuenca de los Grandes Lagos, dando lugar al Programa de Investigación de los Efectos en la Salud Humana en los Grandes Lagos, cuyos resultados se resumen<sup>46</sup>:

- Las poblaciones humanas son susceptibles de estar expuestas a los PCB a través del consumo de pescado
- Muchos de los residentes de los Grandes Lagos comieron 6,5 g/día más de pescado que el promedio estimado para la población en general de los EEUU
- El alto consumo de pescado de los Grandes Lagos se asocia con el aumento de los niveles de la carga corporal de PCB, los cuales son más altos que el promedio de la población en general de los EEUU
- Los hombres comen más pescado que las mujeres, y ambos, hombres y mujeres comen pescado durante la mayor parte de su edad reproductiva
- Los déficits neuroconductuales y del desarrollo se producen en los recién nacidos expuestos a los PCB en el útero y continúa en niños en edad escolar. Algunos de los resultados observados también se han asociado con la exposición prenatal a los metales pesados (por ejemplo, mercurio y plomo)

---

<sup>42</sup> Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos – Fichas Temáticas. Bifenilos Policlorados . Javier Martínez. Centro Coordinador de Basilea para América Latina y el Caribe. 2005

<sup>43</sup> Concise International Chemical Assessment Document 55. Polychlorinated Biphenyls: Human Health Aspects. Dr. Obaid M. Faroon, Obaid M. Faroon, Mr L. Samuel Keith, Ms Cassandra Smith-Simon, and Dr Christopher T. De Rosa, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, USA. UNEP, ILO and WHO, IOPSMC. 2003

<sup>44</sup> Biodegradación de bifenilos policlorados (BPCS) por microorganismos. Acta Universitaria, mayo-agosto, año 2005/vol. 15, número 002. Universidad de Guanajuato.

<sup>45</sup> Plan de Acción Regional de América del Norte (PARAN) sobre los BPC

<sup>46</sup> Public Health Implications of Exposure to Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Barry L. Johnson, Heraline E. Hicks, William Cibulas, Obaid Faroon, Annette E. Ashizawa, Christopher T. De Rosa, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services and Vincent J. Coglianor Milton Clark U.S. Environmental Protection Agency

- Las tasas de consumo de pescado y exposición a PCB en algunas personas son similares a aquellas asociadas a efectos adversos para la salud en los niños incluidos en los estudios epidemiológicos
- La función reproductiva puede verse perturbada por la exposición a PCB, sin embargo se requiere más investigación para aclarar esta posibilidad
- La exposición a PCB en peces pone a hombres adultos, mujeres luego de su edad reproductiva y ancianos en alto riesgo de padecer cáncer; también pueden estar en mayor riesgo de tener efectos en los sistemas inmunológicos y endocrinos
- La exposición a PCB puede incrementar el riesgo de efectos clínicos tales como el linfoma de no Hodgkin, diabetes y enfermedades del hígado
- Aunque los PCB son los principales contaminantes asociados con un incremento de riesgo resultante del consumo de peces de los Grandes Lagos, otros compuestos que también contribuyen al incremento general en el riesgo incluyen plaguicidas organoclorados, mercurio, dioxinas y furanos

Esta investigación colectó, analizó e interpretó datos de más de diez mil personas en riesgo, cuyos resultados reflejan la exposición a una variedad de sustancias persistentes como son los PCB y plaguicidas organoclorados que son de tres a cuatro veces mayor que la población en general de los EEUU.

Estudios realizados en Canadá han mostrado que los habitantes de la isla de Broughton en el Ártico presentan el nivel de PCB más alto encontrado en una población humana, con excepción de las que resultaron contaminadas en accidentes industriales. Estos informes sobre los niveles de PCB, que tuvieron mucha difusión en la prensa canadiense han ocasionado graves perjuicios económicos, sociales y psicológicos a los isleños de Broughton. En esta zona, la contaminación de la leche materna ha alcanzado niveles especialmente graves entre los indígenas, muchos de los cuales todavía se alimentan de la caza que proporcionan la tierra y el mar. En estas latitudes los bebés ingieren siete veces más PCB que un bebé del sur de Canadá o EEUU<sup>25</sup>.

## **Riesgos al ambiente**

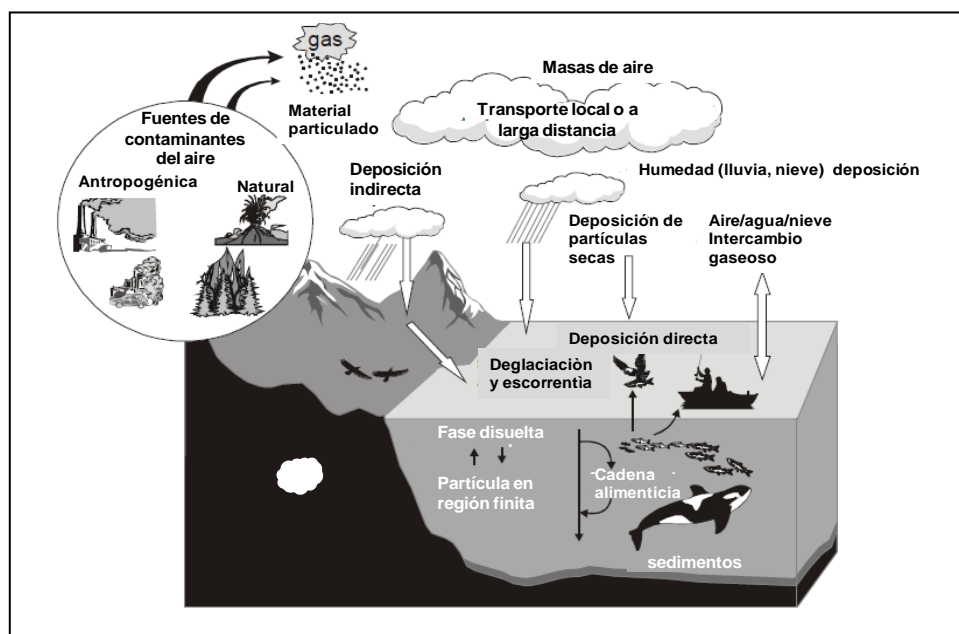
Los PCB al igual que todos los contaminantes orgánicos persistentes ingresan al aire, al agua y al suelo durante su uso y disposición, como consecuencia de derrames accidentales o liberaciones durante su transporte y por pérdidas o incendios de productos que contenían PCB. En un ambiente contaminado con PCB, éstos pueden estar presentes en fase de vapor o adsorbidos a partículas; los PCB en fase de vapor tienen una mayor movilidad y son transportados más distantes que los que están unidos a partículas<sup>47</sup>.

---

<sup>47</sup> Evaluación de riesgo en salud en dos sitios contaminados por Bifenilos Policlorados (PCBs) y metales pesados. Rogelio Costilla Salazar. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 2010

En la siguiente figura se aprecia cómo además de las descargas directas al ambiente, los procesos atmosféricos pueden llevar los PCB hacia poblaciones remotas, lugares donde nunca se utilizaron PCB ni se liberaron al ambiente.

**Figura Nº 6: Distribución global de los COP (PCB) en el ambiente**



Adaptado de: Persistent Organic Pollutant (POPs) in human and wildlife. Institute of Ocean Sciences Fisheries and Oceans Canada and Office of Research and Development USEPA

Los PCB más importantes son altamente persistentes (a medida que aumenta el número de átomos de cloro se incrementa su estabilidad) y están circulando globalmente por la atmósfera, estando presentes en el ambiente y por sus características de liposolubilidad y ausencia de rutas para su adecuado metabolismo tienen a bioacumularse en el organismo a través de la cadena trófica.<sup>48</sup>

Los efectos adversos para la salud asociados con la exposición a los COP han sido observados tanto en la vida silvestre de alto nivel trófico como en los seres humanos. El concepto de “conexión vida silvestre-humana” se basa en la evidencia de que los efectos adversos observados en la fauna altamente expuesta puede predecir el riesgo de los efectos en los seres humanos. Estos efectos incluyen el adelgazamiento de la cáscara del huevo en las aves que se alimentaron de peces contaminados con DDT<sup>49</sup> (por la inhibición de la deposición de calcio durante el desarrollo de la cáscara<sup>39</sup>) o la relación entre las anomalías en el desarrollo de los pájaros de los Grandes Lagos

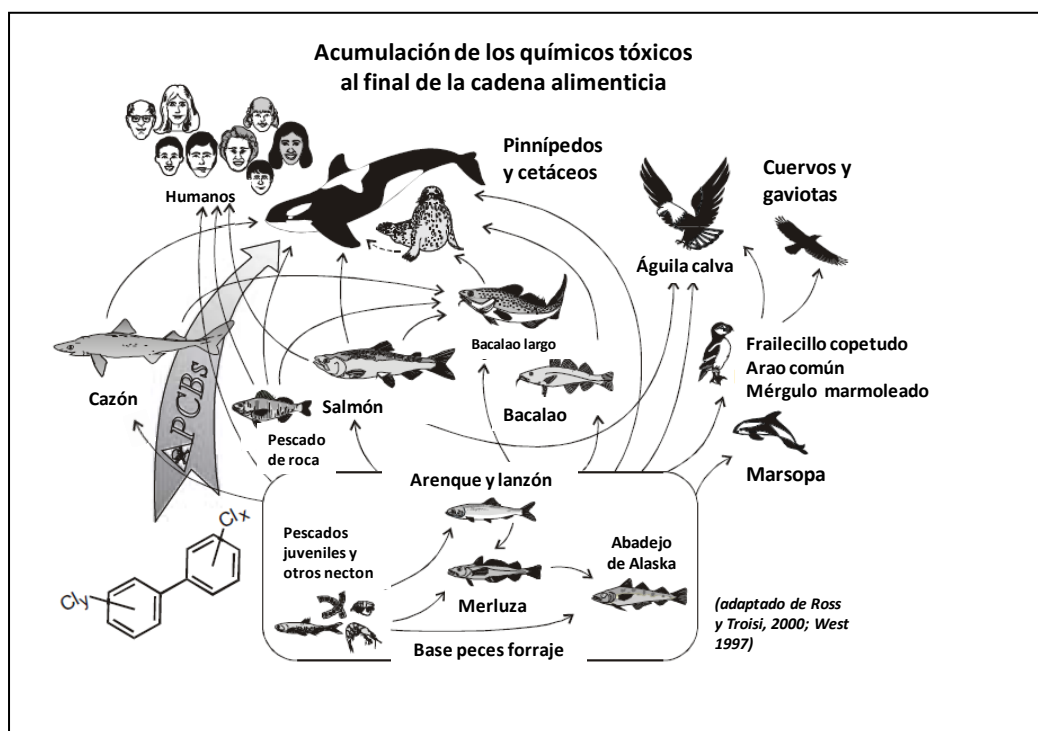
<sup>48</sup> From environment to food: the case of PBC. Cinza La Rocca and Alberto Mantovani. Ann Ist Super Sanità 2006. Vol 42, Nº 4: 410-416.

<sup>49</sup> El DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano) es un compuesto organoclorado utilizado intensamente en el siglo XX como insecticida para el control de plagas agrícolas y domésticas y en especial en las campañas de salud pública para el control de los vectores de la malaria. Al tener las características de persistencia, bioacumulación, toxicidad, liposolubilidad, fue listado en el Convenio de Estocolmo como uno de los Contaminantes Orgánicos Persistentes –COP. Por las evidencias de acumulación en la cadena trófica, efectos ecotóxicos y peligro de contaminación de los alimentos, la mayoría de los países prohibieron su uso y sólo en casos excepcionales, se sujetan a lo dispuesto en el Anexo B del Convenio solicitando su exención para el uso.

y los PCB, las alteraciones reproductivas en las poblaciones de focas de Europa, además de los efectos sobre la reproducción, inmunotoxicidad y disrupción endocrina observados en estudios realizados en aves, visones y focas en cautividad.

Organismos de alto nivel trófico y ciertos grupos humanos consumidores ocupan un nicho similar y están expuestos a menudo a similares tipos de contaminantes ambientales a través de la ingesta alimentaria, tal como se puede observar en la siguiente figura:

Figura Nº 7



Adaptado de: Persistent Organic Pollutant (POPs) in human and wildlife. Institute of Ocean Sciences Fisheries and Oceans Canada and Office of Research and Development USEPA

Los efectos en la fauna fueron apreciados más de cuarenta años atrás. La primera vez que se reconoció a los PCB como un problema ambiental fue en 1966, cuando Sören reportó haber encontrado PCB en 200 lucios atrapados por toda Suecia, en otros peces y en un águila<sup>50</sup>. A mediados de los 70s, en el Lago Michigan, EEUU, se observó problemas de reproducción en los criaderos de visón, hallando los investigadores PCB en los peces de los Grandes Lagos. A inicios de los 90s, la mortandad afectó a más de 1100 delfines del Mediterráneo en las costas de Valencia e Islas Baleares, España, toda la costa francesa, Italia, Marruecos hasta las costas griegas. Investigaciones determinaron que el virus de destemperados (moquillo) había causado la mortandad, pero se descubrió además que las víctimas tenían niveles de PCB en el tejido graso 2 a 3 veces más que los delfines sanos.

<sup>50</sup> Sören Jensen, "Report of a New Chemical Hazard", NEW SCIENTIST Vol.32 (1966), pág. 612.

Colborn<sup>51</sup> se dedicó a revisar los archivos y a reunir las “piezas” de los sucesos arriba descritos, elaborando una matriz cuyas entradas a las columnas llevaban encabezados como “declive de población”, “efectos en la reproducción”, “tumores”, “decaimiento”, “supresión de la inmunidad” y “alteraciones de la conducta”; las especies de los Grandes Lagos afectadas: águila calva, trucha de lago, gaviota argéntea, visón, cormorán, nutria, cormorán de Florida, tortuga mordedora, charrán común, salmón coho, estos animales tenían algo en común, eran eslabones finales de la cadena alimentaria: depredadores de alto nivel que se alimentaban del pescado de Los Grandes Lagos. Resultado de sus investigaciones señalaron que los problemas de salud se manifestaban principalmente en su descendencia, que los “venenos” mataban a los embriones y recién nacidos, casos de desarrollo defectuoso (proceso controlado en gran medida por las hormonas), todos se podían atribuir al sistema endocrino<sup>52</sup>

Algunos osos de las Svalbard<sup>53</sup> tienen en su grasa una concentración de PCB de hasta 90 ppm, una cantidad infinitesimal para los criterios normales, pero que en términos biológicos representa una dosis potente. Investigaciones que estudiaron el declive de las poblaciones de focas del Wadden Zee descubrieron que una concentración de 70 ppm de PCB es suficiente para causar graves problemas a las hembras, entre ellos la anulación de los sistemas inmunitarios y la aparición de deformidades en el útero y las trompas de Falopio.<sup>47</sup>

Estudios realizados en los Grandes Lagos determinaron que aunque la concentración de PCB en el agua era tan baja (que no se podía medir con los procedimientos corrientes de análisis para aguas), estas sustancias persistentes se concentran en los tejidos y se van acumulando exponencialmente al transferirse bióticamente de una animal a otro e ir ascendiendo por la cadena alimentaria. Siguiendo este proceso de magnificación, la concentración que se acumula en la grasa del cuerpo puede llegar a ser cientos de miles de veces mayor en un depredador como la gaviota argéntea que en el agua de un lago. Además, las aves y los mamíferos marinos grandes (focas, leones marinos, ballenas y algunos delfines) carecen de sistemas enzimáticos para eliminar la toxicidad de los PCB eficientemente.<sup>54</sup>

En la siguiente figura puede apreciarse la biomagnificación de la concentración de los PCB:

---

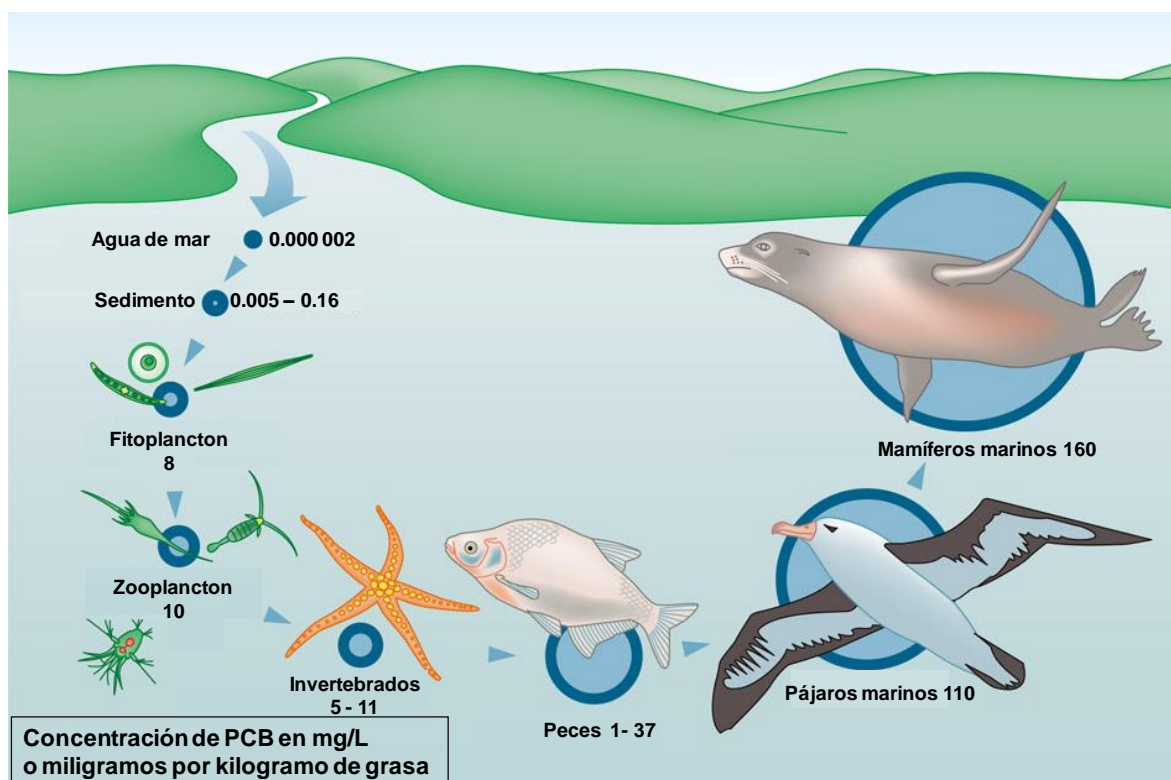
<sup>51</sup> Theo Colborn, doctora en zoología participó en el estudio sobre los Grandes Lagos, un proyecto emprendido en colaboración con un equipo canadiense del Instituto de Investigaciones sobre Política Pública

<sup>52</sup> Disruptores hormonales. Consuelo Cortés Rodríguez

<sup>53</sup> Archipiélago de Noruega ubicado en la parte norte del país, por encima del Ártico Polar

<sup>54</sup> Cómo Llegamos Aquí? La Historia De Los Bifenilos Policlorados (PCB). Peter Montague 1993

**Figura N° 8**  
**Biomagnificación de los Bifenilos Policlorados en la cadena alimentaria marina**



Adaptado de: <http://worldoceanreview.com/en/pollution/organic-pollutants/>

## PCB en el aire

En la atmósfera se da una reacción en fase de vapor de los PCB con radicales hidroxilo formados por la radiación solar<sup>55</sup>. El tiempo de vida media troposférica calculado para esta reacción se incrementa conforme aumenta el grado de cloración. Así se consideró un tiempo de vida de 5 a 11 días para bifenilos monoclorados, de 8 a 17 días para bifenilos diclorados, de 14 a 30 días para los bifenilos triclorados, de 25 a 60 días para los bifenilos tetraclorados y de 60 a 120 días para los bifenilos pentaclorados.<sup>13</sup> En otro estudio el intervalo de tiempo de vida media fue de 2 días para bifenilos monoclorados hasta 75 para los bifenilos hexaclorados. Por las reacciones de degradación llegan a formarse el ácido benzoico clorinado.<sup>35</sup> En este medio sólo los PCB más volátiles y menos clorados son los que se degradan más fácilmente.

<sup>55</sup> Gas-Phase Oxidation Products of Biphenyl and Polychlorinated Biphenyls. W. Wayne Brubaker, Jr. and Ronald A. Hites. Environ. Sci. Technol., 1998, 32 (24), pp 3913–3918

## **PCB en el agua**

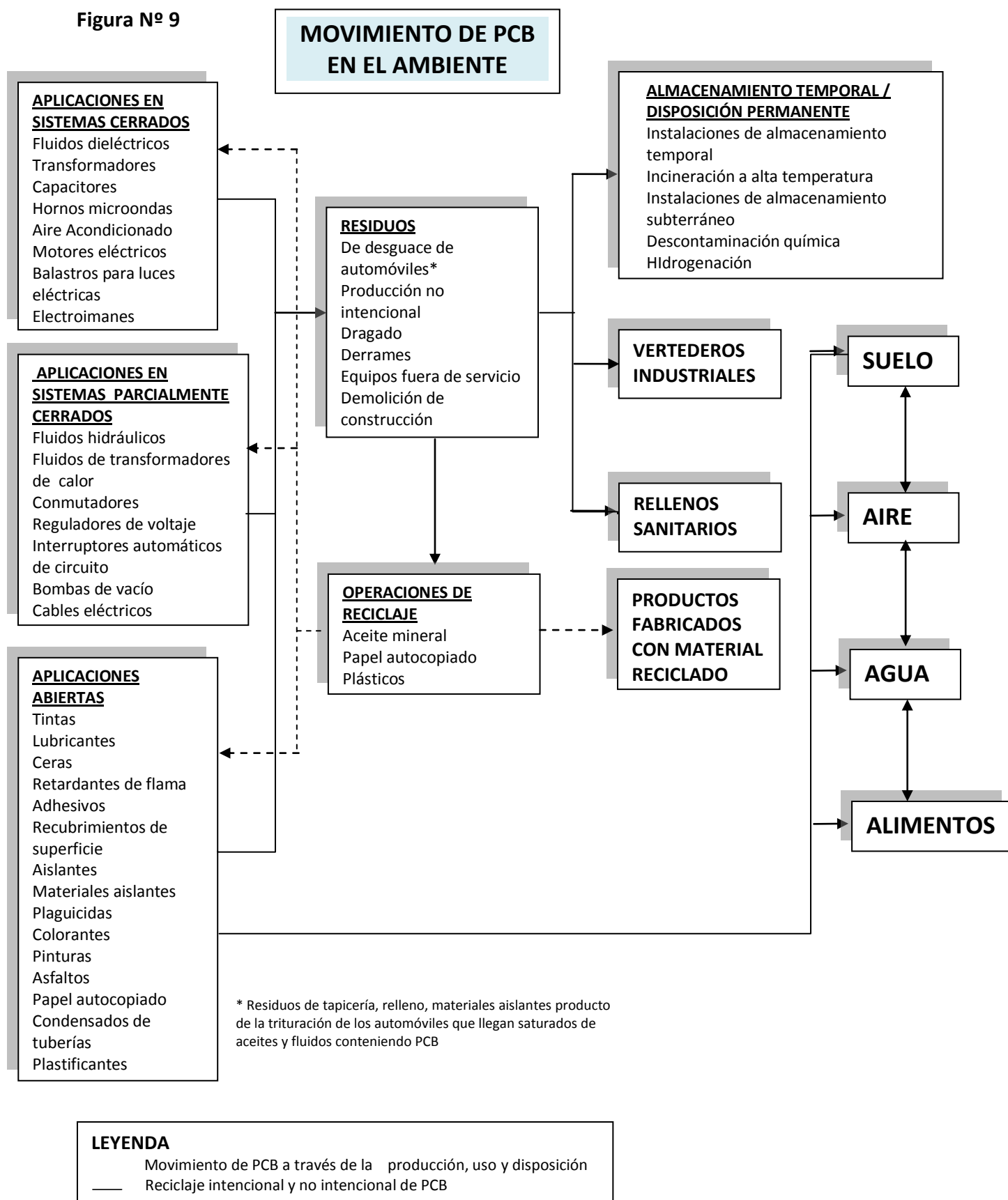
En el agua, los procesos de transformación como la hidrólisis y oxidación para la degradación no son significativos, siendo la fotólisis el proceso de degradación abiótica más importante, realizándose la división de la unión carbono- cloro para ser reemplazado el cloro por el hidrógeno. La vida media estimada de la fotólisis de un tetraclorobifenilo con la luz del verano y a una profundidad menor de 0,5 m está en el rango de 17 a 210 días, pudiéndose prolongar el tiempo en el invierno. El ratio de degradación de los PCB en el agua depende de la estructura individual del congénere u las condiciones ambientales. La biodegradación en aguas marinas puede ser más lenta que en aguas de río<sup>35</sup>.

## **PCB en los sedimentos y el suelo**

Los congéneres más clorados se adsorben fuertemente a los sedimentos y suelo donde tienen una vida media que va de meses a años. No se conocen procesos abióticos que degraden significativamente los PCB en este medio, sin embargo puede ocurrir una fotólisis en la superficie del suelo o una declorinación catalizada por una base, pero es probable que estos mecanismos de remoción sean insignificantes. La biodegradación observada tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas es el mayor proceso de degradación de PCB en los sedimentos y el suelo, aunque éste no son significativo<sup>35</sup>.

De lo descrito se infiere que los PCB han sido y siguen siendo liberados al ambiente desde cualquiera de sus aplicaciones. En la figura siguiente se presenta de manera esquemática cuál es la ruta que siguen hasta llegar al ambiente biótico y abiótico.

Figura Nº 9



Fuente: Guidelines for identification of PCBs and Materials containing PCBs. UNEP 1999



## Riesgos derivados de la exposición a los PCB

Los riesgos de la exposición a PCB han sido evaluados mediante el análisis de los datos obtenidos en los estudios realizados usando las mezclas de PCB comúnmente usadas en la industria a las cuales los trabajadores pudieron estar expuestos directamente. Para conocer los valores bajo los cuales no hay riesgo para la salud humana, se realizaron estudios en animales en los cuales se establecieron dosis diaria de mezclas de PCB a partir de la cual, determinada especie de monos empezaba a presentar síntomas o efectos perjudiciales para la salud (en los sistemas inmunológico y nervioso). Estos resultados han sido extrapolados para establecer valores de ingesta diaria tolerable<sup>56</sup> o admisible de PCB para las personas, teniendo en cuenta que los PCB son persistentes en el ambiente y que la población en general está potencialmente expuesta a variedad de PCB vía los alimentos, el aire y el agua. En el siguiente cuadro se muestra los valores de ingesta diaria tolerable de PCB:

**Cuadro N° 1**

Ingesta diaria Tolerable de PCB estimada para los adultos en USA		
Fuente	Ingesta Diaria Tolerable estimada en ng/kg (nanogramos/kilogramo) de peso corporal por día	Comentarios
Agua de consumo humano	Menos de 0,2	Basado en una persona de 70 kg que bebe 2 litros de agua por día, el cual contiene 6 nanogramo-ng/litro [0,006ng/metro cúbico-m3] de PCB
Aire	0,3 a 3	Basado en el rango típico de niveles de PCB en el aire urbano que está entre 1 y 10 ng/m3 y considerando que se respira un volumen de 23 m <sup>3</sup> /día
Alimentos	0,5 a 5	Pescado, aves de corral, y carne son los contribuidores primarios para la ingesta de PCB
<b>Total</b>	<b>1-8</b>	

<sup>56</sup> En un estimado de la cantidad de sustancia que puede ser tomada por los seres humanos sobre una base diaria durante toda la vida sin riesgo apreciable para la salud humana, y aunque las mezclas utilizadas en la industria no son idénticas a las combinaciones presentes en el ambiente (o en la leche materna), estas mezclas tienen efectos nocivos similares

La estimación de la ingesta diaria total es de aproximadamente 1 000 veces menor que la menor ingesta de PCB que causó efectos adversos en los animales (5 000 ng/kg de peso corporal por día) y 4 veces más bajos que la ingesta diaria tolerable de PCB<sup>40</sup>.

## **PREOCUPACIONES FRENTE A LOS PCB**

Los hallazgos de PCB en el ambiente y los riesgos que ello significaba para los seres vivos, puso a este grupo de sustancias en la agenda de las Naciones Unidas, debiendo los países adoptar medidas para reducir o eliminar el riesgo. Así los Convenios de Basilea, de Estocolmo y Rotterdam incluyen artículos específicos cuya aplicación tiene el objetivo de proteger la salud humana y el ambiente, al igual que lo hace el Enfoque Estratégico para la Gestión Internacional de Productos Químicos (SAICM).

### **Convenio de Basilea<sup>57</sup>**

El Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación<sup>58</sup> es el acuerdo global del medio ambiente más completo en materia de desechos peligrosos y otros desechos. Fue adoptado en 1989 y entró en vigor en 1992. Su objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos derivados de la generación, gestión, el movimiento transfronterizo y la eliminación de los desechos peligrosos. Tiene como propósito, regular el movimiento transfronterizo de desechos mediante, entre otras cosas, un sistema de notificación previa a la intención de exportar desechos peligrosos y otros desechos y obliga a sus Partes a dar un consentimiento por escrito (llamado "consentimiento fundamentado previo") antes de que los envíos de estos desechos puedan ser objeto de tránsito o importación en su ámbito nacional, garantizando que los mismos sean manejados y eliminados de una manera ambientalmente racional.

El Convenio de Basilea propicia "el manejo ambientalmente racional de los residuos peligrosos, con el fin de proteger la salud humana y el medio ambiente reduciendo al mínimo la producción de residuos peligrosos, siempre que sea posible. Para ello, se debe abordar el tema a través del "enfoque del ciclo de vida integrado", que implica estrictos controles desde la generación de residuos peligrosos, su almacenamiento, transporte, tratamiento, reutilización, reciclado, recuperación y disposición final.

Asimismo, la Declaración de Basilea (1999) y enmiendas al Convenio de Basilea establecen una serie de medidas que incluyen la adopción de métodos de "producción más limpia" que eliminan o reducen productos peligrosos y que puede ser a la vez económica y ecológicamente eficientes, a

---

<sup>57</sup> Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Protocolo sobre Responsabilidad y Compensación por los daños resultantes de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación. PNUMA. Secretariado del Convenio de Basilea, 2005

<sup>58</sup> En el párrafo 4 del artículo 2, el Convenio estipula que se entiende por eliminación "cualquiera de las operaciones especificadas en el Anexo IV" del Convenio, lo que incluye operaciones que posibiliten la recuperación, el reciclado, la regeneración, la reutilización directa o los usos alternativos de los recursos y las que no ofrezcan esa posibilidad

identificar las mejores prácticas en la gestión de los desechos peligrosos. La implementación de este Convenio está haciendo hincapié en la creación de asociaciones con la industria e instituciones de investigación para realizar un manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos, así como informar a la población sobre los riesgos que estos desechos implican.

El texto completo de Convenio puede obtenerse en la siguiente página web: <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-s.pdf> y en el Anexo N° 1 se puede observar los artículos y anexos relacionados con los PCB.

## **Convenio de Estocolmo<sup>59</sup>**

El Convenio de Estocolmo tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los COP, teniendo en cuenta que tienen propiedades tóxicas, son resistentes a la degradación, se bioacumulan y son transportados por el aire, el agua y las especies migratorias a través de fronteras internacionales y depositados lejos del lugar de su liberación, acumulándose en ecosistemas terrestres y acuáticos.

El Convenio fue firmado por los países el 2001 y entró en vigor para las Partes el 2004, teniendo en cuenta los problemas de salud que pueden resultar de una exposición local a los COP, especialmente en el caso de las mujeres por sus graves efectos y, a través de ellas, en las futuras generaciones; asimismo, sabiendo que los ecosistemas y comunidades indígenas del Ártico están especialmente amenazados debido a la biomagnificación de los COP y porque la contaminación de sus alimentos tradicionales es un problema de salud pública; por tanto los países son conscientes de la necesidad de adoptar medidas para prevenir los riesgos que los COP significan.

El Convenio tiene en cuenta las necesidades de los países en desarrollo, especialmente de los menos adelantados, así como de los países con economías en transición, sobretudo, la necesidad de fortalecer sus capacidades nacionales para la gestión de los productos químicos, mediante la transferencia de tecnología, la asistencia técnica y financiera y el fomento de la cooperación entre las Partes. Asimismo, reconoce el rol del sector privado y de las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) para lograr los objetivos del Convenio, y la necesidad de brindar información a la población en general para prevenir o reducir el riesgo en cualquier etapa del ciclo de vida de los productos.

Inicialmente el convenio tenía una lista de doce sustancias, las que eran conocidas como la “Docena Sucia”, entre las cuales se hallan los bifenilos policlorados formando parte del Anexo A, como sustancia a eliminarse, con arreglo a las disposiciones de la parte II de dicho anexo. A la fecha son veintidós las sustancias COP, pues el 2009 se aprobaron nueve nuevas sustancias para ser reguladas por el instrumento internacional y en 2011 una última sustancia plaguicida (Endosulfán) entra a la lista del Anexo A con ciertas exenciones.

---

<sup>59</sup> Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutant (POPs). Text and Annexes as amended in 2009. UNEP. Secretariat of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutant. 2009

El texto completo del Convenio se puede obtener en la siguiente página web; [http://www.pops.int/documents/convtext/convtext\\_sp.pdf](http://www.pops.int/documents/convtext/convtext_sp.pdf). En el Anexo N° 2 se listan las sustancias COP y se puede ver los artículos que hacen alusión específica a los PCB, así como la Parte II del Anexo A del Convenio referida exclusivamente a la gestión de los PCB. Cabe realzar el artículo 10º referido a información, sensibilización y formación del público que promueve la sensibilización no sólo de los tomadores de decisiones, sino del público en general que incluye a la industria y los representantes de la sociedad civil, para que, de manera conjunta se puedan adoptar las medidas conducentes a la minimización del riesgo que significan los COP, tanto para la salud humana como para el ambiente.

## **Convenio de Rotterdam<sup>60</sup>**

Teniendo en cuenta los efectos dañinos para la salud y el ambiente de ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos, objeto de comercio internacional, las necesidades de información de los países y buscando asegurar que los productos químicos peligrosos que se exporten estén envasados y etiquetados en forma que proteja la salud humana y el ambiente, en 1998 se adoptó el Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos objeto de Comercio Internacional entrando en vigor el 2004.

El objetivo del Convenio es promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños y contribuir a su utilización ambientalmente racional, facilitando el intercambio de información acerca de sus características, estableciendo un proceso nacional de adopción de decisiones sobre su importación y exportación y difundiendo esas decisiones a las Partes.

El Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo -CFP (conocido como procedimiento PCI-Prior Informed Consent por sus siglas en inglés) es un mecanismo mediante el cual, el país Parte que desea recibir una importación de cualquiera de los productos listados en el Anexo III del Convenio manifiesta esta decisión para garantizar el cumplimiento de estas decisiones por parte de las Partes exportadoras.

Cada producto de la lista cuenta con un documento de orientación para la adopción de decisiones, el cual ayuda a los gobiernos a evaluar los riesgos asociados a la manipulación y utilización de dicho producto químico y a decidir sobre su importación y utilización en el futuro, teniendo en cuenta las condiciones locales, manifestando esta decisión a la Secretaría de la Convención, quien a su vez distribuye entre todos los países la lista de respuestas sobre la importación de cada producto químico sujeto al CFP.

El Convenio se aplica a plaguicidas y productos químicos industriales que han sido prohibidos o rigurosamente restringidos por razones sanitarias o ambientales por las Partes y que han sido

---

<sup>60</sup> Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos objeto de Comercio Internacional. Texto y Anexos. PNUMA. FAO. 2005

notificados por las Partes para su inclusión en el procedimiento de CFP. El texto del Convenio puede obtenerse en la siguiente página web:

<http://www.pic.int/ElConvenio/Generalidades/TextodelConvenio/tabid/1980/language/es-CO/Default.aspx>

En el Anexo N° 3 se brinda los artículos que se aplican a los PCB, así como el Anexo III que lista los productos sujetos al CFP.

## Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM)

El 2006, en Dubai, Emiratos Árabes Unidos, en la Conferencia Internacional sobre la gestión de los productos químicos (ICCM<sup>61</sup>) se aprobó el Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM<sup>62</sup>), con la misión de brindar un marco de política para las actividades internacionales destinadas a lograr la meta del Plan de Aplicación de las Decisiones de Johannesburgo<sup>63</sup> para el 2020, para que los productos químicos se produzcan y utilicen de manera que se reduzcan al mínimo los efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente.

El objetivo del Enfoque Estratégico es cambiar la forma en que se producen y se utilizan las sustancias químicas a fin de minimizar los efectos dañinos para la salud humana y el medio ambiente.

Tal como se detalla en su Estrategia de Política Global, el SAICM tiene un amplio alcance. Representa un compromiso de los gobiernos del mundo para lograr, en todos los países, la gestión racional de las sustancias químicas de modo que la exposición a productos químicos de uso agrícola e industrial ya no cause daños significativos a la salud humana y al medio ambiente. El SAICM se ocupa no sólo de las sustancias químicas sintéticas, sino también de los metales tóxicos, como el plomo, el cadmio y el mercurio.<sup>64</sup>

El SAICM se ocupa de la gestión correcta de las sustancias químicas en todas las etapas de sus ciclos de vida. Facilita las reformas nacionales y mundiales relacionadas con la forma en que se producen y utilizan las sustancias químicas sintéticas, incluyendo la posibilidad de medidas para prohibir, eliminar de forma gradual o restringir la producción y uso de las sustancias químicas de mayor preocupación. La implementación del SAICM fomenta prácticas que eviten o minimicen la generación de desechos peligrosos, y políticas que exijan el tratamiento racional de cualquier tipo de desechos peligrosos que se generen. Asimismo, plantea la necesidad de prohibir los productos

---

<sup>61</sup> International Conference on Chemicals Management

<sup>62</sup> Strategic Approach to International Chemicals Management.

<sup>63</sup> Acordado en la Cumbre de la Tierra celebrada en 2002 en Johannesburgo, diez años después de la Cumbre de Río de Janeiro con el objetivo de centrar la atención del mundo y la acción directa en la resolución de complicados retos, tales como la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y la conservación de nuestros recursos naturales en un mundo en el que la población crece cada vez más, aumentando así la demanda de alimentos, agua, vivienda, saneamiento, energía, servicios sanitarios y seguridad económica. Se constituyó como un instrumento de coordinación entre distintos actores de la sociedad internacional con el propósito de incentivar a la población internacional, y que la protección ambiental fuese compatible con el crecimiento económico, y el desarrollo social, mediante la suma de los esfuerzos y de las capacidades de las partes involucradas.

<sup>64</sup> Una guía SAICM para las ONGs. Enfoque estratégico para la gestión de productos químicos a nivel internacional. Jack Weinberg. IPEN, 2008

de consumo cuyos componentes químicos puedan causar exposiciones conducentes a efectos adversos significativos para la salud.<sup>58</sup>

El SAICM incluye en la gestión de los productos químicos, los aspectos ambientales, económicos, sociales, sanitarios y laborales de la seguridad química, por ello constituye un gran reto para los países. Mayor información se puede hallar en la página web:

<http://www.saicm.org/index.php?ql=h&content=home>

## **CICLO DE VIDA DE LOS EQUIPOS CON PCB**

El ciclo de vida de un producto, es un concepto desarrollado por primera vez en 1965 por Theodore Levitt y publicado en la Harvard Business Review, en el cual señalaba que los productos, al igual que los seres vivos, nacen, crecen, se desarrollan y mueren<sup>65</sup>, marcando el inicio de su desarrollo y uso como herramienta de mercadotecnia.

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) tuvo igualmente una evolución que se inicia en los 60 hasta los 80, observándose en 1990 el interés de algunos sectores industriales por desarrollar y normalizar el uso del ACV, creándose un comité de normalización de la International Standards Organisation (ISO) para desarrollar normas para la gestión ambiental. Actualmente, se cuenta con las normas ISO 14041 al 14044 que brindan las pautas para estudiar los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo del ciclo de vida de un producto o actividad.

El ciclo de vida de un producto considera toda la “historia” del producto, desde su origen como materia prima hasta su final como residuo. Se tiene en cuenta todas las fases intermedias como transporte y preparación de materias primas, manufactura, transporte a mercados, distribución, uso, etc. Se conoce también con el término de la Cuna a la Tumba<sup>66</sup>.

El ACV de un producto es una metodología que intenta identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales, asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto. En un ACV completo se atribuyen a los productos todos los efectos ambientales derivados del consumo de materias primas y de energías necesarias para su manufactura, las emisiones y residuos generados en el proceso de producción, así como los efectos ambientales procedentes del fin de vida del producto cuando éste se consume o no se puede utilizar.

En la Figura N° 10 se ilustra las posibles etapas del ciclo de vida que pueden ser consideradas en el análisis del ciclo de vida y, las típicas entradas y salidas del sistema.

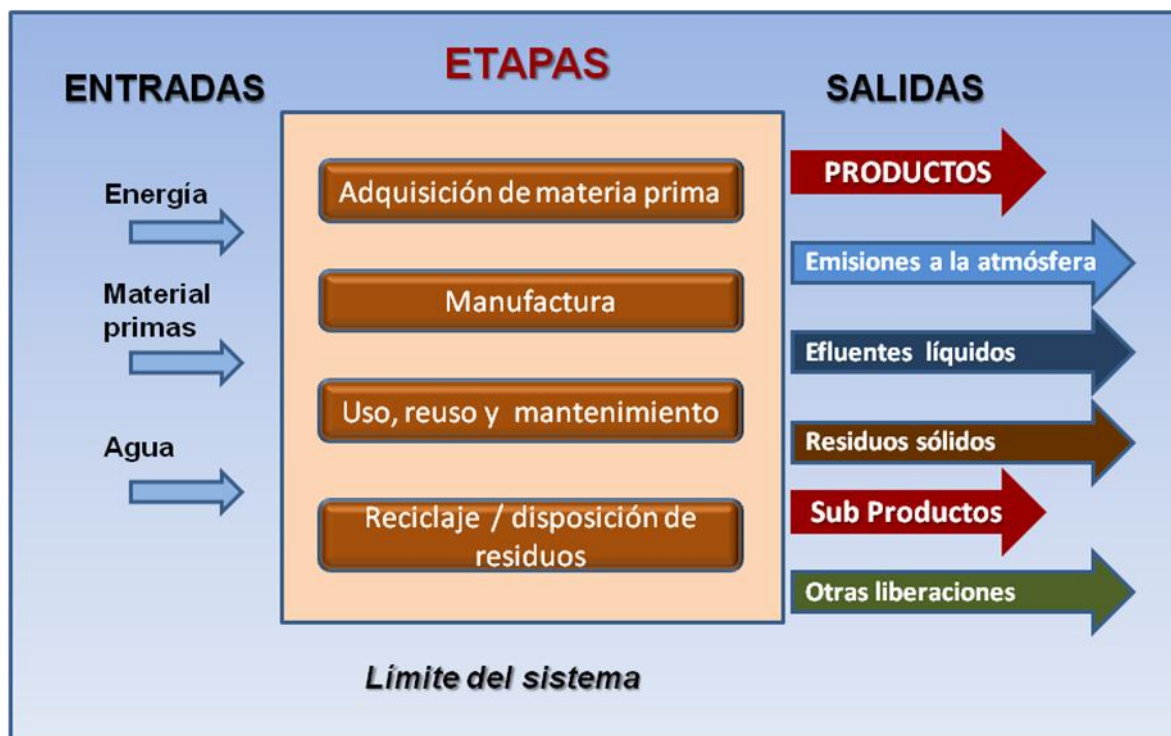
---

<sup>65</sup> Rafael Muñoz González. Marketing en el Siglo XXI. 3ª Edición.

<sup>66</sup> Actualmente se considera el término Cradle to Cradle (C2C) que literalmente significa “de la cuna a la cuna” que corresponde a un concepto ecológico donde la reducción pasa a un segundo plano y lo importante es la reutilización. En el C2C, todos los materiales utilizados deberían poder reutilizarse sin deterioro en su calidad. Este concepto es utilizado ya en edificios, muebles o ropa, y propone una nueva revolución industrial basada en la naturaleza.

Figura N° 10

Etapas del Ciclo de Vida



Fuente: EPA 1993<sup>67</sup>

La principal función del ACV es la de brindar soporte para la toma de decisiones que se relacionan con productos o servicios y más específicamente, la de conocer las posibles consecuencias ambientales relacionadas con el uso del producto<sup>68</sup>.

El proceso de ACV involucra cinco etapas:

1. Definición del problema
2. Criterios específicos sobre los cuales evaluar las posibles soluciones
3. Identificación de las posibles alternativas de solución
4. Evaluación de las alternativas en base a los criterios que han sido establecido.
5. Toma de decisiones

El enfoque del ACV difiere de otros enfoques, pues tiene en cuenta todos los factores importantes para los tomadores de decisión (por ejemplo, el costo del ciclo de vida, la salud y la seguridad, el medio ambiente) en todo el ciclo de vida. Al considerar todos los costos y beneficios, independientemente de que la organización pague los costos o conozca los beneficios, el ACV puede producir mejores decisiones. La consideración de los diversos impactos asociados a una

<sup>67</sup> Life Cycle Assessment: Principles and Practice. EPA 2006

<sup>68</sup> El análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental. Blanca Iris Romero Rodríguez

decisión no tiene que ser excesivamente costosa, sino que debe ser proporcional con los beneficios potenciales de un análisis en profundidad y en consonancia con los recursos disponibles para la evaluación de las alternativas. Sin embargo, el proceso fundamental de considerar cada una de las alternativas en cada uno de sus atributos relevantes ayudará a asegurar que todos los factores importantes para la decisión se han considerado, reduciendo así la probabilidad de consecuencias no deseadas.<sup>69</sup>

Este análisis debe incorporarse en la gestión de los PCB en la industria minera y todas las actividades que posean fuentes sospechosas de contener PCB, las mismas que una vez identificadas como contaminadas con PCB se transformarán indefectiblemente en residuos peligrosos. Y es en este sentido que la Secretaría del Convenio de Basilea recomienda tomar en cuenta realizar la gestión de desechos peligrosos en el contexto del ciclo de vida útil de los productos<sup>53</sup>, al igual que los señala el Convenio de Rotterdam<sup>55</sup> en su Art. Nº 11 por el cual señala las obligaciones de la parte exportadora de asesorar a la parte importadora para fortalecer su capacidad para manejar en forma segura los productos químicos durante su ciclo de vida. De igual manera en el Convenio de Estocolmo<sup>54</sup> se manifiesta la necesidad de adoptar medidas para prevenir los efectos adversos causados por los COP en todos los estados de su ciclo de vida.

El ACV permitirá a la empresa minera o quien tenga equipos con PCB adoptar medidas para cada una de las etapas del CV de los PCB de modo tal que se tendrá una minimización de los riesgos que implica en manejo de PCB, así como de los impactos ambientales, optimizando los recursos financieros que implica la gestión de existencias de PCB y el cumplimiento de lo estipulado en las convenciones internacionales y legislación nacional, así como los compromisos asumidos voluntariamente por la empresa en sus sistemas de gestión ambiental y responsabilidad social.

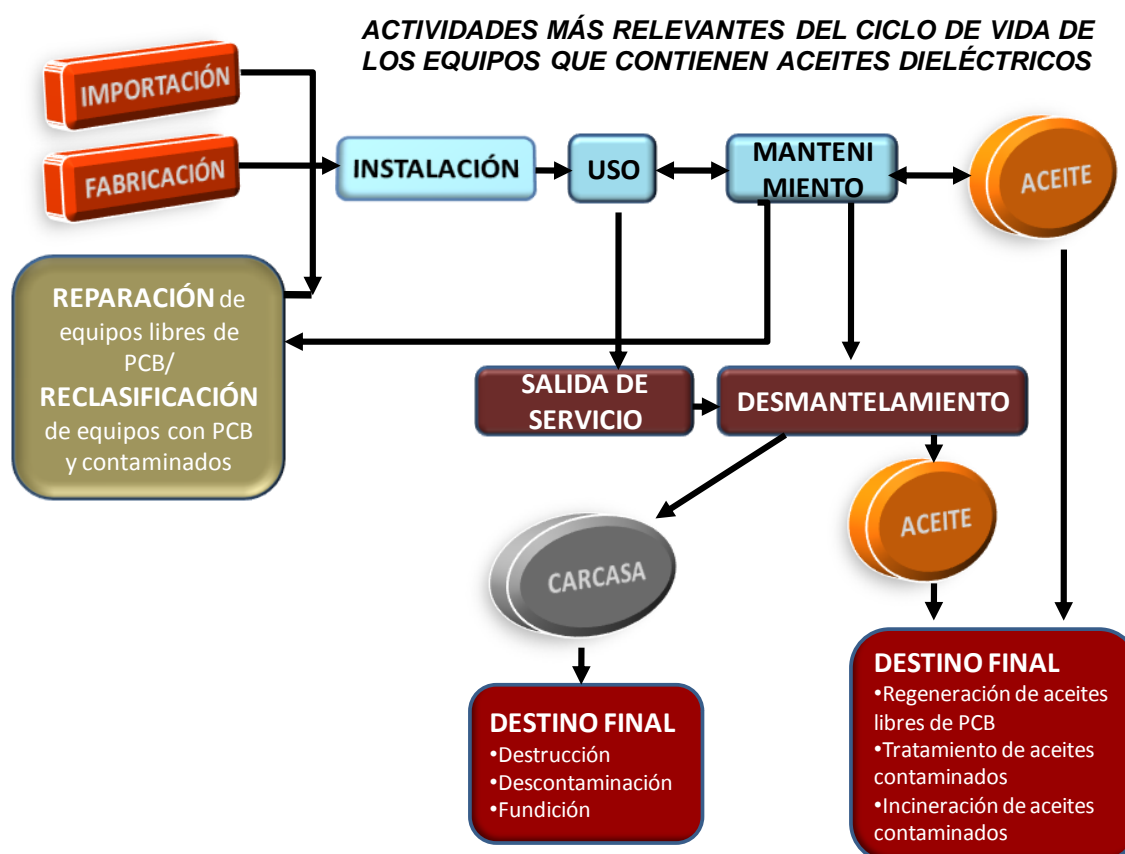
Para poder hacer una Gestión Ambientalmente Racional (GAR) de los PCB en especial de los equipos que contienen aceites dieléctricos, es necesario determinar cuáles son las actividades más relevantes del ciclo de vida de estos equipos<sup>39</sup>, tal como se aprecia en la figura siguiente:

---

<sup>69</sup> Life Cycle Analysis for Treatment and Disposal of PCB Waste at Ashtabula and Fernald. Michael I. Morris, Katherine L. Yuracko –ORNL, Richard A. Govers -The Chamberlain Group, Douglas M. Maynor, Scott Altmayer –USDOE. 2001



Figura N° 11



Y en el siguiente cuadro se resumen las acciones a tomar para cada una de las actividades señaladas, teniendo en cuenta las obligaciones señaladas en los convenios internacionales:

Cuadro N° 2

**Riesgos y Acciones a adoptarse en cada una de las actividades del Ciclo de Vida de los equipos (transformadores, capacitores)**

ACTIVIDAD	RIESGO ASOCIADO	ACCIONES A TOMAR
Importación	➤ Ingreso al país de equipos con PCB o aceites dieléctricos con PCB	➤ Prohibir la importación de aceites y equipos con PCB (Autoridades) ➤ Controlar la importación exigiendo al ingreso de equipos nuevos, la certificación de libre de PCB (Autoridades y empresas que compran o comercializan los equipos) ➤ Control aleatorio en Aduanas de las importaciones mediante pruebas de laboratorio

ACTIVIDAD	RIESGO ASOCIADO	ACCIONES A TOMAR
Fabricación o reparación de equipos	➤ Utilización de aceite dieléctrico o equipos con PCB	<p>➤ <i>Prohibir la utilización de partes recuperadas de equipos fuera de uso o aceite dieléctrico con PCB en la fabricación de equipos (Autoridades)</i></p> <p>➤ <i>Si fuera necesaria la reparación de equipos con PCB sin una previa descontaminación de los mismos, se deberá controlar que el mantenimiento se realice con las medidas de precaución más estrictas y evitando contaminación cruzada. (Esto en tanto no exista la prohibición y se esté dentro de las fechas señaladas en el Convenio) (Autoridades)</i></p> <p>➤ <i>Utilizar aceite dieléctrico libre de PCB en la fabricación de equipos nuevos (empresas que fabrican transformadores, capacitores)</i></p> <p>➤ <i>Verificar el contenido de PCB en los aceites dieléctricos antes de reparar los equipos (empresas que prestan servicio de mantenimiento)</i></p>
Uso	➤ Si el equipo no está en buenas condiciones (viejo o mal mantenido), puede tener pérdidas del aceite dieléctrico, produciendo contaminación	<p>➤ <i>Imponer la obligatoriedad de llevar un registro de equipos que contengan PCB (Autoridades)</i></p> <p>➤ <i>Identificar y registrar todos los equipos que se tienen en uso (colocando etiquetas que señalen si contiene PCB o está libre de PCB) (empresas)</i></p> <p>➤ <i>Establecer medidas de control y condiciones de seguridad para la utilización de equipos que contienen PCB hasta su salida de servicio (empresas)</i></p> <p>➤ <i>Contar con un procedimiento específico para operación y mantenimiento de equipos que evite accidentes ambientales de equipos antiguos y descartar la presencia de PCB</i></p>

ACTIVIDAD	RIESGO ASOCIADO	ACCIONES A TOMAR
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Las técnicas de secado y/o desencubado de aceite sin control, pueden provocar la contaminación cruzada de los equipos, al utilizar el mismo equipamiento para el mantenimiento de un equipo con PCB y otro libre de PCB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se debe establecer las condiciones de manejo de los equipos y del aceite a los talleres de mantenimiento, así como del almacenamiento de aceite retirado con PCB (Autoridad y empresas que prestan servicio de mantenimiento)</li> <li>➤ Prohibir la reutilización del aceite con PCB bajo las concentraciones estipuladas en las normas nacionales (autoridad)</li> <li>➤ Prohibir la comercialización del aceite usado con PCB (autoridad)</li> <li>➤ Utilizar aceite libre de PCB en la reposición de aceite dieléctrico (talleres de mantenimiento)</li> <li>➤ Realizar análisis del aceite dieléctrico de los equipos que ingresan al taller de mantenimiento para prevenir la contaminación cruzada (talleres de mantenimiento)</li> <li>➤ Realizar análisis del aceite dieléctrico del equipo previa a la entrega del mismo, verificando que el mismo está libre de PCB (talleres de mantenimiento)</li> </ul>
Destino final del equipo (carcasa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ingreso a hornos de fundición puede generar emisiones gaseosas con PCB, dioxinas y furanos</li> <li>➤ Ingreso a sistemas de tratamiento y/o destrucción inadecuados, no amigables con el ambiente, puede generar contaminación de las aguas, suelos y aire</li> <li>➤ Comercialización de equipos con PCB para su</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reclasificación de equipos contaminados con PCB y equipos libres de PCB (Empresas)</li> <li>➤ Ingreso de equipos a sistemas de recuperación de los materiales, previa descontaminación del mismo (Empresas)</li> <li>➤ Ante la imposibilidad de eliminar los equipos, componentes o materiales con PCB localmente, exportarlos para su tratamiento y/o destrucción de acuerdo al Convenio de Basilea (empresas)</li> <li>➤ Prohibir la comercialización de aceites con PCB (Autoridad)</li> </ul>

ACTIVIDAD	RIESGO ASOCIADO	ACCIONES A TOMAR
	reutilización	
Destino final del aceite	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Contaminación de las aguas y el suelo por vertido incontrolado de aceite</li> <li>➤ Contaminación del aire mal funcionamiento del incinerador o quema a cielo abierto</li> <li>➤ Comercialización de aceite con PCB para su reutilización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar un tratamiento de descontaminación del aceite con una tecnología ambientalmente adecuada ya aprobada por las autoridades (empresas)</li> <li>➤ Eliminar el aceite con PCB para su tratamiento y/o destrucción de acuerdo al Convenio de Basilea o si existiera en el país, mediante tratamientos térmicos estrictamente controlados por la autoridad (empresas)</li> <li>➤ Prohibir la comercialización de aceites con PCB (Autoridad)<sup>70</sup> así como la dilución de aceites contaminados para obtener una concentración menor a la considerada en las normas legales como contaminada con PCB.</li> </ul>

Adaptado de: Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos – Fichas Temáticas. Bifenilos Policlorados. Javier Martínez. Centro Coordinador de Basilea para América Latina y el Caribe. 2005

Teniendo en cuenta las actividades más relevantes del ciclo de vida de los equipos que poseen aceites dieléctricos, las empresas deberán establecer los criterios para evaluar las soluciones al problema identificado (por ejemplo: contar con equipos que contienen PCB o que son sospechosos de contener PCB) e identificar las alternativas de solución considerando los aspectos financieros, de seguridad e higiene ocupacional, ambientales, impactos institucionales para finalmente elegir una alternativa, adoptando una decisión.

En definitiva un análisis de ciclo de vida sustentará ante las máximas autoridades de las empresas, la necesidad de realizar una gestión ambientalmente racional de las existencias y residuos contaminados con PCB, permitiría brindar información a terceros interesados, y coadyuvará a cumplimentar requerimientos de la autoridad de aplicación que corresponda.

## EVALUACIÓN DE RIESGO DE LOS EQUIPOS CONTAMINADOS CON PCB

Investigaciones de los efectos de los PCB tanto en la salud humana como en el ambiente han demostrado los riesgos que significan la exposición a este grupo o mezcla de sustancias, por lo que

<sup>70</sup> En algunos países como Argentina, se considera que un aceite no está contaminando si tiene una concentración menor a 50 ppm.

la gestión ambiental de las fuentes de contaminación requiere una evaluación de riesgos y la adopción de medidas para eliminar o reducir aquellos identificados.

La evaluación de riesgo es el proceso que evalúa la probabilidad que puedan ocurrir efectos adversos o que éstos están ocurriendo como resultado de la exposición de un receptor a factores de riesgo<sup>71</sup> (peligros).

Para el caso de los PCB, el riesgo está en función del peligro que implica la naturaleza de esa sustancia química (sus características de toxicidad, persistencia, bioacumulación, biomagnificación) y la posibilidad de que cause un daño a la salud humana y al ambiente, de la exposición (que a su vez depende de la concentración de los PCB que inciden sobre la población o medio ambiente, el tiempo y frecuencia de la exposición) y del receptor (población ocupacional o población en general, fauna, flora, agua, aire, suelo que puede ser afectado); por lo tanto, la GAR de los PCB debe considerar evaluar el riesgo, estimando la probabilidad de ocurrencia del peligro, para su posterior gestión.

**Figura Nº 12**  
**Evaluación de riesgo**



En la evaluación del riesgo se consideran los siguientes pasos:

**Figura Nº 13**  
**Pasos para la Evaluación de Riesgo**



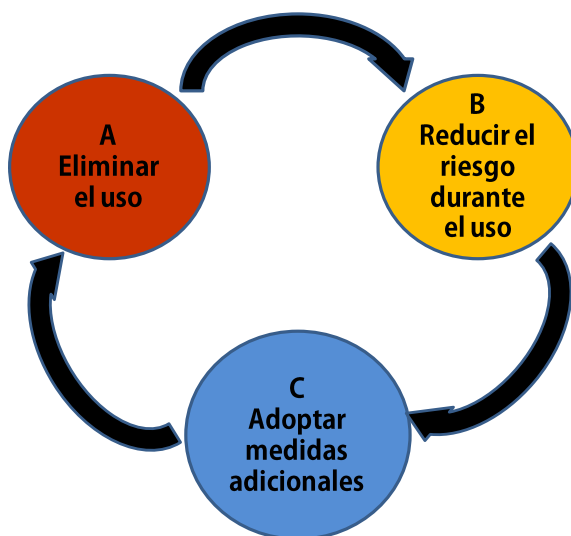
<sup>71</sup> A Framework for Ecological Risk Assessment. General guidance. Canadian Council of Ministers of the Environment. 1996

- **Definición del Problema**, que puede hacerse teniendo en cuenta las actividades que se realizan en una empresa en cada una de las etapas del ciclo de vida de un transformador, por ejemplo. Así, será necesario identificar si se tienen equipos contaminados con PCB, si constituyen un problema los equipos que están en servicio, o los que están almacenados, etc.
- **Análisis de Riesgos**, proceso de recolección y evaluación de información sobre los peligros y las causas que lo originan para conocer cuáles son los importantes para la seguridad, salud y el medio ambiente, tomando en cuenta además los requerimientos legales internacionales y nacionales, así como los riesgos financieros que dicha situación significa para la empresa.
- **Evaluación de las opciones** que se tienen para controlar, reducir o eliminar el riesgo, así por ejemplo si se desea eliminar equipos contaminados con PCB se deberá conocer las diversas opciones que existen para determinar cuál sería la más conveniente, la mejor tecnología disponible o amigable con el ambiente, teniendo en cuenta además los requerimientos legales y aspectos económicos.
- **Adopción de las Decisiones**, con la información obtenida de la evaluación de riesgos, la empresa tomará una decisión para retirar de servicio un transformador o seguir usándolo con una estricta vigilancia, proveer un almacén temporal para los equipos contaminados con PCB, asignar un manejo sustentable para equipos y materiales contaminados o conteniendo PCB por eliminación en el país a través de tratamientos in situ o ex situ, si éste cuenta con tecnología local, o exportar los equipos o materiales contaminados o conteniendo PCB en el marco del Convenio de Basilea, etc.
- **Implementación de la Estrategia** para que las decisiones adoptadas por la gerencia de la empresa, o impuestas por las normas o autoridad de aplicación, se viabilicen en los plazos previstos.
- **Evaluación de los Resultados** debiendo para ello establecer indicadores de gestión para evaluar o medir los avances y resultados en las actividades previstas, por ejemplo para la eliminación de transformadores contaminados con PCB.
- **Involucramiento de la Comunidad**, este paso resulta relevante pues todos los objetivos que la empresa tenga previstos para la gestión de los PCB serán alcanzados siempre y cuando por un lado, sus trabajadores conozcan los riesgos a los cuales están expuestos y, por el otro, la población expuesta o con interés conozca que estos riesgos están siendo controlados o disminuidos para de esa manera evitar impactos o daños ambientales o en la salud.

Para adoptar decisiones adecuadas es pertinente recordar las obligaciones establecidas en los convenios internacionales, en especial los de Estocolmo y Basilea, las que se precisan a continuación (además del marco legal específico de cada país):

El Convenio de Estocolmo establece requisitos sobre los PCB en su Anexo A, Parte II, que pueden clasificarse en tres grupos, como se aprecian en las Figuras N° 14 y N° 15:

**Figura Nº 14**  
**Requisitos del Convenio de Estocolmo**



#### **A: Eliminación del uso**

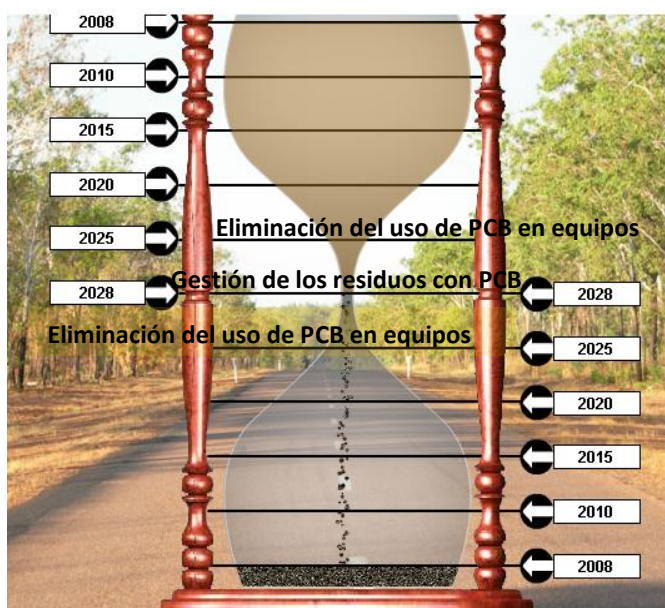
a) Con respecto a la eliminación del uso de los bifenilos policlorados en equipos (por ejemplo, transformadores, condensadores u otros receptáculos que contengan existencias de líquidos residuales) a más tardar en 2025, con sujeción al examen que haga la Conferencia de las Partes, adoptar medidas de conformidad con las siguientes prioridades:

i) Realizar esfuerzos decididos por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga más de un 10% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a 5 litros;

ii) Realizar esfuerzos decididos por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga de más de un 0,05% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a los 5 litros;

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

**Figura Nº 15**  
**Plazos en la gestión de los PCB**





### **B: Reducción del riesgo durante el uso**

b) Conforme a las prioridades mencionadas en el apartado a) (que antecede), promover las siguientes medidas de reducción de la exposición y el riesgo a fin de controlar el uso de los bifenilos policlorados:

**Foto N° 18**  
**Reducción del riesgo durante el uso de los transformadores**



Foto: Urs Wagner. Mission Peru "PCB Inventory and National Action Plan. 2005

i) Utilización solamente en equipos intactos y estancos y solamente en zonas en que el riesgo de liberación en el medio ambiente pueda reducirse a un mínimo y la zona de liberación pueda descontaminarse rápidamente;

ii) Eliminación del uso en equipos situados en zonas donde se produzcan o elaboren de alimentos para seres humanos o para animales;

iii) 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;

### **C: Medidas adicionales**

c) Velar porque los equipos que contengan bifenilos policlorados, descritos en el apartado a), no se exporten ni importen salvo para fines de gestión ambientalmente racional de desechos;

d) Excepto para las operaciones de mantenimiento o reparación, no permitir la recuperación para su reutilización en otros equipos que contengan líquidos con una concentración de bifenilos policlorados superior al 0,005%.

e) Realizar esfuerzos decididos para lograr una gestión ambientalmente racional de desechos de los líquidos que contengan bifenilos policlorados y de los equipos contaminados con bifenilos policlorados con un contenido de bifenilos policlorados superior al 0,005%, de conformidad con el párrafo 1 del artículo 6, tan pronto como sea posible pero a más tardar en 2028, con sujeción al examen que haga la Conferencia de las Partes;

f) Esforzarse por identificar otros artículos que contengan más de un 0,005% de bifenilos policlorados (por ejemplo, revestimientos de cables, calafateado curado y objetos pintados) y gestionarlos de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 del artículo 6;



g) Preparar un informe cada cinco años sobre los progresos alcanzados en la eliminación de los bifenilos policlorados y presentarlo a la Conferencia de las Partes con arreglo al artículo 15;

Se debe tener en cuenta que el tratamiento de los residuos o disposición final de los mismos, debe hacerse con arreglo a lo dispuesto en el Convenio de Basilea

De otro lado, conviene tomar como referencia las directrices técnicas elaboradas por la Secretaría del Convenio de Basilea para el manejo ambientalmente racional de los PCB que definen dos niveles de riesgo con relación a la salud y seguridad:

1. Situaciones de mayor riesgo

- a) Salas de equipos eléctrico donde haya transformadores, disyuntores o condensadores con PCB grandes o en gran número
- b) Lugares en los que se hayan utilizado o mantenido transformadores, disyuntores, equipos hidráulicos, bombas de vacío con contenido de PCB

2. Situaciones de menor riesgo

- a) Contacto con productos o artículos que contengan o estén contaminados con PCB en pequeñas cantidades o bajas concentraciones (p.e. reactancias que contengan PCB en los dispositivos fluorescentes)
- b) Transformadores eléctricos u otro equipo que utilicen aceite mineral contaminado con poca cantidad de PCB
- c) Artículos de consumo que contengan PCB para retrasar la combustión

La política aplicable para todos los casos será velar porque el equipo que contenga PCB se mantenga en buenas condiciones y que las personas que puedan estar expuestas a los PCB usen la indumentaria de protección adecuada.

# Plan de Gestión de los PCB



## Parte II

## **PLAN DE GESTIÓN DE LOS PCB**

El Plan de Gestión de PCB (PGPCB) constituye una herramienta de planificación estratégica aplicable a todas las empresas mineras y de otros rubros, que cuentan con equipos de generación, transmisión y distribución de electricidad y otras fuentes que puedan contener PCB.

El Plan, como tal, es una herramienta de gestión ambiental que permite a las empresas identificar y cuantificar sus existencias (así como sitios contaminados) y evaluar las diferentes alternativas de eliminación (y recuperación o rehabilitación de los sitios contaminados), controlando y reduciendo los riesgos para la salud humana y el ambiente que las existencias de PCB o sitios contaminados implican.

Su implementación permitirá a las empresas que el manejo de dichas existencias o residuos contaminados con PCB se realice de un modo ambientalmente racional y en concordancia con las regulaciones establecidas para tal fin.

El Plan debe reflejar la situación particular de una empresa, establecimiento o institución frente a materiales o existencias sospechosos de contener PCB o estar contaminados con PCB y las inversiones que puede realizar en los aspectos ambientales, de seguridad y salud ocupacional y responsabilidad social con la comunidad. Este Plan al ser evaluado y actualizado anualmente mostrará además, los avances en la identificación y eliminación de PCB, así como las dificultades en su ejecución, debiendo reprogramarse lo no ejecutado, todo ello, en el marco de las exigencias normativas y/o de los compromisos voluntarios de la empresa.

Al ser el Plan un instrumento de gestión, éste es susceptible de ser mejorado de manera continua y reestructurado conforme la evaluación que los responsables de su implementación realicen y los ajustes que los mismos propongan para lograr las metas establecidas.

Cabe resaltar que bajo el marco legal nacional que ratifica el Convenio de Estocolmo, los países han elaborado sus Planes Nacionales de Implementación del Convenio de Estocolmo (PNI ó NIP), los cuales contienen entre otros, un Plan de Acción de PCB que orienta la gestión de los PCB tanto de las entidades públicas como privadas para el desarrollo de los aspectos normativos, de identificación y manejo de fuentes de PCB, de fortalecimiento de capacidades, de difusión y sensibilización, entre otros aspectos. Bajo este contexto, los Planes de Gestión de los PCB (PGPCB), desarrollados por las empresas o instituciones, deben estar directamente vinculados y articulados con el referido Plan de Acción.

En resumen, se puede definir estos instrumentos de gestión de la siguiente manera:

- 1- Plan Nacional de Implementación (PNI o NIP) del Convenio de Estocolmo** elaborado en cumplimiento de compromisos internacionales, con objetivos estratégicos de carácter nacional y metas establecidas para cumplir lo estipulado en el Convenio de Estocolmo.

- 2- **Plan de Acción de Bifenilos Policlorados**, delineado por la Autoridad Competente o ambiental nacional considerando el PNI o NIP y las estrategias, programas, proyectos en el marco de la normativa nacional y local (estados provinciales, regiones, municipios) en particular para los PCB (cumplimiento de compromisos internacionales más los nacionales y locales).
- 3- **Plan de Gestión de PCB** relacionado con el accionar de los establecimientos industriales y de servicios, actividades industriales o sector privado que se asocia a su vez con los sistemas de gestión ambiental. Constituye una herramienta de planificación estratégica aplicable a las empresas y entidades que cuentan con equipos de generación, transmisión y distribución de electricidad y otras fuentes que puedan contener PCB. Como se señaló, el Plan, es una herramienta de gestión ambiental que permite a las empresas realizar una gestión ambientalmente racional de los PCB, con el objetivo de prevenir y controlar los riesgos a la salud humana y el ambiente por la presencia de PCB.

Si las normas nacionales establecen la exigencia a las empresas de elaborar su Plan de Gestión de PCB, éstos deberán elaborarse bajo los lineamientos que establezcan dichas normas, ser susceptibles de aprobación y consecuentemente también de acciones de fiscalización.

Las empresas que han implementado sus sistemas de gestión integrado (de manera voluntaria) verán en la implementación del PGPCB, la oportunidad para hacer una gestión ambientalmente racional de las existencias de PCB.

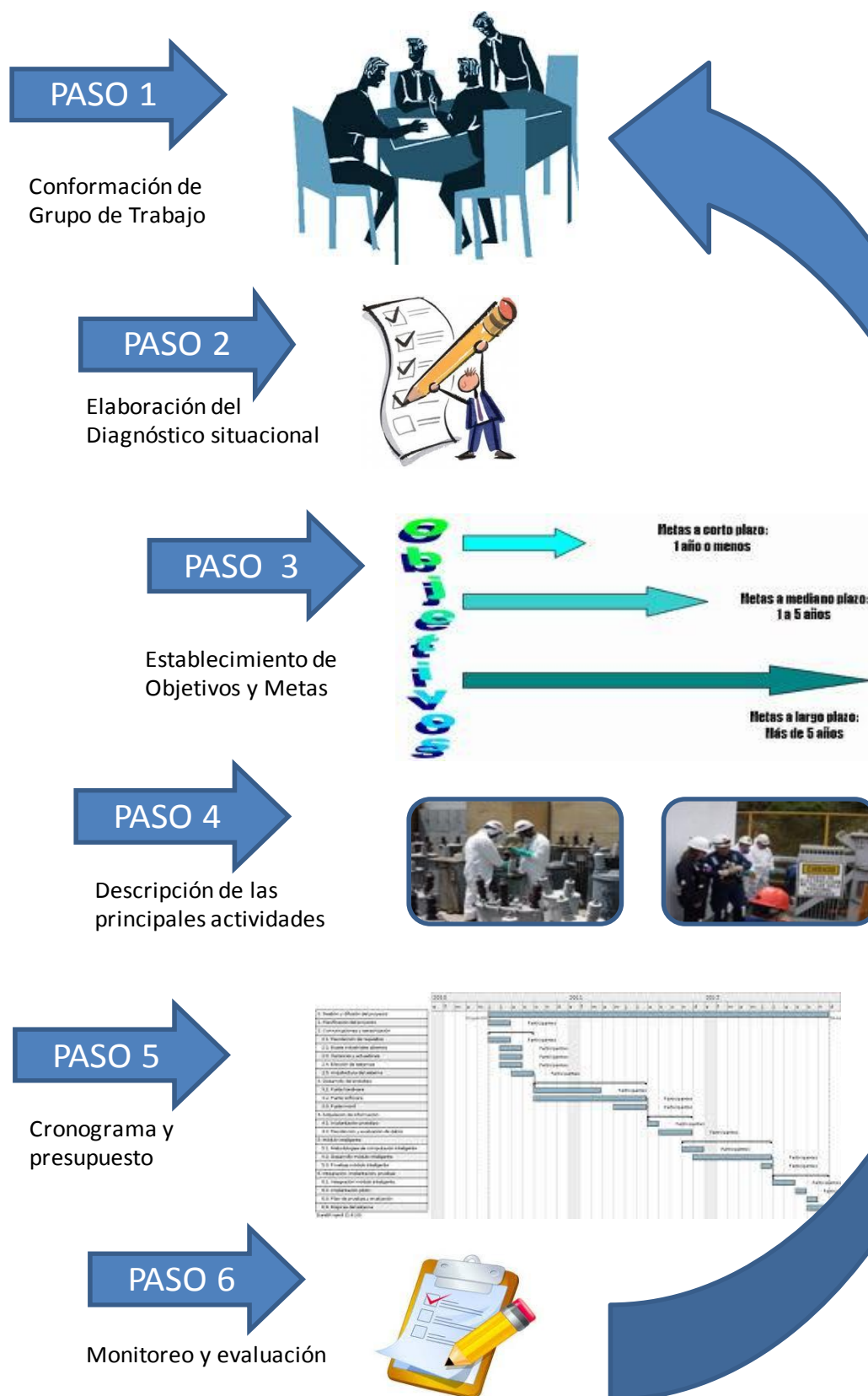
El gráfico siguiente muestra la vinculación de estos tres instrumentos de gestión con el objetivo común de protección de la salud y el ambiente frente a los COP, en este caso particular frente a los Bifenilos Policlorados.

**Figura Nº 16**  
**Vinculación de los instrumentos de gestión ambiental referidos a los PCB**



## PASOS PARA ELABORAR UN PLAN DE GESTIÓN DE PCB

A continuación se grafican los pasos a seguir por la empresa o institución (Figura N° 17), para la elaboración del Plan de Gestión de PCB



Teniendo en cuenta cada uno de los pasos antes graficados, se orientará el desarrollo del Plan de Gestión de los PCB, que debe tener como mínimo, el siguiente contenido:

1. Aspectos generales
  - 1.1 Introducción
  - 1.2. Descripción de la empresa, establecimiento o institución
    - 1.2.1 Ubicación
    - 1.2.2 Alcance
    - 1.2.3 Equipos y probables fuentes de contaminación
    - 1.2.4 Unidades conformantes de la empresa
    - 1.2.5 Proceso Productivo – Extractivo
    - 1.2.6 Relación de equipos
2. Propósito del Plan de Gestión de los PCB
3. Beneficiarios
4. Objetivos y metas del Plan de Gestión de los PCB
5. Descripción de las actividades a desarrollar
  - 5.1. Identificación de existencias con PCB (Inventario)
    - 5.1.1 Conformación del equipo de trabajo para el inventario
    - 5.1.2 Asignación de responsabilidades
    - 5.1.3 Desarrollo del inventario
    - 5.1.4 Inventario de sitios contaminados
    - 5.1.5 Sistematización de la información
6. Evaluación de riesgos para la toma de decisiones
  - 6.1 Evaluación de riesgos por el uso de equipos con PCB o existencias de PCB
  - 6.2 Medidas preventivas en sistemas con PCB
    - 6.2.1 Operación y mantenimiento
    - 6.2.3 Durante la elaboración de instrumentos de gestión ambiental
  - 6.3 Almacenamiento y transporte de existencias contaminadas con PCB
    - 6.3.1 Almacenamiento
    - 6.3.2 Transporte (Transporte interno, Transporte fuera de las instalaciones en el ámbito nacional, Transporte transfronterizo)
- 7 Tratamiento y eliminación de PCB
8. Actividades de capacitación, difusión y medidas de respuesta a accidentes ambientales con PCB
  - 8.1 Actividades de capacitación



## 8.2 Actividades de difusión

## 9. Cronograma y Presupuesto

## 10. Asignación de responsabilidades

## 11. Seguimiento y Evaluación

Para diseñar el plan y aplicarlo, se cuenta con herramientas técnicas y procedimientos que el Proyecto ha elaborado y que se pueden obtener haciendo click sobre el nombre de cada procedimiento o contar con el formato impreso.

### ***PASO 1: Conformación del Grupo de Trabajo***

El primer paso es la muestra de la decisión de la empresa o institución de elaborar su Plan de Gestión de PCB, por lo que debe constituir su equipo de trabajo con un responsable que pueda coordinar con las diversas áreas (por ejemplo; el jefe de mantenimiento, de operaciones, representante de la gerencia, representante de los trabajadores, etc.) y que deberá informar a la alta dirección de los avances en la elaboración del PGPCB, así como implementar las recomendaciones y oportunidades de mejora surgidas de las acciones de monitoreo y evaluación del plan de gestión. Los siguientes pasos están referidos a la elaboración del documento del plan, los que cada empresa, establecimiento o institución deberá desarrollar para tener su PGPCB, considerando que para muchas de las actividades enmarcadas en el ciclo de vida de un transformador que contiene PCB, se tienen procedimientos específicos, los cuales deben revisarse minuciosamente para elaborar cada actividad del plan.

### ***PASO 2: Elaboración del Diagnóstico Situacional***

Para plantear las acciones que conlleven a una gestión ambientalmente racional de los PCB en la empresa, se requiere información que permita conocer la realidad del manejo de los equipos eléctricos u otras fuentes sospechosas de contener o estar contaminadas con PCB, así como del conocimiento que tienen los actores primarios (trabajadores) sobre los riesgos que conllevan el tener existencias y residuos con PCB o estar cerca o trabajando sobre un sitio contaminado, y de la percepción de los actores secundarios, entre otros aspectos. Toda información es importante y necesaria para elaborar un buen diagnóstico.

Si bien el PGPCB es un plan muy técnico y esta guía brinda pasos sencillos para conocer la situación de la empresa en relación a los PCB, sobre el cumplimiento de la normativa nacional y los compromisos voluntarios; las empresas pueden utilizar otras herramientas de planeamiento estratégico para hacer su Plan de Gestión como son, el análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), árboles de problemas y multicausalidad en los que cada problema / oportunidad puede ser descrito en su complejidad y en los efectos que ocasiona, y otras herramientas que permitan obtener un diagnóstico situacional ambiental. Es decisión de la empresa usar una u otra herramienta.

La información general debe consignarse en el PGPCB, de la siguiente manera:

## 1. Aspectos generales

## 1.1 Introducción

Es necesario iniciar el documento con una introducción general para establecer el contexto en el cual la empresa, establecimiento o institución diseña su PGPCB, es decir las obligaciones legales (en el Anexo N° 4 se listan las normas argentinas, chilenas y peruanas referidas a los PCB, cuyo detalle se puede ver en la Herramienta para la Toma de Decisiones (HTD) – Gestión de PCB en la Industria Minera) y requisitos técnicos que debe cumplir con relación a la gestión de sustancias peligrosas, en especial los bifenilos policlorados. Asimismo, puede aludirse a los compromisos asumidos en sus Políticas Ambientales si es que cuentan con sistema de gestión ambiental u otros sistemas de gestión; todo ello orientará el establecimiento de las metas y objetivos del Plan de Gestión de los PCB.

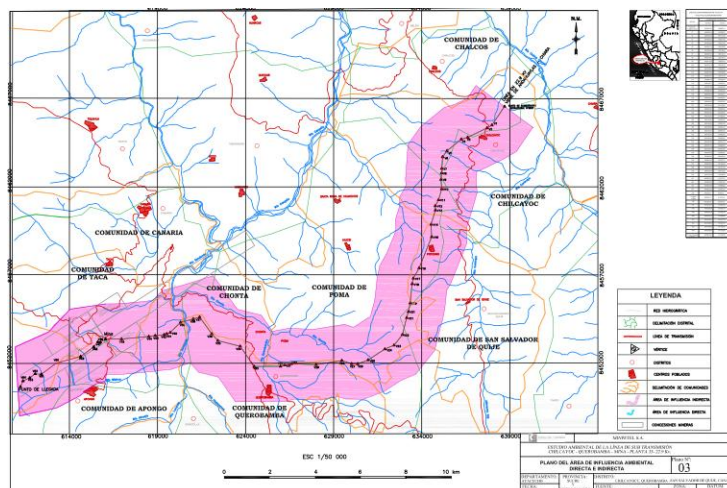
## 1.2 Descripción de la empresa, establecimiento o institución

La empresa, entidad, establecimiento o institución deberá realizar una descripción de las características más relevantes de las actividades que realiza, en la cual se deberá detallar todas las unidades operativas en sus diferentes locaciones, así como el tipo de equipos eléctricos que posee.

Esta descripción deberá contener al menos lo siguiente:

### 1.2.1 Ubicación

Determinar la ubicación geográfica de la entidad, establecimiento, institución o empresa y sus unidades operativas indicando las formas de acceso y las coordenadas UTM<sup>72</sup> (WSG<sup>73</sup> 84) asignadas de acuerdo a los contratos de concesión o autorizaciones de operación. En el gráfico adjunto se tiene un ejemplo:



<sup>72</sup> Universal Transverse Mercator - UTM. El Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator) es un sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator (un tipo de proyección cartográfica cilíndrica, ideada por Gerardus Mercator en 1569, para elaborar planos terrestres), que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano. A diferencia del sistema de coordenadas geográficas, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar que es la base de la proyección del elipsoide de referencia

<sup>73</sup> World Geodetic System. Es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984). Se estima un error de cálculo menor a 2 cm, por lo que es en la que se basa el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

### **1.2.2 Alcance**

Indicar el alcance que tiene el PGPCB de la empresa, implica determinar las instalaciones que se puedan considerar como posibles fuentes de PCB. Incluir una breve descripción de dichos sistemas o las instalaciones en las cuales se utilicen transformadores, condensadores, sistemas hidráulicos y de transferencia de calor y otros que se consideren como fuente de contaminación con PCB, de acuerdo a lo señalado en la HTD.

### **1.2.3 Equipos y probables fuentes de contaminación**

Para hacer una identificación total de las principales fuentes de contaminación, es necesario contar con información detallada de todos los equipos que se tiene en la unidad minera, establecimiento o planta.

#### **Transformadores**

Presentar un inventario de los transformadores que posee la empresa con la información detallada de cada uno de los equipos de acuerdo a los formularios que se indican en el Procedimiento: Confección y actualización de Inventarios.

En esta sección deberá incluir la información de todos los transformadores sin importar el año de fabricación ni su procedencia.

#### **Condensadores**

Presentar un inventario de los condensadores o capacitores que posee la empresa con la información detallada de cada uno de los equipos de acuerdo a los formularios que se indican en el Procedimiento: Confección y actualización de Inventarios de PCB.

#### **Sistemas hidráulicos y transferencia de calor**

Describir las características de los sistemas hidráulicos y de transferencia de calor que posee la empresa y que represente riesgo de contener PCB, es decir cuya instalación se haya realizado antes de 1983, o se haya utilizado insumos identificados como fuentes posibles de contaminación con PCB de acuerdo al documento HTD.

#### **Sitios contaminados con aceite dieléctrico**

La empresa deberá realizar una inspección reportando en este acápite, los sitios que se encuentren contaminados con derrames de aceite dieléctrico y que representen por lo tanto fuentes de posible contaminación de PCB. Estos sitios deben ser identificados con las correspondientes coordenadas UTM (WSG 84) para su mejor localización.

#### **Otras fuentes posibles de contaminación con PCB**

La empresa deberá incluir la descripción de las fuentes que a su criterio considere como posible contaminación con PCB de acuerdo a lo especificado en la HTD e información presentada en la primera parte de este documento. Respecto de las aplicaciones semi cerradas y abiertas, sería conveniente que la empresa realice un listado de posibles fuentes, o bien fundamente

adecuadamente la inexistencia de tales fuentes, por ejemplo en función del tipo de construcciones, fechas de la instalación, etc.

En el Anexo 1 del Procedimiento: Confección y Actualización de Inventarios, se **tiene una** lista de chequeo, para poder señalar las fuentes identificadas como sospechosas, luego se deberá requerir contar con información antecedente o bien recurrir a la realización de análisis químicos, para la etapa exploratoria de presencia o ausencia de PCB en cada una de las fuentes indicadas.

## Formatos

El siguiente formato se puede utilizar para consignar los datos generales de la empresa:

### **Datos Generales de la empresa**

Nombre/Razón Social	
Dirección:	
Teléfono:	
Correo electrónico:	
Nombre del Representante Legal:	

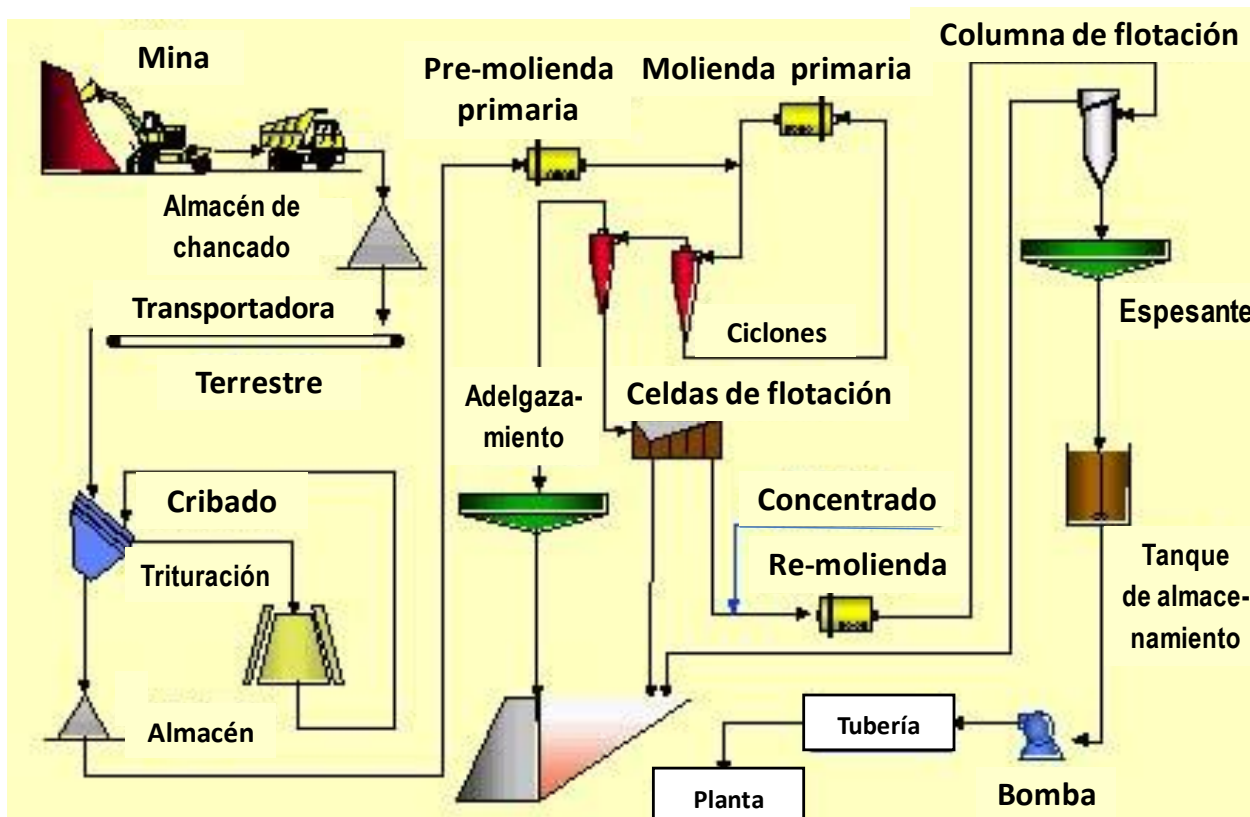
### **1.2.4 Unidades conformantes de la empresa (este formato se deberá aplicar para cada Unidad de Producción)**

Unidad N° 1:	
Nombre de la unidad:	
Ubicación	
Av. Jr. Calle/ruta o carretera:	
N° o km:	
Teléfono:	
Distrito/municipio/comuna:	
Provincia:	
Departamento/región:	
UTM (SGW84):	
Situación actual: Prospección, Exploración, Producción, Paralizada, Cierre	
Área donde se desarrolla la actividad (m <sup>2</sup> o Há):	
Tipo de Producción (mineral en TM/año)	

### 1.2.5 Proceso Productivo - Extractivo

Adjuntar en hoja aparte, el diagrama de flujo y describir los puntos básicos de producción, como el que se aprecia en el ejemplo de la figura siguiente.

Figura N° 18: Diagrama de flujo de la Empresa Minera “El Tesoro”



### 1.2.6 Relación de Equipos

#### Registro de Datos

Los datos de los equipos deberán consignarse en una base de datos como la que se muestra en la Tabla N° 5 y ser registrados en una hoja electrónica (Excel, o similar), tomando en cuenta las siguientes definiciones:

#### ➤ **Nombre de la empresa**

Colocar el nombre de la empresa tal como se consigna en su personería jurídica.

#### ➤ **Tipo de equipo**

En este campo se debe señalar el tipo de equipo al que corresponde el registro, indicando una de las opciones abajo listadas ya que el registro de datos es por cada equipo. En caso de no corresponder a ninguna de las opciones señaladas se deberá utilizar el campo de "Otros equipos".

Transformador (T), Capacitor (C), Bomba de vacío (BV), Interruptor (I), Sistema Hidráulico (SH), Sistema Termo-transferencia (STT), Cables (C), Reactor (R) u Otro equipo (Otr).

➤ **Ubicación del equipo**

Se deberá especificar la instalación en la que se encuentra instalada, ej. Subestación Nivel 400, Taller electromecánico, etc.

**Datos del equipo**

Fabricante, País de Origen, Fecha de Fabricación, Número de Serie, Modelo, Tensión (kV), Potencia (kVA si es transformador y kVAR si es capacitor), Peso Seco del equipo (kg), Peso fluido/aceite (kg), Peso Total (kg) y Nombre comercial del fluido refrigerante.

➤ **Fabricante**

Se debe consignar el nombre de la empresa fabricante del equipo. Asimismo, se debe digitalizar el nombre de la compañía tal como aparece en la Placa de Fábrica.

➤ **País de Origen**

Consignar el País de origen de fabricación del equipo.

➤ **Fecha de Fabricación**

Registrar la fecha de fabricación del equipo, consignado en la placa del mismo. En caso de no contar con esta información o no es legible seleccionar la opción “No disponible”.

➤ **Número de Serie**

Registrar el Número de Serie que se consigna en la Placa del Equipo. Éste es un número único que designa el fabricante para identificar al equipo.

➤ **Modelo**

Consignar el modelo del Equipo que se consigna en la Placa de Fabricación. Este dato corresponde por ejemplo al tipo de refrigeración del transformador (ONAF OLAF, etc.)<sup>74</sup>.

➤ **Relación de la Tensión**

Consignar la tensión de trabajo del equipo o las tensiones de transformación en el caso de los transformadores. El formato que se utilizar será: “138/60”, “138/60/22,9”. Este dato deberá ser en kilovoltios - kV, por lo tanto no será necesario ingresarlo.

➤ **Potencia**

Registrar la potencia de diseño del equipo que se consigna en la Placa de Fabricación. (Si se refiere a un transformador será en kilovatios - kVA, si es capacitor en kilo volt amperio - kVAR)

➤ **Peso seco (kg)**

Registrar el peso del equipo sin tomar en cuenta el peso del fluido refrigerante o aislante.

---

<sup>74</sup> El aceite del transformador actúa como un medio aislante y refrigerante y puede ser enfriado de diferentes maneras, como enfriamiento por flujo de aire natural, o por flujo de aire forzado, con agua de refrigeración, etc. La calificación del transformador es diferente al tipo de refrigeración. Así se tiene la siguiente clasificación para la refrigeración:

ONAN - Oil Natural Air Natural (enfriamiento natural por aceite y aire)

ONAF - Oil Natural Air Forced (enfriamiento natural por aceite y aire forzado)

OFAF - Oil Forced Air Forced (Enfriamiento por aceite y aire forzados)

OFWF - Oil Forced Water Forced (Enfriamiento por aceite y agua forzados)



➤ **Peso fluido/aceite** (kg)

Peso del fluido utilizado para la refrigeración y aislamiento de los equipos (peso del aceite dieléctrico u otro que corresponda a estas funciones).

➤ **Peso Total** (kg)

Consignar el peso total del equipo. Este debería coincidir con el resultado de la suma del “Peso seco del equipo + Peso del Fluido/aceite”.

➤ **Nombre comercial del aceite dieléctrico**

Se debe declarar el nombre comercial del fluido utilizado para rellenar el equipo. No basta consignar “aceite dieléctrico” u otro similar de carácter genérico, se requiere el nombre comercial que muestre su composición u origen.



En resumen, se debe consignar en el Plan, la siguiente información, como parte de la información general:

**Descripción de la empresa, establecimiento o institución**

1. Ubicación
2. Alcance
3. Equipos y probables fuentes de contaminación
  - Transformadores
    - Condensadores
    - Sistemas hidráulicos
    - Sitios contaminados con Aceite Dieléctrico
    - Otras fuentes posibles de contaminación PCB
4. Unidades conformantes de la empresa (este esquema se deberá aplicar para cada Unidad de Producción)
5. Proceso productivo (diagrama de flujo)
6. Relación de equipos

La identificación de fuentes y sitios contaminados, es decir la detección mediante métodos colorimétricos o determinación de la concentración de PCB mediante análisis cromatográfico, es la actividad principal que brinda información para el diagnóstico situacional y para definir las acciones futuras del PGPCB. Esta Actividad se describirá en el Paso 4.

### **PASO 3: Establecimiento de objetivos y metas**

#### **2. Propósito del Plan de Gestión de los PCB**

El Propósito del PGPCB es el resultado esperado una vez ejecutado el plan. Es la consecuencia directa de lo que se espera sucederá al realizar las acciones propuestas en el plan, por ello, se debe plantear un único propósito a fin de tener claridad en lo que se espera lograr, de tal manera que todos los objetivos contribuyan a este único propósito.

Se recomienda que la redacción se exprese como una situación lograda, no como un resultado deseado, teniendo en cuenta que el Convenio de Estocolmo estipula que como máximo al 2025 se debe haber identificado las existencias y al 2028, eliminado los residuos de PCB.

Así se tiene el siguiente ejemplo:

**Propósito**

Al 2025, la Empresa Minera El Tesoro ha eliminado todas sus existencias de PCB y residuos líquidos contaminados con PCB

Se debe tener presente que si la empresa, establecimiento o institución logra su propósito, ésta contribuye a un **fin superior**, el cual es, que el país cumpla con las obligaciones establecidas en el Convenio de Estocolmo y que haya una reducción en los riesgos para la salud humana y el ambiente por la existencia de PCB. Así, si todas las empresas mineras logran eliminar antes del 2025 sus existencias, juntas habrán hecho una gran contribución en la reducción de los riesgos de la exposición a ambientes contaminados con PCB o exposición directa a PCB.

### 3. Beneficiarios

Todo Plan tiene beneficiarios tanto directos como indirectos, por tanto es importante listar a los grupos que se beneficiarán con la ejecución del Plan de Gestión de PCB. Así, los trabajadores de la empresa (unidades productivas), serán los beneficiarios directos, porque se reducirá el riesgo de exposición y contaminación por PCB, hasta eliminarlo. Asimismo, serán capacitados para que trabajen adoptando las mejores prácticas ambientales en la gestión de los PCB. Si la empresa tiene un sistema de gestión ambiental (ISO 14000) implementado, la ejecución del PGPCB ayudará al cumplimiento de los compromisos voluntarios de la empresa y la mejora continua en su gestión ambiental.

La población cercana al emplazamiento minero o de cualquier emprendimiento que pueda tener existencias con PCB, será beneficiada toda vez que al ejecutarse el plan de gestión, se adoptarán todas las medidas de prevención y control del riesgo, así como se eliminará paulatinamente las fuentes de liberación de PCB.

Finalmente un grupo mayor de beneficiarios será la población nacional, ya que como país, se coadyuvará al cumplimiento de los compromisos adquiridos al ratificar el Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes y por la reducción de fuentes de liberación de PCB, se reducirá el riesgo de daño a la salud y contaminación del ambiente.

El grupo que trabajará en la elaboración del PGPCB podrá identificar otros beneficiarios directos e indirectos de la implementación del plan.

#### 4. *Objetivos y metas del Plan de Gestión de los PCB*

Cada empresa, establecimiento o institución debe establecer los objetivos y metas de su plan teniendo en cuenta la normativa nacional, las obligaciones establecidas en la Parte II del Convenio de Estocolmo (ver Anexo N° 5), el Plan de Acción de PCB que su país ha elaborado y compromisos asumidos en otros instrumentos de gestión ambiental que tenga la empresa.

La meta se puede entender como la expresión de un objetivo en términos cuantitativos y cualitativos y enuncia la magnitud o grado de realización del mismo en un tiempo determinado, pero sobretodo expresa puntualmente el compromiso de la empresa.

Las metas son la parte más visible de plan y la referencia inmediata para calificar el grado de avance y cumplimiento de los compromisos asumidos.

El objetivo es la cristalización de acciones o de trabajo el cual está conformado por metas.

Las metas deben ser específicas y medibles que puedan ser cumplidas en los tiempos establecidos, permiten monitorear y evaluar el plan durante futuras revisiones. Se sugiere que los objetivos y metas formulados sean coherentes con la situación identificada en el diagnóstico, los recursos y necesidades que tenga la empresa, teniendo presente las dos fechas límite, máximo el 2025 para identificar las existencias de PCB en equipos (transformadores, condensadores u otros receptáculos que contengan existencias de líquidos residuales) y el 2028 para realizar la gestión ambientalmente racional de los desechos de los líquidos que contengan PCB y equipos contaminados con PCB con una concentración mayor a 50 ppm (salvo que la legislación nacional señale una concentración diferente ).

El objetivo general del plan debe enunciar lo que se desea lograr de manera integral, al final de su implementación, por tanto puede redactarse de manera cualitativa. Se propone el siguiente ejemplo:

##### **Objetivo General**

Eliminar las existencias con PCB de la empresa, establecimiento o institución, realizando una Gestión Ambientalmente Racional de los PCB a fin de prevenir los riesgos de exposición de los trabajadores y de contaminación del ambiente

Para una mejor medición del logro que se desea obtener, es conveniente desagregarlos en objetivos específicos, precisando las metas para cada tipo de objetivo, teniendo en cuenta que éstas constituyen la cuantificación de lo que se desea alcanzar, lo cual se recomienda hacerlo para plazos determinados (corto, mediano y largo plazo).

La redacción de los objetivos y metas debe ser clara, directa para evitar confusiones o desviaciones. Los objetivos específicos representan los pasos que se deben realizar para alcanzar el objetivo

general, deben ser formulados en términos operativos (expresan una tarea) e incluyen las variables e indicadores que permitirán medir los logros; se recomienda que sigan una secuencia lógica.

Se debe tener en cuenta que debe priorizarse los objetivos específicos, ya que como resultado de la evaluación del cumplimiento de las metas, y del proceso de mejora continua, la empresa puede considerar la modificación de algunos objetivos o la inclusión de otros.

A continuación se brinda ejemplos de objetivos específicos, metas e indicadores:

<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 1:</b> Identificar las fuentes que contienen PCB, determinando el grado de contaminación
<b>META:</b> Al 2016 se tienen identificados el 100% de los equipos o aplicaciones cerradas de la empresa, etiquetando los que tienen PCB y se conoce el volumen de líquido contaminado con PCB.
<b>Indicador:</b>  <i>% de equipos o aplicaciones cerradas identificados</i>  <i>% de equipos libres de PCB</i>  <i>% de equipos con PCB etiquetados</i>

Como se aprecia en el ejemplo, las variables en este caso serán los “equipos identificados”, los “equipos libres de PCB” y los “equipos con PCB etiquetados”

Evidentemente, para lograr este objetivo específico, se deberá planificar a nivel operativo, actividades referidas a la elaboración del inventario de fuentes que contienen PCB, tales como:

- Conformación de un equipo de trabajo y asignación de responsabilidades
- Identificación preliminar de fuentes utilizando para ello, una lista de chequeo (equipos, aplicaciones semicerradas o abiertas, sitios contaminados)
- Realización del inventario detallado mediante tamizaje (determinación colorimétrica) y análisis químicos (cromatografía)
- Sistematización de la información

<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 2:</b> Evaluar los riesgos que puedan generar la existencia de PCB o equipos contaminados con PCB en las instalaciones de la empresa, teniendo en cuenta el ciclo de vida de los equipos.
<b>META:</b> Al 2016, el 100% de los equipos considerados como de riesgo alto han salido de uso y se tiene bajo control los equipos de medio y bajo riesgo



**Indicador**

*% de equipos considerados de riesgo salieron de uso*

Actividades sugeridas

- Identificar los niveles de riesgo de los equipos u otras fuentes
- Establecer medidas de manejo y control para los equipos, según nivel de riesgo
- Adopción de medidas preventivas para:
  - La operación y mantenimiento de los equipos
  - Almacenamiento
  - Transporte de existencias contaminadas con PCB
  - Adquisición de equipos e insumos
  - Durante la elaboración de instrumentos de gestión ambiental
- Establecer e implementar planes para actuar frente a contingencias y emergencias
- Implementar procedimientos de uso, tratamiento y disposición final, mantenimiento de equipos libres de PCB

**OBJETIVO ESPECÍFICO 3:** Mejorar las capacidades de la empresa para hacer una gestión ambientalmente racional de los PCB

**META:** Al 2015, el 100% de los trabajadores realizan una GAR de los PCB

**Indicador:**

*% de trabajadores aplican las MPA*

Se sugieren las siguientes actividades:

- Fortalecer las capacidades del personal para realizar una GAR
- Elaborar o reproducir material técnico informativo
- Verificar la implementación de la GAR en la empresa

<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 4:</b> Reducir las existencias contaminadas con PCB (mediante tratamiento y/o eliminación final)
<b>META:</b> Al 2020 se han reducido las existencias con PCB (concentraciones mayores a 50 ppm) aplicando métodos ambientalmente racionales.
<b>Indicadores</b>  <i>% de equipos contaminados con PCB tratados</i>  <i>% de equipos contaminados con PCB eliminados sin recuperación</i>

Se sugieren las actividades siguientes:

- Descontaminar equipos contaminados con PCB (> 50 ppm y < de 5000 ppm)
- Eliminar los PCB, equipos y residuos con PCB
- Gestionar el uso de la mejor tecnología disponible para la disposición final de los PCB y los residuos contaminados con PCB

## **PASO 4: Descripción de las principales actividades**

### **5. Descripción de las actividades a desarrollar**

#### **5.1 Identificación de existencias con PCB (Inventario)**

Esta actividad del plan es una de las más importantes toda vez que brindará la información precisa sobre las existencias de PCB, es decir si en la planta o establecimiento hay equipos en uso que contienen PCB, o equipos fuera de uso con PCB y/o residuos u otro tipo de materiales contaminados con PCB.

La base para planificar el inventario de PCB, es la información que se obtiene del inventario de equipos y probables fuentes de contaminación (Punto 1.2.3)

El Inventario de las Existencias con PCB tiene la finalidad de registrar metódica y ordenadamente, la información obtenida al establecer el volumen, lugar, concentración y condiciones en las que se encuentran los elementos que contienen PCB dentro de las instalaciones u operaciones de la empresa. Los pasos a seguir para realizar el inventario de PCB se detallan en el Procedimiento: Confección y actualización de Inventarios de PCB.

##### **5.1.1 Conformación del equipo de trabajo para el inventario**

La primera actividad deberá ser la conformación de un equipo de trabajo que debe incluir además de personal propio de la planta o área



ambiental, a personal de laboratorio químico, departamento legal y de servicios. Se puede si es necesario, contar con el concurso de un servicio externo (sea de expertos en PCB y/o laboratorios especializados).

### **5.1.2 Asignación de responsabilidades**

Es muy importante asignar responsabilidades, pues el inventario es un trabajo sincronizado que requiere:

- Un coordinador que planifique, lidere el trabajo y se haga responsable de los resultados, el cual debería ser de la misma empresa (área ambiental) ya que es quien conoce las obligaciones y requisitos normativos que sustentan la necesidad de realizar el trabajo
- Profesionales capacitados en PCB o expertos (que podrían ser externos) quienes realizarán el trabajo de campo
- Personal de laboratorio capacitado en muestreo y análisis de PCB (pudiendo también contratarse los servicios de terceros)
- Personal del departamento de servicios para los casos en los cuales sea necesario movimiento de equipos o acondicionamiento de la toma de muestras u otras actividades propias del inventario
- Responsable de la alimentación y mantenimiento de la base de datos del inventario.

### **5.1.3 Desarrollo del Inventario**

El trabajo propio de la identificación de fuentes de PCB debe llevarse a cabo en tres etapas consistentes en la identificación preliminar de fuentes utilizando para ello una lista de chequeo, así como teniendo en cuenta una serie de criterios (como los que se muestran en la figura Nº17); el inventario preliminar donde se obtiene información más precisa y discriminatoria que permite indicar que un equipo está libre de PCB o es sospechoso de contener PCB; y finalmente el inventario detallado que se obtiene de los resultados de análisis químicos, el cual brinda información precisa y cuantitativa.

El Plan debe consignar en esta parte, la información del inventario realizado anteriormente (si es que lo hubiera) utilizando para ello los formularios recomendados en el Procedimiento: Confección y actualización de Inventarios de PCB.

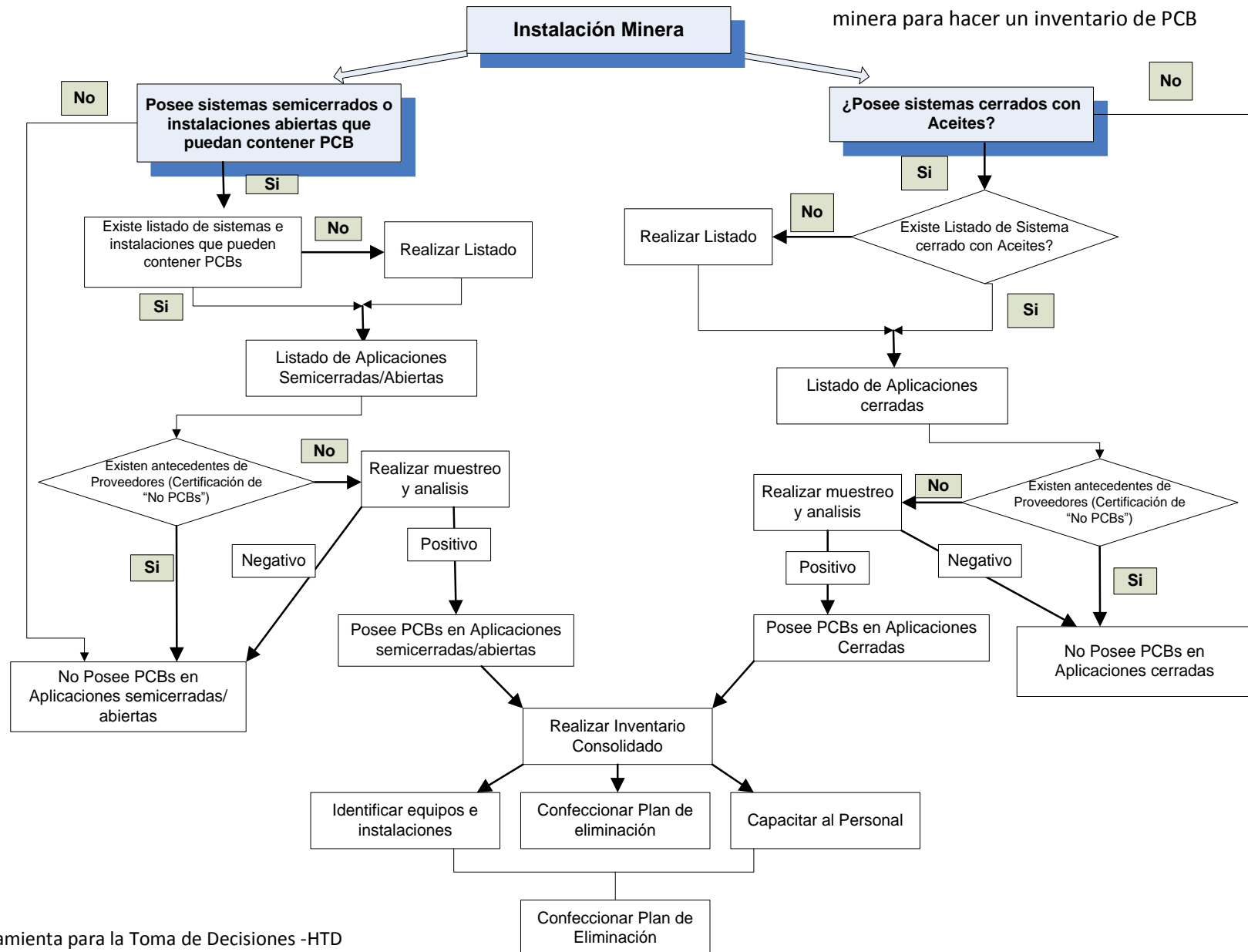
Figura Nº 19 Criterios de discriminación



Figura tomada de Destruction and Decontamination Technologies for PCBs and Other POPs Wastes. A Training Manual for Hazardous Waste Project Managers -Volume A. TM A pág. 15 Secretaría de Basilea

En el siguiente esquema (Figura Nº 18) se muestran los pasos que debe seguir una empresa de establecimiento o faena minera para hacer un inventario de PCB en sistemas cerrados, semicerrados o aplicaciones abiertas. Información más detallada se puede obtener de la HTD.

Figura N° 20: Pasos que debe seguir una empresa minera para hacer un inventario de PCB



### 5.1.4 Inventario de sitios contaminados

Esta actividad deberá desarrollarse siguiendo el Procedimiento: Confección y actualización de Inventarios y para el cual será necesario realizar una evaluación de riesgo ambiental empleando la metodología recomendada en HTD u otra metodología que haya sido aprobada por la autoridad ambiental. Este estudio puede considerar tres niveles: el nivel 1 (investigación preliminar), desarrollando un modelo conceptual del sitio o una evaluación de riesgo de nivel 2 (que implica la recolección de muestras, determinación de áreas contaminadas y no contaminadas) y el nivel 3, que implica el detalle para determinar cuantitativamente el grado de contaminación del sitio y proponer las acciones de remediación y rehabilitación del sitio.

### 5.1.5 Sistematización de la información

El reporte del inventario se deberá realizar haciendo uso del Sistema de Información de PCB con que cuente la empresa o el que establezca la autoridad correspondiente, el mismo deberá actualizar anualmente. Esta información permitirá a las autoridades elaborar los reportes que debe hacer el país a la Secretaría del Convenio de Estocolmo sobre el cumplimiento y MAR de los artículos o equipos conteniendo o contaminados con PCB.

Los pasos a seguir para realizar el inventario, de acuerdo a lo que se señala en el Procedimiento para inventarios y por ende a planificarse se resumen a continuación:

#### ***Inventario de existencias***

1. Conformación del equipo que realizará el inventario
2. Asignación de responsabilidades
3. Identificación de fuentes de PCB
  - a. Identificación preliminar de fuentes
  - b. Inventario Preliminar
  - c. Inventario Detallado
4. Inventario de sitios contaminados
5. Sistematización de la información

Es importante hacer el seguimiento y control de los equipos inventariados, para ello, se sugiere emplear el Procedimiento: Revisión y control de equipos e instalaciones conteniendo PCB.

## 6 Evaluación de riesgos para la toma de decisiones

### 6.1 Evaluación de riesgos por el uso de equipos con PCB ó existencias de PCB

En el plan se debe considerar la realización de evaluaciones de riesgos para la toma de decisiones tanto a nivel técnico como gerencial. Por tanto, se sugiere que se usen las metodologías conocidas como las de la EPA<sup>75</sup> para la evaluación de los riesgos que significa el uso de equipos con PCB o existencias de PCB o residuos contaminados con PCB.

El propósito es identificar, predecir y evaluar los riesgos ambientales y de seguridad que potencialmente existen sobre los medios físico, biológico, socioeconómico y cultural, asociados al uso de equipos con PCB y manipulación de los mismos por los trabajadores, en las actividades mineras u otro tipo de industria o actividad de una región o del país.

La identificación y predicción de los riesgos se realiza teniendo en cuenta metodologías comúnmente aplicadas, adaptadas para el caso de existencias con PCB; habiéndose sólo considerado los eventos y riesgos asociados a la presencia de PCB. Por lo tanto se entiende que los riesgos de las actividades propias de operación, mantenimiento y reparación de equipos que no contienen PCB ya han sido evaluados por la empresa como parte de sus programas de gestión ambiental.

La metodología sugerida y adaptada para este fin tiene como base principal el Documento Técnico Nº 398 (Ayres, et al., 1998) del Banco Mundial<sup>76</sup> (Ver Anexo Nº 6). En dicho anexo se explica detalladamente lo que se debe hacer en cada uno de los pasos.

Los resultados de la evaluación realizada permitirán prevenir, controlar y mitigar los riesgos, estableciendo una serie de medidas.

Se deben considerar los siguientes pasos:

#### ***Evaluación de riesgos por el uso de equipos con PCB ó existencias de PCB***

1. Identificación de las actividades ambientalmente significativas durante la operación, mantenimiento y reparación de equipos (son las actividades principales que se realizan durante la operación, mantenimiento y reparación de equipos)
2. Determinación de los factores ambientales (se consideran los posibles medios receptores de los elementos contaminantes y por lo tanto el lugar donde se producirá el impacto, suelo, aire, agua, etc.)
3. Elaboración de la matriz de identificación de riesgos (riesgos potenciales que se pudieran generar sobre cada uno de los factores ambientales y socioeconómicos, a consecuencia del

<sup>75</sup> Environmental Protection Agency – Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (por ejemplo, la Guidelines for Ecological Risk Assessment (EPA/630/R-95/002F))

<sup>76</sup> Wendy S. Ayres, Kathleen Anderson, David Hanrahan, Setting Priorities for Environmental Management, World Bank Washington, DC, 1998



desarrollo de las actividades ambientalmente significativas)

4. Evaluación cuantitativa de los riesgos (Para cada impacto identificado se realiza un análisis cualitativo, en función de su relación causa - efecto, duración, área de impacto, predictibilidad, mitigación y control. Luego se procede a la evaluación cuantitativa correspondiente elaborando las matrices de evaluación, en la cual se asigna puntajes en función de la ocurrencia, severidad y control de cada impacto)
5. Identificación de las medidas de prevención y mitigación (en función a los riesgos identificados y evaluados, se debe identificar y proponer las medidas de prevención y/o mitigación)
6. Determinación de las medidas de control (en función a los riesgos identificados y evaluados, se debe determinar y proponer las medidas de control)

Asimismo, cabe recordar que en el punto 5.1.4 del Inventario de Sitios Contaminados se recomienda la realización de estudios de evaluación de riesgos (en cualquiera de los 3 niveles, dependiendo de la situación hallada), tomando como referencia las metodologías de evaluación de riesgos ambientales.

## 6.2 Medidas preventivas en sistemas con PCB

En el Plan se deben considerar medidas preventivas frente a los riesgos que significan los PCB en tanto no se eliminan las fuentes que lo contienen, por tanto estas acciones deben ser siempre consideradas en la actualización del PGPCB.

Así, deberán delinearse las medidas y procedimientos que permitan un manejo o manipulación de los equipos sospechosos de contener PCB o que contengan PCB durante las actividades de operación y mantenimiento o de disposición final (Ver el Procedimiento: Uso, manipulación y disposición final de materiales contaminados). De igual manera, cuando se desee adquirir nuevos equipos o insumos y en la elaboración de instrumentos de gestión ambiental se recomienda revisar el Procedimiento: Adquisición de material y equipamiento libre de PCB.

### 6.2.1 Operación y mantenimiento

Los resultados del inventario de equipos e identificación de fuentes de PCB indicarán los equipos que contienen PCB y por lo tanto, si éstos están en servicio, se tomará la decisión de seguir usándolos cierto tiempo más o retirarlos del servicio. Si se decide por lo primero, durante la operación será necesario adoptar medidas de prevención ya que el hecho de tener un equipo energizado con flujo permanente de corriente eléctrica y flujo magnético implica impactos, los que son sinergizados cuando los equipos contienen PCB, por tanto se requiere especial atención.

Así, se debe considerar en el Plan, el diseño de procedimientos para la operación de sistemas y equipos contaminados con PCB, incluyendo medidas técnicas que permitan evitar la liberación

involuntaria de PCB o incorporar elementos contaminados en el sistema operativo de la empresa, se sugiere tomar como referencia el Procedimiento: Uso, manipulación y disposición final de materiales conteniendo PCB .

De igual manera cuando se trata del mantenimiento de equipos, se debe realizar inspecciones periódicas, por tanto en el Plan se deberá programar la periodicidad de las inspecciones y determinar las actividades de revisión.

Por otro lado, teniendo en cuenta que los servicios de reparación y mantenimiento general usualmente se realizan en talleres especializados -ya que se trata de maniobras que requieren mano técnica especializada e infraestructura que generalmente no está disponible en las empresas mineras u otras empresas- conviene contratar las prestaciones de terceros que brinden un servicio que garantice la ausencia de contaminación cruzada. Ver Procedimiento: Adquisición de servicios de mantenimiento para evitar la contaminación cruzada)

### 6.2.2 Adquisición de equipos e insumos

La empresa deberá desarrollar un procedimiento propio para la adquisición de equipos e insumos teniendo como base el Procedimiento: Adquisición de material y equipamiento libre de PCB<sup>77</sup>.

Se presentan a continuación algunas acciones que pueden adoptarse como medidas preventivas en la adquisición de equipos eléctricos:

- Incorporar en los términos de referencia, la obligación del vendedor o empresa de servicio a presentar un certificado de “libre de PCB” en los casos que la transacción incluya cualquiera de los elementos listados en la Tabla Nº 6.
- Incluir en el protocolo de pruebas de recepción de adquisiciones, el certificado de “libre de PCB” en los casos que la transacción incluya cualquiera de los elementos listados en la Tabla Nº 6.
- Cuando se entregue un equipo a cualquier empresa de servicio, ésta debe realizarse después de realizar o entregar el certificado de “libre de PCB”.
- El procedimiento para la detección y medición de la concentración de PCB que se utilizará, es cualquiera de los recomendados en la HTD

**Tabla Nº 6: Relación de equipos y materiales que se fabricaron con PCB**

Equipo	Detalle
Transformadores	Equipos de potencia o distribución de energía eléctrica, pueden ser nuevos o reparados; fabricados antes de 1983 o con riesgo de contenes PCB por contaminación cruzada
Condensadores	En caso de haber sido fabricados antes de 1983
Cables eléctricos	Cables tipo NKY (cables con aislamiento de papel impregnado y cubierta de plomo) <sup>78</sup> fabricados antes de 1983 con conductores de cobre

<sup>77</sup> Elaborado por el consultor Alejandro Eiroa para el Proyecto FMAM PNUMA “Mejores Prácticas para el Manejo de BPC en el Sector Minero Sudamericano” ejecutado por las Repúblicas de Chile y Perú, el Centro Regional Basilea para América del Sur (CRBAS) - Centro Ambiente del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). Junio 2012

Equipo	Detalle
	electrolítico blando, cableados concéntricos o sectoriales. Aislamiento de cinta de papel de celulosas pura e impregnada en aceite “no migrante”. Chaqueta interior de aleación de plomo y protección exterior con una chaqueta de Policloruro de Vinilo-PVC color rojo.
Interruptores, relés y otros accesorios eléctricos	Interruptores de gran volumen de aceite con fabricación anterior a 1983, aisladores de porcelana de gran voltaje cargados con líquido o aceite de los tipos GOx (aisladores de condensador con papel impregnado de aceite) <sup>79</sup> .
Líquidos Hidráulicos	Líquido para circuitos de potencia como gatos hidráulicos, frenos hidráulicos, mandos y poder (fabricados antes de 1983).
Motores eléctricos	Refrigerados por aceite para fajas transportadoras.
Electroimanes	Fabricados antes de 1976 usados en fajas transportadoras en minas de carbón para capturar metales.
Líquidos para transferencia de calor	Líquidos que hayan sido fabricados antes de 1983.

### 6.2.3 Elaboración de instrumentos de gestión ambiental

En estudios, planes (Planes de Manejo Ambiental) o programas que la autoridad requiera o que existan conforme al establecimiento de sistemas de gestión ambiental voluntarios que tenga la empresa (ISO 14000, o Sistema Integrado de Gestión), se deben considerar los riesgos frente a los PCB y por tanto establecer medidas de prevención, teniendo en cuenta el ciclo de vida principalmente de los equipos eléctricos por ser éstos la mayor fuente de PCB, así como los sitios donde se desarrollen los proyectos.

Las recomendaciones o sugerencias que se brindan en el presente documento son válidas para el caso de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), por ser instrumento de carácter preventivo, debiendo incluirse las medidas en los Planes de Manejo Ambiental.

En resumen, el Plan debe considerar el establecimiento de medidas de prevención para los siguientes aspectos:

#### **Medidas de prevención de riesgos**

1. Operación y mantenimiento
2. Adquisición de equipos e insumos
3. Durante la elaboración de instrumentos de gestión ambiental

<sup>78</sup> R.D. N° 039-87-EM/DGE 1978.04.24 que aprueba la NORMA DGE 013-CS-1/1978. Norma de cables de energía en redes de distribución subterránea (Perú)

<sup>79</sup> Diagnóstico y acondicionamiento de aisladores. Información del producto. ABB

## 6.3 Almacenamiento y Transporte de existencias contaminadas con PCB

El almacenamiento y transporte de las existencias de PCB y residuos contaminados con PCB son dos actividades claves dentro del ciclo de vida de los equipos con PCB, las cuales deben realizarse con el mayor cuidado toda vez que el riesgo de derrames, fugas, accidentes está latente y los daños podrían no sólo implicar un espacio dentro del emplazamiento minero o industrial, sino otro espacio geográfico distinto a la instalación industrial si sucedieran dichos eventos durante el transporte de los PCB.

Por ello, es pertinente considerar en el Plan ambas actividades, especificando las tareas a realizar.

### 6.3.1 Almacenamiento

Una vez identificadas y cuantificadas las existencias contaminadas con PCB, el Plan debe contener las actividades a realizarse, acondicionar y almacenar temporalmente dichas existencias hasta que se decida el tipo de eliminación que se realizará. Por ello es pertinente tener en cuenta las recomendaciones señaladas en los manuales y directivas sobre PCB, especialmente las desarrolladas en el marco de los Convenios de Estocolmo y Basilea.

El almacenamiento es la operación que consiste en el depósito de equipos y otros materiales conteniendo PCB o los residuos con PCB usando una infraestructura adecuadamente ubicada y que reúna como mínimo ciertas especificaciones técnicas que eviten riesgos a la salud y al ambiente. Conviene hacer una evaluación del tipo de almacenamiento que se requerirá teniendo en cuenta la cantidad de equipos, el volumen que ellos signifiquen y la decisión que se tome respecto de la forma de eliminación que se prevea realizar.

Se consideran los siguientes tipos de almacenamiento:

**Almacenamiento interno:** Cuando se almacenan equipos, materiales y residuos contaminados o conteniendo PCB en las instalaciones del generador de residuos.

**Almacenamiento externo:** Cuando se almacenan equipos materiales y residuos contaminados o conteniendo PCB en las instalaciones de la empresas que brindan servicio de almacenamiento de materiales o residuos peligrosos.

**Almacenamiento temporal:** Cuando en el almacén de equipos, materiales y residuos conteniendo o contaminados con PCB, éstos se depositan en una forma segura hasta su eliminación. En el Anexo N° 7 se describen especificaciones técnicas que los almacenes temporales deberían considerar.



Foto N° 19: Almacén temporal  
Foto de Michael Müller, Consultor ambiental

**Almacenamiento a largo plazo:** Cuando los equipos, materiales o residuos conteniendo o contaminados con PCB permanecen almacenados por más de 30 días, se puede considerar que el período es de largo plazo, para tal caso se deberá contar con la mejor infraestructura a fin de prevenir y reducir los riesgos de contaminación con PCB.

Teniendo en cuenta que el Convenio de Estocolmo establece plazos para la eliminación de los equipos con PCB y existencias contaminadas con PCB, muchas industrias como la minera que no poseen cantidades significativas de equipos con PCB, toman la decisión de optar por un almacenaje temporal. Lo aconsejable es que se disponga o prevea de un almacén específico para PCB hasta eliminar todas las existencias tan pronto como sea posible (y no esperar el plazo final, sino planificar la eliminación con mayor anticipación a las fechas del 2025 y 2028 señaladas en el Convenio de Estocolmo o lo que señale la norma nacional).

Es pertinente señalar que los PCB no se pueden almacenar conjuntamente con desechos inflamables, lo cual significa que la designación o creación de áreas de almacenamiento de objetivos múltiples o el acondicionamiento dentro de un almacén mayor con otros usos debería ser evitada o no autorizada.

En la HTD se indican también los criterios básicos que se tienen que tener en cuenta para el diseño de un almacén de modo que se impida la liberación de PCB al ambiente por cualquier vía, recalcando que los locales, las áreas o los edificios de almacenamiento deberán ser diseñados por profesionales de experiencia en materia de diseño estructural, manejo de desechos y salud ocupacional y seguridad o podrán adquirirse prefabricados de proveedores con prestigio.

Por tanto, en el Plan se deberán considerar las siguientes acciones:

#### **Almacenamiento**

1. Determinación del tipo de almacén y diseño del mismo
2. Implementación del almacén y de las medidas de seguridad
3. Establecimiento de las medidas de prevención

Previo al almacenamiento, tienen lugar las **operaciones de manipulación y recolección** de las existencias, las que deben realizarse con el mayor cuidado a fin de evitar posibles derrames, fugas o incendios.

La HTD brinda en el capítulo V “Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento” todas las precauciones y buenas prácticas que se deben adoptar durante la manipulación de los equipos que contienen PCB y residuos con PCB, debiéndose extremar las medidas de

precaución para evitar riesgos principalmente a los trabajadores (por exposición directa) y al ambiente (contaminación cruzada). Es fundamental el hecho de que sea personal capacitado quien realice la manipulación de estos equipos y desechos, así como que



Figura Nº 21 Equipos adecuados para el trasvase y recolección de aceites con PCB  
Fuente: Anna Ortiz

se tenga el equipamiento adecuado para las operaciones de trasvase, recolección y almacenamiento.

En los almacenes, los equipos y desechos con PCB deberán ser almacenados en contenedores aprobados por las Naciones Unidas (UN) y etiquetados siguiendo las instrucciones de la HTD.



Foto Nº 20 Cilindro apropiado para contener PCB Michael Müller, Consultor ambiental



Foto Nº 21 Contenedor especial con bandeja interior metálica Michael Müller, Consultor ambiental

Por tanto, en el Plan se debe considerar todas las tareas inherentes a la manipulación, trasvase y envasado, asignando responsabilidades a personal capacitado, estimando los recursos económicos para contar con los equipos y accesorios para llevar a cabo dichas tareas minimizando los riesgos ya conocidos.

Otro aspecto importante es el **etiquetado**, y esta actividad es parte del inventario cuyos resultados se verán reflejados en la etiqueta. Todas las existencias de PCB debidamente envasadas y etiquetas deberán ir al almacén hasta su eliminación final. El etiquetado es necesario no sólo en los envases tipo cilindros, sino en los contenedores y también en las unidades de transporte. Muchos países han diseñado modelos de etiquetas. En las fotos siguientes se aprecian diversos tipos. Por lo general las autoridades competentes brindan un modelo a usar.

**Foto Nº 22: Transformador con PCB etiquetado**





Figura N° 22: Modelos de etiquetas



En el Plan, también se deberá describir detalladamente las tareas a realizar para las actividades de:

- Manipulación
- Recolección
- Embalaje
- Etiquetado

Adoptando las mejores prácticas ambientales.

### 6.3.2 Transporte

Las existencias y residuos con PCB se transportan tanto al interior de la empresa minera como hacia fuera de sus instalaciones, por ello es necesario conocer cómo se deben realizar estas operaciones y establecerlas en el Plan.

#### Transporte Interno

Cada empresa tiene por lo general ya establecidos los pasos a seguir para el transporte interno de sus materiales peligrosos, adoptando todas las precauciones que corresponden al caso. Sin embargo, es conveniente que se desarrolle un Procedimiento de Trabajo Seguro (PTS) para las operaciones de recolección y transporte, las cuales suelen realizarse cuando se trasladan de un punto a otro equipos con PCB que estén en funcionamiento, o hacia el almacén los que han sido dados de baja o están asignados a tareas de mantenimiento o descontaminación, y al momento de movilizar materiales contaminados o conteniendo PCB (residuos líquidos o sólidos). Dicho PTS deberá ser conocido por los trabajadores y aplicado responsablemente.

Debe tenerse en consideración que los equipos o receptáculos con el líquido o sólido contaminado con PCB deberán estar acondicionados debidamente de modo que no haya el riesgo de derrames o fugas.



Las siguientes tareas pueden considerarse en el Plan:

1. Desarrollar un PTS para las operaciones de recolección y transporte en las instalaciones de la empresa
2. Difundir el PTS entre los trabajadores y tenerlo a la mano en los momentos en los que se realice el traslado de un punto a otro en la planta
3. Identificar a los trabajadores capacitados en la manipulación de sustancias y residuos peligrosos



En el Procedimiento: Retiro y transporte de equipos con PCB, se brinda los pasos a seguir para el transporte interno como externo de los equipos con PCB.

### Transporte fuera de las instalaciones en el ámbito nacional

El transporte de los residuos de PCB fuera de las instalaciones mineras debe ser prolijamente planificado de modo tal que el riesgo de eventos o contingencias durante el transporte sea por carretera u otros medios de transporte sea el mínimo, planeando el “riesgo cero”.

De acuerdo a las regulaciones de algunos países, las mercancías y residuos peligrosos deben ser trasladados por empresas especializadas, así en el caso de Perú, las Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos que hayan obtenido la autorización de la Dirección General de Salud Ambiental –DIGESA del Ministerio de Salud pueden brindar el servicio de transporte y/o la disposición final (sea de encapsulamiento y enterramiento en relleno de seguridad, o con fines de exportación para incineración). Asimismo, hay empresas inscritas en el Ministerio de Transportes que realizan sólo el servicio de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

En la Argentina, el transporte de mercancías peligrosas está regulado por las normas de cargas, tránsito y seguridad vial y particularmente el de residuos peligrosos, con autorización a obtener por parte de las empresas transportistas, para los vehículos de transporte y los conductores, siendo las autoridades de aplicación la Secretaría de Transporte en general y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación en lo particular cuando el material a transportar es residuo, llevando registros especiales para cada caso.<sup>80</sup>

En Chile, el transporte de sustancias peligrosas está regulado y establece normas, condiciones y procedimientos aplicables al transporte de carga por calles y caminos, de sustancias o productos que por sus características sean peligrosas o representen riesgos para la salud de las personas, para la seguridad pública o el medio ambiente.

<sup>80</sup> Normatividad Argentina: Ley 24.449 de tránsito y seguridad vial, Decreto 779/1995 reglamentario Anexo S Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera y Resolución Secretaría de Transporte 195/1997 y Ley 24.051 de Residuos Peligrosos y Decreto reglamentario 831/1993 y normas complementarias

En cualquiera de los casos, una vez adoptada la decisión de eliminación, la empresa minera deberá contratar los servicios de la empresa especializada solicitando todas las garantías necesarias para asegurar que el transporte terrestre o marítimo hasta el destino final se lleve a cabo sin ningún inconveniente.

Podría darse el caso también de que la misma empresa minera (poseedora de equipos, material conteniendo o contaminado con PCB o generadora del residuo peligroso) realice el transporte terrestre de las existencias de PCB, para ello deberá obtener los permisos correspondientes ante las autoridades sanitarias/ambientales y/o de transportes.

En el plan se deberá señalar cuál de las opciones se adopta, el realizar el transporte a través del servicio de terceros o hacerlo directamente.

En el caso de que se tome el servicio de empresas especializadas para el transporte terrestre se debe solicitar a la misma, como mínimo la siguiente información:

- Ruta prevista, con los planos correspondientes
- Horas de viaje
- Habilitación del vehículo que certifica las características técnicas vehiculares para el servicio a realizar, así como que cumple con los requerimientos de antigüedad, titularidad, póliza de seguro y revisión técnica.
- Respecto del/los conductor/es y el personal que participa en el transporte
  - Permisos/licencias correspondientes para conducir carga peligrosa
  - Capacitación que tengan acerca del transporte de materiales y residuos peligrosos y atención de emergencias por accidentes (certificada)
  - Experiencia en servicio similar
  - Además de sus datos personales

Asimismo, deberá:

- Verificar que cuenten con la vestimenta y equipos de protección personal adecuados, los cuales debe utilizar durante el transporte
- Revisar el Plan de contingencias que presente la empresa de servicios
- Asegurarse de que cuenten con la Ficha de Seguridad que describe los riesgos de los PCB, el cual debe formar parte del plan de contingencias (un ejemplo se aprecia en el Anexo N° 8 Material Safety Data Sheet -MSDS PCB)
- Verificar el sistema de comunicaciones (radio, teléfono celular, etc.) y si cuentan con el sistema de posicionamiento geográfico (Global Positioning System-GPS)

Tomar en cuenta el Procedimiento: Retiro y transporte de equipos con PCB

En resumen, en el PGPCB, teniendo en cuenta al transporte como una actividad más del ciclo de vida de los equipos eléctricos contaminados con PCB, se debe considerar como mínimo las siguientes tareas, al momento de contratar a una empresa especializada:

**Transporte terrestre de existencias y residuos contaminados con PCB**

1. Contratar los servicios de una empresa que transporte residuos de PCB
2. Verificar todas las constancias, certificaciones y/o permisos que posea la empresa
3. Revisar y suscribir los documentos que las regulaciones establecen para el transporte de materiales y residuos peligrosos
4. Aprobar la ruta de transporte propuesta por la empresa
5. Preparar y verificar el cumplimiento de las disposiciones con relación a la carga. Embalaje y etiquetado. (Ver HTD)
6. Establecer las modalidades de comunicación con las unidades móviles
7. Hacer seguimiento de las operaciones de transporte
8. Obtener la constancia de llegada a destino final

Para elaborar esta parte del plan se debe considerar en primer lugar, las regulaciones nacionales relacionadas con el transporte de sustancias y residuos peligrosos, además de ello, o en ausencia de una norma nacional, se sugiere tomar en cuenta las Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas - Reglamentación Modelo. Decimoquinta Edición Revisada. 2007, de la United Nations Economic Commission for Europe -UNECE (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa), más conocida como el Libro Naranja que se puede obtener en el siguiente sitio web: [http://www.unece.org/es/trans/danger/publi/unrec/rev15/15files\\_sp.html](http://www.unece.org/es/trans/danger/publi/unrec/rev15/15files_sp.html)

De igual manera se recomienda tener en cuenta el TransAPELL que toma el concepto de APELL<sup>81</sup> para la Minería considerando la probabilidad de que se presenten accidentes de transportes importantes que involucran derrames de sustancias químicas, que se encontraban hacia o desde emplazamientos mineros, lo cual complica la elaboración de relaciones, comunicaciones y planes de emergencia a lo largo de la cadena de transporte. El documento TransAPELL “Una guía de planeación para emergencias durante el transporte de materiales peligrosos en una comunidad local” se puede obtener de: <http://www.pnuma.org/industria/documentos/trnsapsp.pdf>

TransAPELL<sup>82</sup> será útil sobretodo en la planeación de la ruta, de la sensibilización y preparación de respuesta ante contingencias, cuyo proceso debe tener en cuenta lo siguiente:

---

<sup>81</sup> Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level (Programa de Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local en español)

<sup>82</sup> TransAPELL es una extensión del programa APELL del PNUMA cuyo alcance va más allá de los riesgos asociados con las instalaciones fijas e incluye aquéllos que surgen del envío, distribución y transporte de materiales peligrosos. La

1. Dónde pueden ocurrir accidentes de gravedad (objetos de riesgo).
2. Qué amenazas pueden existir (peligros).
3. Qué tipo de accidentes puede ocurrir (tipos de riesgo).
4. Quién(es) y qué puede resultar afectado y dónde (objetos en peligro).
5. Qué daño puede causarse (consecuencias).
6. La probabilidad más cercana a que ocurra un accidente.
7. Cómo presentar los resultados del análisis.

## **Transporte transfronterizo**

Con relación al transporte fuera de un país se debe igualmente hacer la planificación tomando en cuenta que existen compañías que brindan el servicio de exportación de PCB y residuos contaminados con PCB para su eliminación. Dichas empresas deben aplicar lo establecido en las normas nacionales, y las “Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas: Reglamentación Modelo de las Naciones Unidas” (Libro Naranja), además de todas las disposiciones internacionales respecto al embalaje y etiquetado de la carga.

En el caso del transporte Aéreo y Marítimo, las regulaciones de la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI) y de la Organización Marítima Internacional (OMI) han sido adoptadas como normas nacionales en muchos países por lo que se debe atender a lo que las normas locales indiquen en la materia y las previsiones que los organismos internacionales establecieron al respecto.

---

prevención ante los riesgos del transporte de materiales peligrosos es igualmente necesaria, pero mucho más compleja, por las siguientes razones:

1. Rutas de transporte, es decir, los factores de riesgo en este contexto, suelen tener una extensión geográfica considerable. Ya que puede ocurrir una emergencia en cualquier sitio a lo largo de la ruta, la planeación debe ser flexible.
2. Por razones históricas y prácticas, muchas rutas de transporte cruzan áreas densamente pobladas, a lo largo de valles y ríos o de las orillas de los lagos, etc. En consecuencia, puede haber una gran cantidad de bienes o recursos naturales amenazados (personas, entornos naturales y propiedades materiales) cerca de los lugares donde probablemente ocurran los accidentes.
3. La identificación de riesgos es más compleja. Muchos materiales peligrosos son transportados continuamente durante su vida productiva. Esto significa que, en la mayoría de los casos, la prevención deberá contemplar una gran variedad de materiales peligrosos, mayor que en el caso de una instalación. El lugar donde ocurra una emergencia de transporte puede propiciar un retraso en la identificación de las sustancias.
4. El número de involucrados suele ser mayor que en las instalaciones fijas. Las industrias de transporte, en particular la industria de transporte terrestre, regularmente consta de varias empresas pequeñas y medianas (PyME). Muchos de los involucrados potenciales pueden no tener oficinas o representantes en las comunidades en cuestión.
5. Puede ocurrir un accidente fácilmente cuando se transportan materiales peligrosos a través de una comunidad que no cuenta con instalaciones de productos químicos. Es común en esos casos que los servicios de emergencia no cuenten con el equipo ni el entrenamiento requerido para enfrentar emergencias que involucren sustancias químicas con las que no estén familiarizados, o que tal vez ni siquiera hayan sido identificadas.
6. Es común que la mayoría de la población no tenga conciencia del riesgo y carezca de la preparación para actuar en caso de emergencia. Por ejemplo, un tren detenido por un accidente de ferrocarril pondría en riesgo a los vecinos del lugar, a las personas que estén dentro de sus autos y a los pasajeros del propio tren. En estos casos es más difícil diseñar y difundir información adecuada al público.

Tal como se indica en la HTD, deberán cumplirse las reglamentaciones de cada país sobre el transporte de mercancías y desechos peligrosos y para el movimiento transfronterizo ajustarse a las previsiones establecidas por el Convenio de Basilea. De acuerdo a éstas, el PCB es una sustancia Clase 9, Sustancias y Objetos peligrosos diversos; y los residuos que no estén sujetos a las recomendaciones pero cubiertos por el Convenio de Basilea deberán ser transportados como Clase 9. En la etiqueta (llamada panel de seguridad) se consignará para el caso del PCB, el número de identificación del peligro/riesgo es el 90 (Materiales peligrosos diversos desde el punto de vista del medio ambiente) y la identificación de la materia se asigna con el número de la Organización de las Naciones Unidas, conocido como número ONU, 2315, para el caso de los líquidos y 3432 para los sólidos que contengan PCB dentro de su composición. También se requiere el etiquetado para los materiales Clase 9, con el Rótulo de Riesgo (rombo en este caso de fondo blanco con siete rayas negras en la parte superior).

En este sentido, se recomienda a la empresa planificar esta actividad teniendo en cuenta las tareas señaladas en los puntos anteriores, contratando para este fin, a empresas especializadas en el transporte transfronterizo de residuos peligrosos, que deberá realizar todos los trámites ante las autoridades respectivas para remitir la notificación y obtener el consentimiento fundamentado previo del país de destino, conforme lo establecido en el Anexo VA del instrumento internacionalmente aludido que requiere la siguiente información:

1. Exportador de los desechos;
2. Generador(es) de los desechos y lugar de generación;
3. Eliminador de los desechos y lugar efectivo de la eliminación;
4. Transportista(s) de los desechos 1/ o su(s) agente(s);
5. Sujeto a notificación general o singular;
6. Fecha en que se inició el movimiento transfronterizo y fecha(s) y acuso de recibo de cada persona que maneje los desechos;
7. Medios de transporte (por carretera, ferrocarril, vía de navegación interior, marítimo, aéreo) incluidos los Estados de exportación, tránsito e importación, así como puntos de entrada y salida cuando se han indicado;
8. Descripción general de los desechos (estado físico, nombre distintivo y clase de las Naciones Unidas con el que se embarca, número de las Naciones Unidas, número Y y número H cuando proceda);
9. Información sobre los requisitos especiales de manipulación incluida las disposiciones de emergencia en caso de accidente;
10. Tipo y número de bultos;
11. Cantidad en peso-volumen;

12. Declaración del generador o el exportador de que la información es correcta;
13. Declaración del generador o el exportador de que no hay objeciones por parte de las Autoridades Competentes de todos los Estados interesados que sean Partes;
14. Certificación por el eliminador de la recepción de los desechos en la instalación designada e indicación del método de eliminación y la fecha aproximada de eliminación

Información más detallada sobre la preparación de la carga se encuentra en el Anexo N° 9 Transporte transfronterizo.

Una vez obtenido el consentimiento del país importador, se deberá tramitar la notificación de movimiento Anexo VB del Convenio de Basilea que requiere prácticamente remitir al país destino o la misma información que el Anexo VA nada más que haciendo hincapié en el tipo de transporte, empresas involucradas, contenedores, fechas de salida, llegada, entre otros aspectos.<sup>83</sup>

## **7 Tratamiento y eliminación de PCB**

La última etapa del ciclo de vida de los equipos, materiales o residuos conteniendo o contaminados con PCB es la eliminación lo que implica eliminar la característica de peligrosidad del aceite dieléctrico o su destrucción total por métodos aprobados nacionalmente o internacionalmente.

La empresa, establecimiento o institución deberá incluir en el PGPCB, las actividades necesarias para la eliminación de PCB sobre la base de los resultados obtenidos en el inventario hasta la fecha y proyectar la culminación de dichas actividades antes de la fecha establecida en la normativa nacional o los plazos señalados por la Autoridad Competente o teniendo como fecha máxima, el año establecido en el Convenio de Estocolmo.

Se deberán evaluar las diversas alternativas para la eliminación, verificando si existen en el país empresas que brinden el servicio requerido o si lo pertinente es exportar a otros países con tecnología, lo cual implica la realización de los procedimientos que el país y el derecho internacional ambiental han establecido para el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos en el marco del Convenio de Basilea.

En el Plan se deberán establecer las actividades teniendo en cuenta lo desarrollado en la HTD y la información recopilada por la empresa. Será preciso hacer una reclasificación de las existencias, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Existencias en sistemas operativos
- Existencias en sistemas fuera de operación
- Volumen y peso de los elementos contaminados
- Características propias de las existencias

---

<sup>83</sup> Para mayor información visitar el sitio oficial del Convenio de Basilea

<http://www.basel.int/Procedures/NotificationMovementDocuments/tabid/1327/Default.aspx> donde se encontrará las últimas versiones de los documentos de notificación y movimiento y procedimiento relacionados aprobados por la Conferencia de Las Partes.

➤ Concentración de PCB

La decisión del tipo de eliminación por metodologías técnicas de descontaminación/tratamiento o directamente disposición final de los PCB y existencias con PCB debe transitar por una evaluación técnico – económica, y de las obligaciones y plazos establecidos por las normas nacionales e internacionales en la materia, teniendo en cuenta los principios de “proximidad” y “auto-suficiencia”<sup>84</sup>. Para ello, es necesario contar con información sobre:

- Alternativas de tratamiento y/o eliminación
- Disponibilidad tecnológica en el país
- Costos

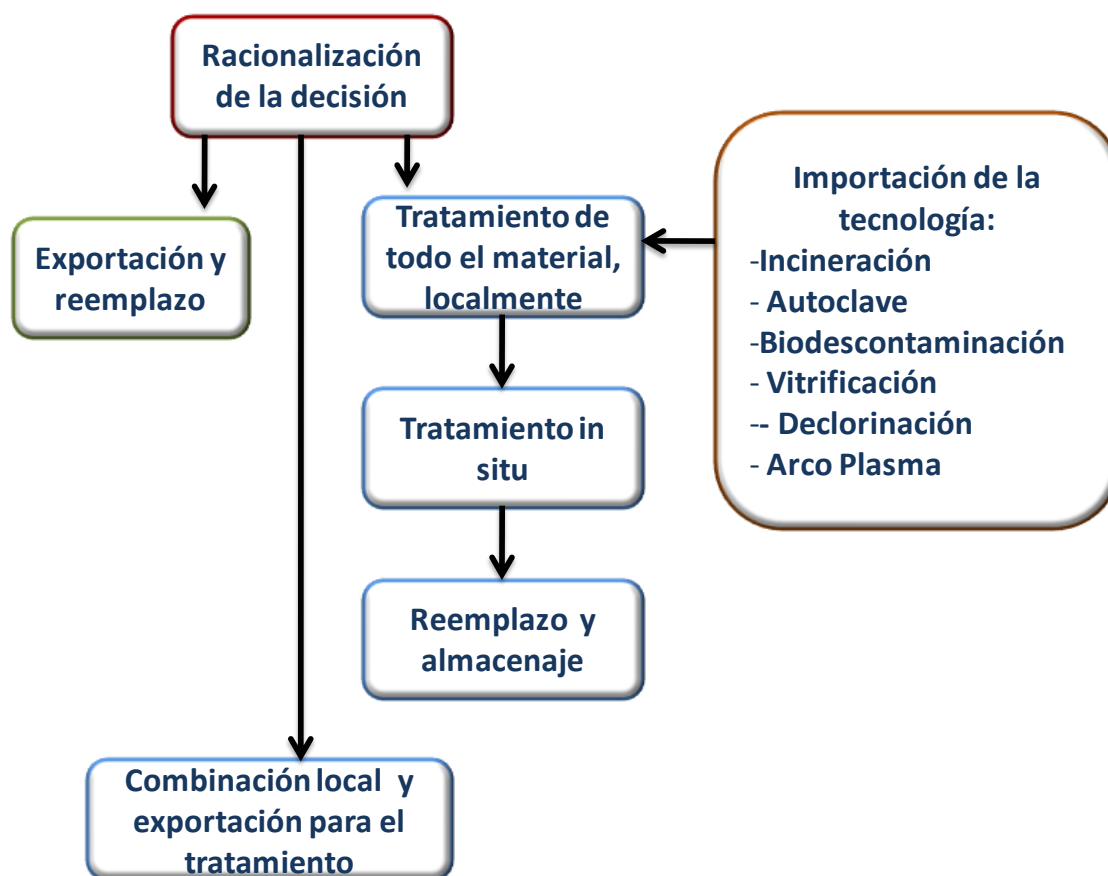
---

<sup>84</sup> Los principios adicionales que derivan del Convenio de Basilea se aplicarán en forma combinada y balanceada, en virtud del importante grado de dependencia mutua entre los mismos. El primero de estos principios es el “principio de proximidad”, en base al cual la eliminación de desechos peligrosos debe realizarse lo más cerca posible del sitio de generación de dicho desecho, incluso en casos en que sea más económico y que se traten los desechos de manera más amigable con el medio ambiente a cierta distancia del sitio de generación. Otro es el “principio de auto-suficiencia”, en base al cual cada país debe garantizar que la eliminación de los desechos generados en su territorio debe realizarse mediante métodos ambientalmente adecuados, aunque nuevamente se reconoce que pueda ser más económico y adecuado para el medio ambiente que se traten los desechos en el exterior. Este principio se aplicaría con la debida consideración del principio de desarrollo y transferencia de tecnología al que se hace referencia anteriormente.



En la siguiente figura se grafican las diversas opciones de eliminación (tratamiento<sup>85</sup> y disposición<sup>86</sup> final) de los PCB

Figura Nº 23: Árbol de decisiones para el tratamiento y/o disposición final de los PCB



Adaptado de: Destruction and Decontamination Technologies for PCBs and other POPs Wastes under the Basel Convention. A Training Manual for Hazardous Waste Project Managers . Volume A. Pág. 28

<sup>85</sup> Operación o conjunto de operaciones destinadas a reducir o neutralizar las sustancias peligrosas, nocivas o de otra naturaleza, contenidas en un residuo. (Diccionario de Términos Ambientales. Aurora Camacho Bareiro, Liliana Ariosa Roche. La Habana, 2000)

<sup>86</sup> Se entiende por disposición final toda operación de eliminación de residuos peligrosos que implique la incorporación de los mismos a cuerpos receptores, previo tratamiento. Constituyen disposiciones finales las siguientes operaciones de eliminación: depósito permanente dentro o sobre la tierra. inyección profunda. embalse superficial. rellenos especialmente diseñados. vertido en extensión de agua dulce. depósito permanente. \* los vertidos y emisiones resultantes de operaciones de tratamiento, reciclado, regeneración y reutilización de residuos peligrosos (Glosario de términos ambientales de EcoPortal.net)

Las acciones a seguir en el Plan son como mínimo, las siguientes:

***Eliminación: Tratamiento y eliminación de PCB***

1. Reclasificación de las existencias
2. Evaluación técnico-económica de las alternativas de eliminación (tratamiento y/o disposición final de PCB)
3. Opción de la alternativa de eliminación
4. Establecimiento de los plazos y controles a seguir
5. Preparación de los expedientes técnicos y administrativos para la eliminación de PCB (con o sin recuperación)
6. Ejecución de las operaciones de eliminación
7. Obtención de la constancia de eliminación / declorinación de los PCB

Sea que se realice en el país la eliminación de los PCB o se exporten las existencias, hay que tener presente que las operaciones que se realicen pueden llegar a ser críticas por los riesgos de liberaciones al ambiente y/o de exposición de los trabajadores a estas sustancias.

Los expedientes técnicos, tal como se indica en la HTD deberán contemplar, entre otros requisitos que la autoridad competente señale, lo siguiente:

- Los objetivos propuestos por la aplicación de la tecnología.
- Antecedentes de uso.
- Descripción de los proceso – evaluación de la eficiencia.
- Programas de capacitación al personal.
- Plan de contingencias y emergencias.
- Generación y gestión de residuos.
- Generación de efluentes líquidos y emisiones a la atmósfera.
- Programa de monitoreo y control.
- Ensayos y pruebas de validación de la tecnología y del proceso aplicado.

## **8      *Actividades de capacitación, difusión y medidas de respuesta a accidentes ambientales con PCB***

### **8.1 Actividades de capacitación**

El éxito del cumplimiento de los objetivos del Plan depende, entre otros aspectos de contar con personal idóneo para la manipulación de equipos con PCB y otras existencias contaminadas con PCB. Por ello, en Plan de Gestión debe incluir actividades de capacitación del personal de la empresa minera, establecimiento o institución, actividades de difusión hacia la población en general y la adopción de medidas en respuesta a accidentes ambientales con PCB.

El desarrollo de capacidades en el personal de la empresa minera asegurará un manejo responsable (con conocimiento), de las sustancias químicas, de los equipos eléctricos, de los residuos peligrosos y por ende la prevención y reducción de riesgos.

El PGPCB debe establecer actividades para capacitar al personal especializado en temas de sustancias químicas con énfasis en PCB, para ello se sugieren los siguientes pasos:

#### ***Actividades de capacitación***

1. Determinación de los grupos a los cuales se impartirá la capacitación
2. Elaboración del material de capacitación
3. Definición del tiempo y frecuencia de la capacitación (cronograma)
4. Determinación de los recursos económicos necesarios para la implementación del plan de capacitación
5. Evaluaciones

### **8.2 Actividades de difusión**

El tema asociado al uso y manejo de PCB es muy sensible, por lo tanto, la manera cómo llega a la población aledaña a la actividad productiva la información sobre PCB es muy importante; ya que información errada o una población sin conocimiento resultará en un grado de sensibilización que no beneficiará a ningún interesado, pudiendo ser el inicio de conflictos socio-ambientales.

El área ambiental conjuntamente con el área de relaciones comunitarias debe trabajar en la planificación de actividades de difusión. Para el Plan se sugieren las siguientes acciones:

**Actividades de difusión**

1. Identificación de los grupos poblacionales de la zona de influencia de la unidad productiva
2. Diseño de campañas de difusión
3. Elaboración del material de difusión, de modo sencillo y didáctico
4. Elaboración de cronograma
5. Determinación de los recursos económicos necesarios para la implementación del plan de difusión
6. Evaluaciones

### 8.3 Medidas de respuesta ante accidentes ambientales con PCB

Durante cualquier etapa del ciclo de vida de las sustancias químicas peligrosas existe la posibilidad de enfrentarse a situaciones de emergencias, tales como incendios, explosiones, fugas o derrames, en este caso particular de PCB. Estas emergencias se pueden prevenir aplicando principalmente normas técnicas; pero también se debe responder ante una situación de esta naturaleza.

Lo más probable es que la empresa, establecimiento o institución minera cuente ya con un Plan de Contingencias, por tanto convendrá hacer una revisión de dicho plan a fin de tener la seguridad de que esté cubierto el tema asociado al manejo de los PCB.

De modo general, el plan debe:

- Posibilitar la restricción de los daños a un área determinada, previamente designada para evitar que los impactos sobrepasen los límites de seguridad preestablecidos.
- Contemplar las acciones necesarias para evitar que situaciones (internas o externas), de las instalaciones involucradas en el accidente, contribuyan a su agravamiento.
- Ser un instrumento práctico que facilite respuestas rápidas y eficaces en situaciones de emergencia.
- Ser lo más sucinto posible y contemplar, clara y objetivamente, las atribuciones y responsabilidades de las personas involucradas.

Los Planes de Contingencia son los instrumentos de gestión que definen los objetivos, estrategias y programas que orientan las actividades institucionales para la prevención, la reducción de riesgos, la atención de emergencias y líneas de acción a seguir, las cuales designan las funciones y responsabilidades, estableciendo una organización de respuesta para enfrentar una situación de emergencia relacionada con el transporte de materiales y/o residuos peligrosos.

Los planes de contingencia deberán señalar, entre otros aspectos, las siguientes acciones inmediatas a adoptar para evitar daños, los cuales son:

- Procedimientos de notificación en caso de accidentes.
- Autoridades y organismos a ser informados y de apoyo.
- Obligaciones del personal de respuesta de la empresa.
- Procedimientos para prevenir o mitigar los accidentes en transporte de los materiales y/o residuos peligrosos, esto debe incluir el equipo de primera respuesta.
- Plan de disposición y eliminación de los materiales y/o de residuos peligrosos generados a causa del accidente.
- Plan de recuperación del recurso afectado.

Además, como ya se mencionara anteriormente, se puede tomar como fuente de información y referencia el Manual de APELL para Minería que provee un marco para la preparación de un Plan de Respuesta de Emergencia que puede ser utilizado por la gerencia de la mina, las agencias o entidades de respuesta a emergencias, funcionarios públicos y comunidades locales. Introduce los objetivos genéricos y esquema organizativo del (APELL, cubriendo los factores de riesgo específicos para la industria minera.

Para las comunidades vecinas a operaciones mineras, el APELL para la Minería les ayuda a entender en mejor medida esas operaciones y los riesgos que implican. La experiencia ha demostrado que las comunidades locales con frecuencia no están debidamente informadas de los riesgos a los que podrían estar expuestas, y tampoco están preparadas para las emergencias. Una respuesta local rápida y eficaz a un accidente, puede ser el factor más importante para limitar las lesiones a la población aledaña y daños a la propiedad y el medio ambiente. Si bien los accidentes destruyen la confianza de la comunidad en una determinada actividad como la minera, una comunidad bien informada y preparada se encuentra en mayor capacidad de enfrentar los impactos y consecuencias que el accidente podría generar.

En el Procedimiento: Retiro y transporte de equipos se tiene igualmente las orientaciones relativas a los planes de emergencias y contingencias.

#### Pasos para Elaborar / Actualizar el Plan de Contingencias

1. Realización de análisis y valoración del nivel de riesgo
2. Determinación de los objetivos
3. Definición del alcance
4. Definir una estructura organizacional, asignar responsabilidades
5. Elaboración de los procedimientos
  - Evaluación.
  - Aislamiento y evacuación.

- Lucha contra incendios.
- Control de fugas.
- Control de derrames.
- Reparaciones de emergencia.
- Acciones para evitar el reavivamiento de incendios (después de la emergencia).

6. Elaboración/actualización de los formularios de registro de emergencias (fichas de información de las sustancias químicas, recursos)

7. Implementación y mantenimiento del Plan

8. Supervisión del plan

## **PASO 5: Cronograma de actividades y presupuesto**

### **9. Cronograma de actividades y presupuesto**

#### **9.1 Cronograma de actividades**

El cronograma es una herramienta muy importante en la gestión del PGPCB, por lo tanto, la empresa deberá elaborar un cronograma con todas las actividades previstas tanto para el corto, mediano y largo plazo (si fuera necesario) y hacer un estimado de los costos

En la Tabla N° 7 de la siguiente página se muestra un ejemplo de cronograma de actividades y responsables en el corto y mediano plazo, el mismo que se ha elaborado con las actividades sugeridas. Esta importante herramienta será uno de los principales productos del equipo de trabajo que diseñará el PGPCB.

La empresa debe trabajar sus propias actividades y luego programarlas en el tiempo.

#### **9.2 Presupuesto**

Los responsables de la elaboración y evaluaciones del Plan deberán indicar el cronograma valorizado y presupuesto que demandará su ejecución.

El presupuesto debe trabajarse a detalle a nivel operativo y consignarse en el plan operativo anual (POA) de la empresa, y por tanto debe consignarse las tareas. El ejemplo sugerido se aprecia en la Tabla N° 8, se han detallado tareas para las actividades del inventario a realizarse en la empresa Minera El Tesoro, quien preliminarmente informó que tenía 40 equipos en su unidad operativa. Empresas de otros rubros tendrán presupuestos muy diferentes, toda vez que el parque de equipos es mayor y la ubicación de los mismos está en áreas mucho más extensas, es decir cada empresa o entidad tendrá sus propias características.

Tabla Nº 7 Cronograma de actividades y responsables

ACTIVIDADES	AÑOS							PRESUPUESTO	RESPONSABLES
	1	2	3	4	5	6	7		
OBJETIVO ESPECÍFICO 1									
Conformación de un equipo de trabajo y asignación de responsabilidades									Responsable de área de Medio Ambiente y Seguridad y Salud Ocupacional (MASSO) y Gerente de la unidad
Identificación preliminar de fuentes utilizando para ello, una lista de chequeo (equipos, aplicaciones semicerradas o abiertas, sitios contaminados									Equipo de trabajo para el inventario
Realización del inventario detallado mediante análisis químicos (cromatografía)									Equipo de trabajo para el inventario
Sistematización de la información									Equipo de trabajo para el inventario
Actualización del inventario									Equipo de trabajo para el inventario
OBJETIVO ESPECÍFICO 2									
Identificar los niveles de riesgo de los equipos u otras fuentes									Responsable de área de MASSO y personal del área de trabajo
Establecer medidas de manejo y control para los equipos, según nivel de riesgo									íd
Adoptar medidas preventivas para:									íd
La operación y mantenimiento de los equipos									íd
Almacenamiento									íd
Transporte de existencias contaminadas con PCB									íd
Adquisición de equipos e insumos									íd



ACTIVIDADES	AÑOS							PRESUPUESTO	RESPONSABLES
Durante la elaboración de instrumentos de gestión ambiental									íd
Establecer e implementar planes para actuar frente a contingencias y emergencias									íd
Implementar procedimientos de uso, tratamiento y disposición final, mantenimiento de equipos libres de PCB									íd
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 3</b>									
Fortalecer las capacidades del personal para realizar una GAR									Responsable de área de MASSO y responsable de área de capacitación
Elaborar material técnico informativo									íd
Verificar la implementación de la GAR en la empresa									íd
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 4</b>									
Descontaminar equipos contaminados con PCB (> 50 ppm y a de 5000 ppm)									Responsable de área de MASSO, responsable de área de trabajo y gerencia de la unidad
Eliminar los PCB, equipos y residuos con PCB									íd

Tabla Nº 8: Cronograma de actividades para el Inventario

ACTIVIDADES	META	AÑO 1												Presupuesto	RESPONSABLES
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
OBJETIVO ESPECÍFICO 1															
Conformación de un equipo de trabajo y asignación de responsabilidades	Equipo de trabajo conformado													-	Responsable de área de Medio Ambiente y Seguridad y Salud Ocupacional (MASSO) y Gerente de la unidad
Identificación preliminar de fuentes utilizando para ello, una lista de chequeo (equipos, aplicaciones semicerradas o abiertas, sitios contaminados)															Equipo de trabajo para el inventario
Elaboración del plan de trabajo	Plan de trabajo elaborado														Equipo de trabajo para el inventario
Recopilación de información antecedente	Informe situacional preliminar														Equipo de trabajo para el inventario
Visitas al terreno y aplicación de la lista de chequeo	Lista de chequeo verificada														Equipo de trabajo para el inventario
Toma de muestras y descarte en campo con Kits Clor-N-Oil	X muestras analizadas con los Kis														Equipo de trabajo para el inventario
Elaboración del informe del trabajo de campo	Informe con resultados de la detección en campo														Responsable del equipo de trabajo para el inventario
Realización del inventario detallado mediante análisis químicos	X muestras analizadas por														Equipo de trabajo para el inventario y laboratorio

ACTIVIDADES	META	AÑO 1												Presupuesto	RESPONSABLES
(cromatografía)	CG														químico
Sistematización de la información	Información sistematizada en la Base de datos del inventario														Equipo de trabajo para el inventario
Elaboración del informe del inventario detallado	Informe del Inventario detallado														Responsable del equipo de trabajo para el inventario
Etiquetado	X Equipos muestreados son etiquetados														Equipo de trabajo para el inventario
Actualización del inventario															Responsable del equipo de trabajo para el inventario
SUBTOTAL 1															
OBJETIVO ESPECÍFICO 2															
Identificar los niveles de riesgo de los equipos u otras fuentes															Responsable de área de MASSO y personal del área de trabajo
Establecer medidas de manejo y control para los equipos, según nivel de riesgo															íd
Adoptar medidas preventivas para:															íd
La operación y mantenimiento de los equipos															íd
Almacenamiento															íd
Transporte de existencias contaminadas con PCB															íd
Adquisición de equipos e insumos															íd
Durante la elaboración de instrumentos de gestión ambiental															íd

ACTIVIDADES	META	AÑO 1												Presupuesto	RESPONSABLES
Establecer e implementar planes para actuar frente a contingencias y emergencias															íd
Implementar procedimientos de uso, tratamiento y disposición final, mantenimiento de equipos libres de PCB															íd
SUBTOTAL 2															
OBJETIVO ESPECÍFICO 3															
Fortalecer las capacidades del personal para realizar una GAR															Responsable de área de MASSO y responsable de área de capacitación
Elaborar material técnico informativo															íd
Verificar la implementación de la GAR en la empresa															íd
OBJETIVO ESPECÍFICO 4															
Descontaminar equipos contaminados con PCB (> 50 ppm y a de 5000 ppm)															Responsable de área de MASSO, responsable de área de trabajo y gerencia de la unidad
Eliminar los PCB, equipos y residuos con PCB															íd
SUBTOTAL 3															
TOTAL (1+2+3)															

## **10. Asignación de responsabilidades para la ejecución del Plan de Gestión de PCB**

La empresa deberá establecer la unidad/oficina y persona/s responsable/s del monitoreo de las acciones y evaluación del cumplimiento de las metas, así como del cronograma establecidos en el plan.

El responsable deberá asimismo, informar a la gerencia de los avances en el cumplimiento del plan y gestionar los recursos financieros necesarios, previamente estimados, para el logro de los objetivos establecidos en el plan. Igualmente, deberá coordinar con las áreas responsables de ejecutar las actividades del plan de gestión.

Se deberá describir sucintamente, las responsabilidades de la/s persona/s identificada/s para el cumplimiento del Plan.

- Para cada actividad o tarea se deberá asignar la responsabilidad a una persona y señalar el trabajo a realizar
- Saber quién toma las decisiones
- Identificar a la persona que brindará información y opiniones

Es recomendable que el responsable tenga una formación que le permita entender todos los procesos, así como liderazgo para elaborar el plan y coordinar su ejecución.

### **10.1 Previsión de recursos humanos**

En algunos casos, sobretodo en empresas donde se tenga un número significativo de equipos y otras fuentes, se deberá tomar a personas que son necesarias para la realización de las actividades y tareas especificadas en el plan, lo cual implica el conocimiento de lo que se debe realizar y la asignación de responsabilidades, así como presupuestar el costo que ello significa.

### **10.2 Recursos técnicos**

Son los medios para lograr los objetivos, y están relacionados a contar no solo con información e instrumentos técnicos, sino en algunos casos con la infraestructura o equipos para realizar una GAR

### **10.3 Recursos financieros**

Una vez cuantificado el costo de la implementación de las actividades que se han propuesto en el plan, se debe prever y asignar el flujo monetario para la ejecución de las actividades previstas

### **10.4 Recursos materiales**

Consiste en la provisión adecuada y oportuna de la infraestructura y equipamiento para las actividades que se diseñen en el plan, por ejemplo, el acondicionamiento de un espacio como almacén temporal.

## **11. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN**

El seguimiento es un proceso continuo por el cual, se obtiene regularmente una retroalimentación sobre los avances realizados para alcanzar metas y objetivos, en tanto que la evaluación es una valoración rigurosa e independiente de actividades finalizadas o en curso, para determinar en qué medida se están logrando los objetivos y cómo ayuda a la toma de decisiones.

El seguimiento y evaluación por tanto, son insumos básicos para tomar decisiones y mejorar los resultados de las acciones ejecutadas en el Plan, conocer si se lograron los objetivos establecidos, si se están logrando las metas, saber si los recursos financieros insumidos y los recursos humanos empleados para la gestión ambientalmente racional de PCB han sido eficazmente utilizados. Se debe supervisar el avance del plan y los problemas surgidos durante la implementación del PGPCB y en muchos casos, los resultados pueden sugerir cambios, modificaciones en el plan – así es donde se tiene la mejora continua.

Finalmente, se debe señalar que el Plan de Gestión tiene que consignar los nombres del equipo de trabajo que lo elaboró y el área de trabajo de cada uno, así como la fecha de su elaboración. Deberá procurarse dejarse una sección para colocar las fechas de ajustes posteriores del plan (como resultado de las evaluaciones y mejora continua en la gestión ambiental).

## BIBLIOGRAFÍA

1. ABB. Diagnóstico y acondicionamiento de aisladores. Información del producto.
2. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. 2000
3. Aoki Y. Environ Res. Polychlorinated biphenyls, polychlorinated dibenzo-p-dioxins, and polychlorinated dibenzofurans as endocrine disrupters--what we have learned from Yusho disease. 2001 May;86(1):2-11
4. Aurora Camacho Bareiro, Diccionario de Términos Ambientales. Liliana Ariosa Roche. La Habana, 2000
5. Barry L. Johnson, Heraline E. Hicks, William Cibulas, Obaid Faroon, Annette E. Ashizawa, Christopher T. De Rosa, Public Health Implications of Exposure to Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services and Vincent J. Coglianò Milton Clark U.S. Environmental Protection Agency
6. Blanca Iris Romero Rodríguez. El análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental.
7. Boersma ER, Lanting CI. Environmental exposure to polychlorinated biphenyls (PCBs) and dioxins. Consequences for longterm neurological and cognitive development of the child lactation. Adv Exp Med Biol. 2000;478:271-87.
8. Canadian Council of Ministers of the Environment. A Framework for Ecological Risk Assessment. General guidance. 1996
9. Carolina Miller-Pérez, Eduardo Sánchez-Islas, Samuel Mucio-Ramírez, José Mendoza-Sotelo, Martha León-Olea. Los contaminantes ambientales bifenilos policlorinados (PCB) y sus efectos sobre el Sistema Nervioso y la salud. Salud Ment v.32 n.4 México jul./ago. 2009
10. Cinza La Rocca and Alberto Mantovani. From environment to food: the case of PBC. Ann Ist Super Sanità 2006. Vol 42, Nº 4: 410-416
11. Commission for Environmental Cooperation of North America. Polychlorinated biphenyls (PCBs). North American Regional Action Plan (NARAP).
12. Consuelo Cortés Rodríguez. Disruptores hormonales.
13. Dan W. Bench. Mining Environmental Management. 2003. Region 8 PCB Coordinator US Environmental Protection Agency
14. Dan Bench. Identification, Management, and Proper Disposal of PCB-Containing Electrical Equipment used in Mines.
15. EPA. Aroclor and Other PCB Mixtures. <http://www.epa.gov/osw/hazard/tsd/pcbs/pubs/aroclor.htm>
16. EPA. Hoja de datos para escuelas: puede haber masilla que contenga PCBs en escuelas y edificios antiguos. <http://www.epa.gov/pcbsincaulk/caulkschools1-sp.pdf>
17. EPA. Life Cycle Assessment: Principles and Practice. 2006
18. EPA-747-F-09-005. Prevención de la exposición a los PCBs presentes en el material de la masilla 2009
19. EPA. Life Cycle Assessment: Principles and Practice. 2006
20. EPA. Revisions to the PCB Q and A Manual. January 2009
21. ETI/UNEP Handouts. Environmentally Sound Management of PCB.
22. Faroon O, Jones D. de Rosa C, Effects of polychlorinated biphenyls on the nervous system. Toxicol Ind Health. 2000
23. Ph.D. Greta G. Fein, Ph.D. Joseph L. Jacobson, Ph.D. Sandra W. Jacobson, Ph.D. Pamela M. Schwartz, M.A. Jeffrey K. Dowier. Prenatal exposure to polychlorinated biphenyls: effects on birth size and gestational age. The Journal of Pediatric. Volume 105, Issue 2. August 1984, Pages 315-320



24. G. Vettorazzi. Toxicología Prospectiva: Base lógica, manera de abordar y aplicaciones prácticas. Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza
25. Heidelore Fiedler. Global and local disposition of PCBs. The University Press of Kentucky. 2001
26. International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 2. Polychlorinated Biphenyls and Terphenyls. 1976
27. Institute of Ocean Sciences Fisheries and Oceans Canada and Office of Research and Development USEPA. Persistent Organic Pollutant (POPs) in human and wildlife.
28. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social. Marco Lógico. 2004
29. Javier Martínez. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos – Fichas Temáticas. Bifenilos Policlorados. Centro Coordinador de Basilea para América Latina y el Caribe. 2005
30. Jack Weinberg –IPEN. Una guía SAICM para las ONGs. Enfoque estratégico para la gestión de productos químicos a nivel internacional. 2008
31. J de Boer, Polychlorinated Biphenyls. Netherlands Institute for Fisehries Research, IJmuiden, The Netherlands. 2005
32. K. von Stackberg. PCBs. Encyclopedia of Environmental Health. Pages 346 -356
33. Mario Benedetti. Manual de manejo de productos químicos. Fundación Laboral Internacional para el Desarrollo Sostenible
34. M'Biguá. Conociendo a los Bifenilos Policlorados. Ciudadanía y Justicia Ambiental. 2006
35. Ministerio de Energía y Minas. República de Perú. Guía para elaborar Estudios de Impacto Ambiental. 1997
36. Dr. Obaid M. Faroon, Obaid M. Faroon, Mr L. Samuel Keith, Ms Cassandra Smith-Simon, and Dr Christopher T. De Rosa Concise International Chemical Assessment Document 55. Polychlorinated Biphenyls: Human Health Aspects.
37. OIT. Información sobre Trabajo Sin Riesgo (SafeWork).
38. OSINERGMIN. Guía para el Manejo Ambientalmente Racional de Equipos, Materiales y Residuos con PCB en I Subsector Eléctrico. 2010
39. Plan de Acción Regional de América del Norte (PARAN) sobre los BPC
40. Patandin S, Koopman-Esseboom C, de Ridder MA, Weisglas-Kuperus N, Sauer PJ. Effects of environmental exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins on birth size and growth in Dutch children. *Pediatr Res.* 1998 Oct;44(4):538-45
41. Patandin S, Lanting CI, Mulder PG, Boersma ER, Sauer PJ, Weisglas-Kuperus N. Effects of environmental exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins on cognitive abilities in Dutch children at 42 months of age. *J Pediatr.* 1999 Jan;134(1):33-41.
42. Peter Montague. Cómo Llegamos Aquí? La Historia De Los Bifenilos Policlorados (PCB). 1993
43. PNUMA Actualización de las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB), que los contengan o estén contaminados con ellos. 2006
44. PNUMA – DTIE. TransAPELL. Una guía de planeación para emergencias durante el transporte de materiales peligrosos en una comunidad local. 2000
45. PNUMA – MINAM. Guía TransAPELL para Cajamarca. Estrategia de Implementación. 2008
46. PNUMA. FAO. Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos objeto de Comercio Internacional. Texto y Anexos. 2005
47. PNUMA, Transformadores y condensadores con PCB: desde la gestión hasta la reclasificación y eliminación. 2002.
48. Programa 21 –Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro 1992

49. Proyecto ONUDI GF/PER/10/001. Guía para el Manejo Ambiental de Existencias y Residuos con PCB. DIGESA 2011.
50. Rogelio Costilla Salazar. Evaluación de riesgo en salud en dos sitios contaminados por Bifenilos Policlorados (PCBs) y metales pesados. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 2010
51. Secretariat of the Basel Convention. Destruction and decontamination technologies for PCB and other POPs wastes under Basel Convention. A Training Manual for Hazardous Waste Project Managers. Volumen A. 2002
52. Soren Jensen, "Report of a New Chemical Hazard", NEW SCIENTIST Vol.32 (1966), pág. 612.
53. Susana Isabel García. La contaminación ambiental con Bifenilos Policlorados y su impacto en salud pública.
54. Susan L. Schantz. Development neurotoxicity of PCBs in humans: What do we know and where do we go from here?. Neurotoxicology and Teratology. Volumen 18, Issue 3. May-June 1996. Pages 217-227.
55. Susan L. Schantz, John J. Widholm and Deborah C. Rice. Effects of PCB Exposure on Neuropsychological Function in Children. Environmental health Perspectives. Volume 111. Number3.March 2003
56. UNEP - Convenio de Basilea. Manual de Capacitación. Preparación de un plan nacional de manejo ambientalmente adecuado de los bifenilos policlorados (PCB) y de equipos contaminados con PCB. Serie del Convenio de Basilea N° 2003/01.
57. UNEP. Guidelines for the Identification of PCB and Materials containing PCBs. 1999
58. UNEP. Life Cycle Assessment A product-oriented method for sustainability analysis
59. UNEP. Secretariat of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutant. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutant (POPs). Text and Annexes as amended in 2009. 2009
60. Universidad de Guanajuato. Biodegradación de bifenilos policlorados (BPCS) por microorganismos. Acta Universitaria, mayo-agosto, año 2005/vol. 15, número 002.
61. Urs Wagner ETI.Mission Report. PCB Management in the Mining Sector South America. 2009
62. U.S. Environmental Protection Agency. Framework for ecological risk assessment. 1992
63. W. Wayne Brubaker, Jr. and Ronald A. Hites. Gas-Phase Oxidation Products of Biphenyl and Polychlorinated Biphenyls. Environ. Sci. Technol., 1998, 32 (24), pp 3913–3918
64. Wendy S. Ayres, Kathleen Anderson, David Hanrahan, Setting Priorities for Environmental Management, World Bank Washington, DC, 1998
65. Glosario de términos ambientales de EcoPortal.net  
<http://www.ecoportal.net/content/view/full/169/offset/3>

# ANEXOS

**TABLA Nº 1**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS MÁS IMPORTANTES DE LOS PCB<sup>87</sup>**

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA
Estado físico	Líquido (temperatura ambiente)
Densidad	1,182 - 1,566 g/mL
Solubilidad en agua	Baja, entre $1,08 \times 10^{-5}$ y $9,69 \times 10^{-10}$ mol/litro (generalmente disminuye con la masa molecular relativa)
Solubilidad en aceites y solventes orgánicos	Alta
Solubilidad en lípidos	Rápidamente absorbidos por tejidos grasos
Coefficiente de partición log K <sub>OW</sub>	4,46 – 8,18 <sup>88, 89</sup>
Punto de inflamación	Alto (170 – 380 °C) (no explosivos)
Presión de vapor	Baja (semivolátiles), forman vapores más pesados que el aire, pero no forman mezclas explosivas con el aire. Generalmente disminuye con la masa molecular relativa y aumenta el grado de sustitución de los cloros en posición orto <sup>90, 91</sup>
Constantes de la Ley de Henry	$0,3 \times 10^{-4}$ – $8,97 \times 10^{-4}$ atm m <sup>3</sup> /mol (a 25°C, técnica de purga de gas) determinada para 20 congéneres
Constante dieléctrica	Alta (baja conductividad eléctrica)
Estabilidad térmica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta resistencia al fuego (piroresistentes) con temperatura de inflamabilidad elevada (esto es la base de su uso como líquido de enfriamiento en equipos eléctricos). Cuando se calientan pueden producir Dibenzofuranos policlorados, con máxima producción entre los 550 °C y 700 °C</li> <li>- No cristalizan a bajas temperaturas, pero se transforman en resinas sólidas</li> </ul>
Estabilidad química	Alto grado de estabilidad química bajo condiciones normales. Resistentes a la oxidación, a ácidos, bases y otros agentes químicos. De acuerdo a pruebas de laboratorio, permanecen inalterados químicamente, aún en presencia de oxígeno o algunos metales activos a altas temperaturas (sobre 170 °C) y por períodos prolongados
Impurezas conocidas en mezclas comerciales de PCB	Dibenzofuranos clorados (en concentraciones de pocos miligramo-mg/kilogramo-kg y 40 mg/kg), naftalenos clorados y cuaterfenilos clorados
Color	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PCB comerciales (mezcla de congéneres) son de color amarillo claro u oscuro</li> <li>- Congéneres individuales son incoloros, a menudo cristalinos</li> </ul>

<sup>87</sup> Manual de Chile sobre el manejo de Bifenilos Policlorados (PCBs; Askareles). CONAMA - PNUMA

<sup>88</sup> IPCS/WHO, EHC 140(1993)

<sup>89</sup> El Convenio de Estocolmo establece que una sustancia se considera bioacumulable si el log K<sub>OW</sub> es superior a 5

<sup>90</sup> Calculado a partir del producto de datos de solubilidad (mol/m<sup>3</sup>) y la constante de la Ley de Henry (atm m<sup>3</sup>/mol)

<sup>91</sup> Dunnivant and Bzerman (1988). D.W. Hawker (1989)

**TABLA Nº 2**

**NOMBRES COMERCIALES DE LOS PCB<sup>92</sup>**

Aceclor	Diaclor	PCB
Adkarel	Dicolor	PCB's
ALC	Diconal	PCBs
Apirolio	Diphenyl, chlorinated	Pheaoclor
Apirorlio	DK	Phenochlor
Aroclor	Duconal	Phenoclor
Arochlors	Dykanol	Plastivar
Aroclor	Educarel	Polychlorinated biphenyl
Aroclors	EEC-18	Polychlorinated biphenyls
Arubren	Elaol	Polychlorinated diphenyl
Asbestol	Electrophenyl	Polychlorinated diphenyls
ASK	Elemex	Polychlorobiphenyl
Askael	Elinol	Polychlorodiphenyl
Askarel	Eucarel	Prodelec
Auxol	Fenchlor	Pydraul
Bakola	Fenclor	Pyraclor
Biphenyl, chlorinated	Fenocloro	Pyrallene
Chlophen	Gilotherm	Pyranol
Chloretol	Hydol	Pyroclore
Chlorextol	Hyrol	Pyronol
Chlorinated biphenyl	Hyvol	Saf-T-Kuhl
Chlorinated diphenyl	Inclor	Saf-T-Kohl
Chlorinol	Inerteen	Santosol
Chlorobiphenyl	Inertenn	Santotherm
Chlorodiphenyl	Kanechlor	Santothern
Chlorphen	Kaneclor	Santovac
Chorextol	Kennechlor	Solvol
Chorinol	Kenneclor	Sorol
Clophen	Leromoll	Soval
Clophenharz	Magvar	Sovol
Cloresil	MCS 1489	Sovtol
Clorinal	Montar	Terphenychlore
Clorphen	Nepolin	Therminol
Decachlorodiphenyl	No-Flamol	Therminol
Delor	NoFlamol	Turbinol
Delorene	Non-Flamol	
	Olex-sf-d	

<sup>92</sup> Aroclor and Other PCB Mixtures. EPA. <http://www.epa.gov/osw/hazard/tsd/pcbs/pubs/aroclor.htm>

	Orophene	
--	----------	--

Los PCB fueron fabricados y vendidos bajo diferentes nombres. Los nombres de la tabla han sido usados para referirse a PCB o productos que contienen PCB. Se debe notar que:

Algunos de estos nombres pueden ser usados para sustancias o mezclas que no contienen PCB

Muchos de estos nombres fueron usados con su fijos distintivos, indicando el grado de clorinación, tipo de formulación u otras propiedades (ej. Aroclor 1254, Clophen A60)

Algunos de estos nombres pueden tener faltas de ortografía, pero igualmente se incluyen

**TABLA Nº 3**

**EXTRACTO DE LAS MARCAS DE PCB**

Abestol (t, c)	DP 3, 4, 5, 6.5	Phenoclar DP6 (Germany)
Abuntol (USA)	Ducanol	Phenoclor (t, c) (France)
Aceclor (t) (France, Belgium)	Duconal (Great Britain)	Phenoclor DP6 (France)
Acooclor (Belgium)	Duconol ©	Phyralene (France)
Adkarel	Dykanol (t, c) (USA)	Physalen
ALC	Dyknol (USA)	Plastivar (Great Britain)
Apirolio (t, c)	E(d)ucaral (USA)	Polychlorinated biphenyl
Areclor (t)	EEC-18	Polychlorobiphenyl
Aroclor (t, c) (USA)	EEC-IS (USA)	Pryoclar (Great Britain)
Aroclor 1016 (t, c)	Elaol (Germany)	Pydraul (USA)
Aroclor 1221 (t, c)	Electrophenyl (France)	Pydraul 1 (USA)
Aroclor 1232 (t, c)	Electrophenyl T-60	Pydraul 11Y (USA)
Aroclor 1242 (t, c)	Elemex (t, c) (USA)	Pyralene (t, c) (France)
Aroclor 1254 (t, c)	Elexem (USA)	Pyralene 1460, 1500, 1501 (F)
Aroclor 1260 (t, c)	Eucarel (USA)	Pyralene 3010, 3011 (France)
Aroclor 1262 (t, c)	Fenchlor 42, 54, 70 (t, c) (Italy)	Pyralene T1, T2, T3 (France)
Aroclor 1268 (t, c)	Hexol (Russian federation)	Pyramol (USA)
Arubren	Hivar ( c )	Pyranol (t, c) (USA)
Asbestol (t, c)	Hydol (t, c)	Pyrochlor
ASK	Hydrol	Pyroclar (Great Britain)
Askarel (t, c) USA	Hyvol	Pyroclor (t) (USA)
Auxol (USA)	Hywol (Italy/USA)	Pyromal (USA)
Bakola	Inclar (Italy)	Pyronal (Great Britain)
Bakola 131 (t, c)	Inclor (Italy)	Pysanol
Bakolo (6) (USA)	Inerteen 300, 400, 600 (t, c)	Saf( e )-T-Kuhl (t, c) (USA)
Biclor ©	Kanechlor (KC) (t, c) (Japan)	Safe T America
Chlorextol (t)	Kanechor	Saft-Kuhl
Chlorinated Diphenyl	Kaneclor (t,c)	Sanlogol
Chlorinol (USA)	Kaneclor 400	Sant(h)osafe (Japan)
Chlorintol (USA)	Kaneclor 500	Sant(h)othera (Japan)
Chlorobiphenyl	Keneclor	Sant(h)othern FR (Japan)
Chloroecxtol (USA)	Kennechlor	Santosol

Chorextol	Leromoli	Santoterm
Clophen (t, c) (Germany)	Leromoll	Santotherm (Nippon)
Clophen Apirorlio	Leronol	Santotherm FR
Clophen-A30	Magvar	Santovac
Clophen-A50	Man( e )c(h)lor (KC) 200,600	Santovac 1
Clophen-A60	Manechlor (Nippon)	Santovac 2
Cloresil	MCS 1489	Santovec (USA)
Clorinol	Montar (USA)	Santowax
Clorphen (t)	Nepolin (USA)	Santvacki (USA)
DBBT	Niren	Saut(h)otherm (Japan)
Delorene	No-Famol	Siclonyl ( c )
Delor (Czech Republic)	NoFlamol	Solvol (t, c) (Russian Federation)
DI 3,4,5,6,5	No-Flamol (t, c) (USA)	Sorol (Russian Federation)
Diachlor (t,c)	No-flanol (t,c) (USA)	Sovol (Russian Federation)
Diaclor (t, c)	Nonflammable liquid	Sovtol (Russian Federation)
Diaconal	Non-flammable liquid	Terpenylchlore (France)
Dialor ©	Orophen (Former East Germany)	Therainol FR (HT) (USA)
Diconal	PCB	Therminol (USA)
Disconon ©	Pheneclor	Therminol FR
Dk (t, c) (decachlorodiphenyl)	Phenochlor	Therpanylchlore (France)
DI(a)conal	Phenochlor DP6	Ugilec 141, 121, 21
Abestol (t, c)	DP 3, 4, 5, 6.5	Phenoclor (t, c) (France)

**TABLA Nº 4 DE AROCLORES**

CASRN	NOMBRE IUPAC	TIPO
12674-11-2	Aroclor 1016	Mezcla
147601-87-4	Aroclor 1210	Mezcla
151820-27-8	Aroclor 1216	Mezcla
11104-28-2	Aroclor 1221	Mezcla
37234-40-5	Aroclor 1231	Mezcla
11141-16-5	Aroclor 1232	Mezcla
71328-89-7	Aroclor 1240	Mezcla
53469-21-9	Aroclor 1242	Mezcla
12672-29-6	Aroclor 1248	Mezcla
165245-51-2	Aroclor 1250	Mezcla
89577-78-6	Aroclor 1252	Mezcla
11097-69-1	Aroclor 1252	Mezcla
11096-82-5	Aroclor 1260	Mezcla
37324-23-5	Aroclor 1262	Mezcla
11100-14-4	Aroclor 1268	Mezcla
12767-79-2	Aroclor (unspecified)	Mezcla



<b>CASRN</b>	Chemical Abstracts Service (CAS) Registry Number Número de Registro CAS
<b>NOMBRE IUPAC</b>	Denominación para compuestos orgánicos recomendado por la Internacional Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)
<b>TIPO</b>	El tipo de PCB: Congénere, Homólogo, Mezcla, Category

## **ANEXO Nº 1**

### **Convenio de Basilea**

#### **ARTÍCULO 1**

##### **ALCANCE DEL CONVENIO**

1. Serán “desechos peligrosos” a los efectos del presente Convenio los siguientes desechos que sean objeto de movimientos transfronterizos:
  - a) Los desechos que pertenezcan a cualquiera de las categorías enumeradas en el Anexo I, a menos que no tengan ninguna de las características descritas en el Anexo III; y
  - b) Los desechos no incluidos en el apartado a), pero definidos o considerados peligrosos por la legislación interna de la Parte que sea Estado de exportación, de importación o de tránsito.
2. Los desechos que pertenezcan a cualesquiera de las categorías contenidas en el Anexo II y que sean objeto de movimientos transfronterizos serán considerados “otros desechos” a los efectos del presente Convenio.
3. Los desechos que, por ser radiactivos, estén sometidos a otros sistemas de control internacional, incluidos instrumentos internacionales, que se apliquen específicamente a los materiales radiactivos, quedarán excluidos del ámbito del presente Convenio.
4. Los desechos derivados de las operaciones normales de los buques, cuya descarga esté regulada por otro instrumento internacional, quedarán excluidos del ámbito del presente Convenio.

#### **ARTÍCULO 4<sup>93</sup>**

##### **OBLIGACIONES GENERALES**

1. a) Las Partes que ejerzan su derecho a prohibir la importación de desechos peligrosos y otros desechos para su eliminación, comunicarán a las demás Partes su decisión de conformidad con el Artículo 13;
  - b) Las Partes prohibirán o no permitirán la exportación de desechos peligrosos y otros desechos a las Partes que hayan prohibido la importación de esos desechos, cuando dicha prohibición se les haya comunicado de conformidad con el apartado a) del presente Artículo;
  - c) Las Partes prohibirán o no permitirán la exportación de desechos peligrosos y otros desechos si el Estado de importación no da su consentimiento por escrito a la importación de que se trate, siempre que dicho Estado de importación no haya prohibido la importación de tales desechos.
2. Cada Parte tomará las medidas apropiadas para:

---

<sup>93</sup> La Conferencia de las Partes adoptó la Decisión III/1 en su tercera reunión la cual enmienda el Convenio insertando un nuevo Artículo 4 A. Esta enmienda no ha entrado aún en vigor.

El nuevo Artículo 4 A establece lo siguiente:

“La Conferencia,

...

3. Decide aprobar la siguiente enmienda al Convenio:

‘Insértese un nuevo Artículo 4 A:

1. Cada una de las Partes enumeradas en el anexo VII deberá prohibir todo movimiento transfronterizo de desechos peligrosos que estén destinados a las operaciones previstas en el anexo IV A, hacia los Estados no enumerados en el anexo VII.

2. Cada una de las Partes enumeradas en el anexo VII deberá interrumpir gradualmente hasta el 31 de diciembre de 1997 y prohibir desde esa fecha en adelante todos los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos contemplados en el apartado a) del inciso i) del Artículo 1 del Convenio que estén destinados a las operaciones previstas en el anexo IV B hacia los Estados no enumerados en el anexo VII.

Dicho movimiento transfronterizo sólo quedará prohibido si los desechos de que se trata han sido caracterizados como peligrosos con arreglo a lo dispuesto en el Convenio. ...”

- a) Reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y otros desechos en ella, teniendo en cuenta los aspectos sociales, tecnológicos y económicos;
  - b) Establecer instalaciones adecuadas de eliminación para el manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos y otros desechos, cualquiera que sea el lugar donde se efectúa su eliminación que, en la medida de lo posible, estará situado dentro de ella;
  - c) Velar por que las personas que participen en el manejo de los desechos peligrosos y otros desechos dentro de ella adopten las medidas necesarias para impedir que ese manejo dé lugar a una contaminación y, en caso de que se produzca ésta, para reducir al mínimo sus consecuencias sobre la salud humana y el medio ambiente;
  - d) Velar por que el movimiento transfronterizo de los desechos peligrosos y otros desechos se reduzca al mínimo compatible con un manejo ambientalmente racional y eficiente de esos desechos, y que se lleve a cabo de forma que se protejan la salud humana y el medio ambiente de los efectos nocivos que puedan derivarse de ese movimiento;
  - e) No permitir la exportación de desechos peligrosos y otros desechos a un Estado o grupo de Estados pertenecientes a una organización de integración económica y/o política que sean Partes, particularmente a países en desarrollo, que hayan prohibido en su legislación todas las importaciones, o si tiene razones para creer que tales desechos no serán sometidos a un manejo ambientalmente racional, de conformidad con los criterios que adopten las Partes en su primera reunión.
  - f ) Exigir que se proporcione información a los Estados interesados sobre el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y otros desechos propuesto, con arreglo a lo dispuesto en el Anexo V A, para que se declaren abiertamente los efectos del movimiento propuesto sobre la salud humana y el medio ambiente;
  - g) Impedir la importación de desechos peligrosos y otros desechos si tiene razones para creer que tales desechos no serán sometidos a un manejo ambientalmente racional;
  - h) Cooperar con otras Partes y organizaciones interesadas directamente y por conducto de la Secretaría en actividades como la difusión de información sobre los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y otros desechos, a fin de mejorar el manejo ambientalmente racional de esos desechos e impedir su tráfico ilícito;
3. Las Partes considerarán que el tráfico ilícito de desechos peligrosos y otros desechos es delictivo.
4. Toda Parte adoptará las medidas jurídicas, administrativas y de otra índole que sean necesarias para aplicar y hacer cumplir las disposiciones del presente Convenio, incluyendo medidas para prevenir y reprimir los actos que contravengan el presente Convenio.
5. Ninguna Parte permitirá que los desechos peligrosos y otros desechos se exporten a un Estado que no sea Parte o se importen de un Estado que no sea Parte.
6. Las Partes acuerdan no permitir la exportación de desechos peligrosos y otros desechos para su eliminación en la zona situada al sur de los 60º de latitud sur, sean o no esos desechos objeto de un movimiento transfronterizo.
7. Además, toda Parte:
- a) Prohibirá a todas las personas sometidas a su jurisdicción nacional el transporte o la eliminación de desechos peligrosos y otros desechos, a menos que esas personas estén autorizadas o habilitadas para realizar ese tipo de operaciones;
  - b) Exigirá que los desechos peligrosos y otros desechos que sean objeto de un movimiento transfronterizo se embalen, etiqueten y transporten de conformidad con los reglamentos y normas

internacionales generalmente aceptados y reconocidos en materia de embalaje, etiquetado y transporte y teniendo debidamente en cuenta los usos internacionalmente admitidos al respecto;

c) Exigirá que los desechos peligrosos y otros desechos vayan acompañados de un documento sobre el movimiento desde el punto en que se inicie el movimiento transfronterizo hasta el punto en que se eliminen los desechos.

8. Toda Parte exigirá que los desechos peligrosos y otros desechos, que se vayan a exportar, sean manejados de manera ambientalmente racional en el Estado de importación y en los demás lugares. En su primera reunión las Partes adoptarán directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos sometidos a este Convenio.

9. Las Partes tomarán las medidas apropiadas para que sólo se permita el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y otros desechos si:

a) el Estado de exportación no dispone de la capacidad técnica ni de los servicios requeridos o de lugares de eliminación adecuados a fin de eliminar los desechos de que se trate de manera ambientalmente racional y eficiente; o

b) los desechos de que se trate son necesarios como materias primas para las industrias de reciclado o recuperación en el Estado de importación; o

c) el movimiento transfronterizo de que se trate se efectúa de conformidad con otros criterios que puedan decidir las Partes, a condición de que esos criterios no contradigan los objetivos de este Convenio.

10. En ninguna circunstancia podrá transferirse a los Estados de importación o de tránsito la obligación que incumbe, con arreglo a este Convenio, a los Estados en los cuales se generan desechos peligrosos y otros desechos de exigir que tales desechos sean manejados en forma ambientalmente racional.

11. Nada de lo dispuesto en el presente Convenio impedirá que una Parte imponga exigencias adicionales que sean conformes a las disposiciones del presente Convenio y estén de acuerdo con las normas del derecho internacional, a fin de proteger mejor la salud humana y el medio ambiente.

12. Nada de lo dispuesto en el presente Convenio afectará de manera alguna a la soberanía de los Estados sobre su mar territorial establecida de conformidad con el derecho internacional, ni a los derechos soberanos y la jurisdicción que poseen los Estados en sus zonas económicas exclusivas y en sus plataformas continentales de conformidad con el derecho internacional, ni al ejercicio, por parte de los buques y las aeronaves de todos los Estados, de los derechos y libertades de navegación previstos en el derecho internacional y reflejados en los instrumentos internacionales pertinentes.

13. Las Partes se comprometen a estudiar periódicamente las posibilidades de reducir la cuantía y/o el potencial de contaminación de los desechos peligrosos y otros desechos que se exporten a otros Estados, en particular a países en desarrollo.

#### Anexo I Categorías de desechos que hay que controlar

Desechos corrientes:<sup>94</sup>

---

<sup>94</sup> Se listan sólo los que tienen relación con los Bifenilos Policlorados. Para ver las demás categorías, debe revisarse el texto del Convenio de Basilea

Y6	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos.
Y8	Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.
Y9	Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.
Y10	Sustancias y artículos de desecho que contengan, o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).
Y11	Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico.
Y12	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
Y13	Desechos resultantes de la producción y utilización de resinas, látex, plastificantes, colas y adhesivos.
Y14	Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
Y18	Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.

Desechos que contengan como constituyente:

Y39	Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles.
Y41	Solventes orgánicos halogenados.
Y42	Disolventes orgánicos, con exclusión de los disolventes halogenados.
Y45	Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

### ANEXO III LISTA DE CARACTERÍSTICAS PELIGROSAS

Clase de las Naciones Unidas <sup>95</sup>	No. De Código	Características
6.1	H6.1	<b><i>Tóxicos (venenos) agudos</i></b>
		Sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.
9	H11	<b><i>Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)</i></b>
		Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogenia.
9	H12	<b><i>Ecotóxicos</i></b>
		Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.

<sup>95</sup> Corresponde al sistema de numeración de clases de peligrosos de las recomendaciones de las Naciones Unidas sobre el transporte de mercaderías peligrosas (ST/SG/AC.10/1/ Rev.5, Naciones Unidas, Nueva York, 1988).

## ANEXO VIII

### LISTA A

Los desechos enumerados en este anexo están caracterizados como peligrosos de conformidad con el apartado a) del párrafo 1 del presente Convenio, y su inclusión en este anexo no obsta para que se use el anexo III para demostrar que un desecho no es peligroso.

#### A1 DESECHOS METÁLICOS O QUE CONTENGAN METALES

A1090	Cenizas de la incineración de cables de cobre recubiertos
A1100	Polvos y residuos de los sistemas de depuración de gases de las fundiciones de cobre
A1180	Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de éstos <sup>96</sup> que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidos en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B1110) <sup>97</sup>
A1190	Cables de metal de desecho recubiertos o aislados con plástico que contienen alquitrán de carbón, PCB <sup>98</sup>

#### A3 DESECHOS QUE CONTENGAN PRINCIPALMENTE CONSTITUYENTES ORGÁNICOS, QUE PUEDAN CONTENER METALES Y MATERIA INORGÁNICA

A3020	Aceites minerales de desecho no aptos para el uso al que estaban destinados
A3040	Desechos de líquidos térmicos (transferencia de calor)
A3050	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas/adhesivos excepto los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente en la lista B, B4020).
A3070	Desechos de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de líquido o de lodo.
A3120	Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento
A3150	Desechos de disolventes orgánicos halogenados.
A3160	Desechos resultantes de residuos no acuosos de destilación halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de disolventes orgánicos.
A3180	Desechos, sustancias y artículos que contienen, consisten o están contaminados con bifenilo policlorado (PCB), terfenilo policlorado (PCT), naftaleno policlorado (PCN) o bifenilo polibromado (PBB), o cualquier otro compuesto polibromado análogo, con una concentración de igual o superior a 50 mg/kg <sup>99</sup>

<sup>96</sup> En esta entrada no se incluyen restos de montajes de generación de energía eléctrica

<sup>97</sup> El nivel de concentración de los bifenilos policlorados de 50 mg/kg o más

<sup>98</sup> PCB presentes a una concentración igual o superior a 50 mg/kg

<sup>99</sup> Se considera que el nivel de 50 mg/kg es un nivel práctico internacional para todos los desechos. Sin embargo, muchos países han establecido en sus normas niveles más bajos (por ejemplo, 20 mg/kg) para determinados desechos

#### A4 DESECHOS QUE PUEDEN CONTENER CONSTITUYENTES INORGÁNICOS U ORGÁNICOS

A4070	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B, B4010).
A4100	Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B.
A4130	Envases y contenedores de desechos que contengan sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III.
A4140	Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados <sup>4</sup> correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III.
A4150	Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
A4160	Carbono activado consumido no incluido en la lista B (véase el correspondiente apartado de la lista B, B2060).

#### ANEXO IX

##### LISTA B

Desechos que no estarán sujetos a lo dispuesto en el apartado a) del párrafo 1 del Artículo 1 del Convenio de Basilea, a menos que contengan materiales incluidos en el anexo I en una cantidad tal que les confiera una de las características del anexo III.

#### B1 DESECHOS DE METALES Y DESECHOS QUE CONTENGAN METALES

B1040	Chatarra resultante de la generación de energía eléctrica, no contaminada con aceite lubricante, PBC o PCT en una cantidad que la haga peligrosa
B1110	<p>Montajes eléctricos y electrónicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montajes electrónicos que consistan sólo en metales o aleaciones</li> <li>• Desechos o chatarra de montajes eléctricos o electrónicos<sup>100</sup> (incluidos los circuitos impresos) que no contengan componentes tales como acumuladores y otras baterías incluidas en la lista A, interruptores de mercurio, vidrio procedente de tubos de rayos catódicos u otros vidrios activados ni condensadores de PCB, o no estén contaminados con elementos del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) o de los que esos componentes se hayan extraído hasta el punto de que no muestren ninguna de las características enumeradas en el anexo III (véase el apartado correspondiente de la lista A A1180)</li> <li>• Montajes eléctricos o electrónicos (incluidos los circuitos impresos, componentes electrónicos y cables) destinados a una reutilización directa<sup>20</sup>, y no al reciclado o a la eliminación final<sup>101</sup></li> </ul>

<sup>100</sup> Este apartado no incluye la chatarra resultante de la generación de energía eléctrica

<sup>101</sup> En algunos países estos materiales destinados a la reutilización directa no se consideran desechos



## ANEXO Nº 2

### Convenio de Estocolmo y Listado de Sustancias COP

#### Artículo 3

##### **Medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción y utilización intencionales**

##### 1. Cada Parte:

- a) Prohibirá y/o adoptará las medidas jurídicas y administrativas que sean necesarias para eliminar:
  - i) Su producción y utilización de los productos químicos enumerados en el anexo A con sujeción a las disposiciones que figuran en ese anexo; y
  - ii) Sus importaciones y exportaciones de los productos químicos incluidos en el anexo A de acuerdo con las disposiciones del párrafo 2, y

##### 2. Cada Parte adoptará medidas para velar por que:

- a) Un producto químico incluido en el anexo A o en el anexo B, se importe únicamente:
  - i) Para fines de su eliminación ambientalmente racional con arreglo a las disposiciones del inciso d) del párrafo 1 del artículo 6; o
  - ii) Para una finalidad o utilización permitida para esa Parte en virtud del anexo A o el anexo B;
- b) Un producto químico incluido en el anexo A, respecto del cual está en vigor una exención específica para la producción o utilización, o un producto químico incluido en la lista del anexo B, respecto del cual está en vigor una exención específica para la producción o utilización en una finalidad aceptable, teniendo en cuenta las disposiciones de los instrumentos internacionales de consentimiento fundamentado previo existentes, se exporte únicamente:
  - i) Para fines de su eliminación ambientalmente racional con arreglo a las disposiciones del inciso d) del párrafo 1 del artículo 6;
  - iii) A un Estado que no es Parte en el presente Convenio, que haya otorgado una certificación anual a la Parte exportadora. Esa certificación deberá especificar el uso previsto e incluirá una declaración de que, con respecto a ese producto químico, el Estado importador se compromete a:
    - a. Proteger la salud humana y el medio ambiente tomando las medidas necesarias para reducir a un mínimo o evitar las liberaciones;
    - b. Cumplir lo dispuesto en el párrafo 1 del artículo 6; y
- c) Un producto químico incluido en el anexo A, respecto del cual han dejado de ser efectivas para cualquiera de las Partes las exenciones específicas para la producción y utilización, no sea exportado por esa Parte, salvo para su eliminación ambientalmente racional, según lo dispuesto en el inciso d) del párrafo 1 del artículo 6;

#### Artículo 6

##### **Medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de existencias y desechos**

1. Con el fin de garantizar que las existencias que consistan en productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B, o que contengan esos productos químicos, así como los desechos, incluidos los productos y artículos cuando se conviertan en desechos, que consistan en un producto químico incluido en el anexo A, B o C o que contengan dicho producto químico o estén contaminadas con él, se gestionen de manera que se proteja la salud humana y el medio ambiente, cada Parte:

- a) Elaborará estrategias apropiadas para determinar:
  - i) Las existencias que consistan en productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B, o que contengan esos productos químicos; y

- ii) Los productos y artículos en uso, así como los desechos, que consistan en un producto químico incluido en el anexo A, B, o C, que contengan dicho producto químico o estén contaminados con él.
- b) Determinará, en la medida de lo posible, las existencias que consistan en productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B, o que contengan esos productos químicos, sobre la base de las estrategias a que se hace referencia en el apartado a);
- c) Gestionará, cuando proceda, las existencias de manera segura, eficiente y ambientalmente racional. Las existencias de productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B, cuando ya no se permita utilizarlas en virtud de una exención específica estipulada en el anexo A o una exención específica o finalidad aceptable estipulada en el anexo B, a excepción de las existencias cuya exportación esté autorizada de conformidad con el párrafo 2 del artículo 3, se considerarán desechos y se gestionarán de acuerdo con el apartado d);
- d) Adoptará las medidas adecuadas para que esos desechos, incluidos los productos y artículos, cuando se conviertan en desechos:
  - i) Se gestionen, recojan, transporten y almacenen de manera ambientalmente racional;
  - ii) Se eliminen de un modo tal que el contenido del contaminante orgánico persistente se destruya o se transforme en forma irreversible de manera que no presenten las características de contaminante orgánico persistente o, de no ser así, se eliminen en forma ambientalmente racional cuando la destrucción o la transformación irreversible no represente la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente o su contenido de contaminante orgánico persistente sea bajo, teniendo en cuenta las reglas, normas, y directrices internacionales, incluidas las que puedan elaborarse de acuerdo con el párrafo 2, y los regímenes mundiales y regionales pertinentes que rigen la gestión de los desechos peligrosos;
  - iii) No estén autorizados a ser objeto de operaciones de eliminación que puedan dar lugar a la recuperación, reciclado, regeneración, reutilización directa o usos alternativos de los contaminantes orgánicos persistentes; y
  - iv) No sean transportados a través de las fronteras internacionales sin tener en cuenta las reglas, normas y directrices internacionales;
- e) Se esforzará por elaborar estrategias adecuadas para identificar los sitios contaminados con productos químicos incluidos en el anexo A, B o C; y en caso de que se realice el saneamiento de esos sitios, ello deberá efectuarse de manera ambientalmente racional.

La Conferencia de las Partes, cooperará estrechamente con los órganos pertinentes del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, para, entre otras cosas:

- a) Fijar niveles de destrucción y transformación irreversible necesarios para garantizar que no se exhiban las características de contaminantes orgánicos persistentes especificadas en el párrafo 1 del anexo D;
- b) Determinar los métodos que constituyan la eliminación ambientalmente racional a que se hace referencia anteriormente; y
- c) Adoptar medidas para establecer, cuando proceda, los niveles de concentración de los productos químicos incluidos en los anexos A, B y C para definir el bajo contenido de contaminante orgánico persistente a que se hace referencia en el inciso ii) del apartado d) del párrafo 1.

**Anexo A**  
**ELIMINACIÓN**  
**Parte I**

<b>Producto químico</b>	<b>Actividad</b>	<b>Exención específica</b>
Aldrina* N° de CAS: 309-00-2	Producción	Ninguna
	Uso	Ectoparasitida local Insecticida
Clordano* N° de CAS: 57-74-9	Producción	La permitida para las Partes incluidas en el Registro
	Uso	Ectoparasitida local Insecticida Termiticida: Termiticida en edificios y presas Termiticida en carreteras Aditivo para adhesivos de contrachapado
Dieldrina* N° de CAS: 60-57-1	Producción	Ninguna
	Uso	En actividades agrícolas
Endrina* N° de CAS: 72-20-8	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguno
Heptacloro* N° de CAS: 76-44-8	Producción	Ninguna
	Uso	Termiticida Termiticida en estructuras de casas Termiticida (subterráneo) Tratamiento de la madera Cajas de cableado subterráneo
Hexaclorobenceno N° de CAS: 118-74-1	Producción	La permitida para las Partes incluidas en el Registro
	Uso	Intermediario Solvente en plaguicidas Intermediario en un sistema cerrado limitado a un emplazamiento
Mirex* N° de CAS: 2385-85-5	Producción	La permitida para las Partes incluidas en el Registro
	Uso	Termiticida
Toxafeno* N° de CAS: 8001-35-2	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguno
Bifenilos policlorados (BPC)*	Producción	Ninguna
	Uso	Artículos en uso con arreglo a las disposiciones de la parte II del presente anexo
Alfa-hexaclorociclohexano N° de CAS: 319-84-6	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguno
Beta-hexaclorociclohexano N° de CAS: 319-85-7	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguno
Clordecona N° de CAS: 143-50-0	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguno
Hexabromobifenilo N° de CAS: 36355-01-8	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguno
Éter de hexabromodifenilo	Producción	Ninguna

y éter de heptabromodifenilo (éter de octabromodifenilo de calidad comercial)	Uso	artículos, conforme a las disposiciones de la Parte IV del Anexo A
Lindano N° de CAS: 58-89-9	Producción	Ninguna
	Uso	productos farmacéuticos sanitarios para el control de la pediculosis del cabello y la escabiosis como tratamiento de segunda línea
Pentaclorobenceno N° de CAS: 608-93-5	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguno
Éter de tetrabromodifenilo y éter de pentabromodifenilo (éter de pentabromodifenilo de calidad comercial)	Producción	Ninguna
	Uso	artículos, conforme a las disposiciones de la Parte IV del Anexo A
Endosulfán (CAS No: 115-29-7) Y sus isómeros (CAS No: 959-98-8 y CAS No: 33213-65-9)	Producción	La permitida para las Partes incluidas en el Registro
	Uso	Complejos cultivo-plaga conforme a las disposiciones de la Parte VI del Anexo (Adenda Decisión SC -5/3)

## Anexo B ELIMINACIÓN Parte I

Producto químico	Actividad	Exención específica
DDT (1,1,1-tricloro-2,2-bis (4-clorofenil) etano) N° de CAS: 50-29-3	Producción	<i>Finalidad aceptable:</i> Uso en la lucha contra los vectores de enfermedades de acuerdo con la parte II del presente anexo <i>Exención específica:</i> Intermediario en la producción de dicofol Intermediario
	Uso	<i>Finalidad aceptable:</i> Uso en la lucha contra los vectores de enfermedades con arreglo a la parte II del presente anexo <i>Exención específica:</i> Producción de dicofol Intermediario
Sulfonato de perfluorooctano (PFOS), sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo (PFOSF)	Producción	para el uso mencionado infra
	Uso	finalidades aceptables y exenciones específicas conforme a la Parte III del Anexo B

**Anexo C**  
**PRODUCCIÓN NO INTENCIONAL**  
**Parte I**

<b>Producto químico</b>
Hexaclorobenceno (HCB) N° de CAS: 118-74-1
Pentaclorobenceno (PeCB) N° de CAS: 608-93-5
Bifenilos Policlorados (PCB)
Dibenzoparadioxinas y dibenzofuranos (PCDD/PCDF)

**ANEXO N° 3**  
**Artículos que aplican a los PCB**  
**Convenio de Rotterdam**

**Artículo 2**

**Definiciones**

A los efectos del presente Convenio:

- a) Por "producto químico" se entiende toda sustancia, sola o en forma de mezcla o preparación, ya sea fabricada u obtenida de la naturaleza, excluidos los organismos vivos. Ello comprende las siguientes categorías: plaguicida, (incluidas las formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas) y producto químico industrial;
- b) Por "producto químico prohibido" se entiende aquél cuyos usos dentro de una o más categorías han sido prohibidos en su totalidad, en virtud de una medida reglamentaria firme, con objeto de proteger la salud humana o el medio ambiente. Ello incluye los productos químicos cuya aprobación para primer uso haya sido denegada o que las industrias hayan retirado del mercado interior o de ulterior consideración en el proceso de aprobación nacional cuando haya pruebas claras de que esa medida se haya adoptado con objeto de proteger la salud humana o el medio ambiente;
- c) Por "producto químico rigurosamente restringido" se entiende todo aquél cuyos usos dentro de una o más categorías hayan sido prohibidos prácticamente en su totalidad, en virtud de una medida reglamentaria firme, con objeto de proteger la salud humana o el medio ambiente, pero del que se sigan autorizando algunos usos específicos. Ello incluye los productos químicos cuya aprobación para prácticamente cualquier uso haya sido denegada o que las industrias hayan retirado del mercado interior o de ulterior consideración en el proceso de aprobación nacional cuando haya pruebas claras de que esa medida se haya adoptado con objeto de proteger la salud humana o el medio ambiente;
- e) Por "medida reglamentaria firme" se entiende toda medida para prohibir o restringir rigurosamente un producto químico adoptada por una Parte que no requiera la adopción de ulteriores medidas reglamentarias por esa Parte;
- f) Por "exportación" e "importación", en sus acepciones respectivas, se entiende el movimiento de un producto químico de una Parte a otra Parte, excluidas las operaciones de mero tránsito;
- g) Por "Parte" se entiende un Estado u organización de integración económica regional que haya consentido en someterse a las obligaciones establecidas en el presente Convenio y en los que el Convenio esté en vigor;
- h) Por "organización de integración económica regional", se entiende una organización constituida por Estados soberanos de una región determinada a la que sus Estados miembros hayan transferido competencias en asuntos regulados por el presente Convenio y que haya sido debidamente

facultada, de conformidad con sus procedimientos internos, para firmar, ratificar, aceptar o aprobar el Convenio o adherirse a él.

i) Por "Comité de Examen de Productos Químicos" se entiende el órgano subsidiario a que se hace referencia en el párrafo 6 del artículo 18.

### **Artículo 3**

#### **Ámbito de aplicación del Convenio**

1. El presente Convenio se aplicará a:

- a) Los productos químicos prohibidos o rigurosamente restringidos; y
- b) Las formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas.

2. El presente Convenio no se aplicará a:

- a) Los estupefacientes y las sustancias sicotrópicas;
- b) Los materiales radiactivos;
- c) Los desechos;
- d) Las armas químicas;
- e) Los productos farmacéuticos, incluidos los medicamentos humanos y veterinarios;
- f) Los productos químicos utilizados como aditivos alimentarios;
- g) Los alimentos;
- h) Los productos químicos en cantidades que sea improbable afecten a la salud humana o el medio ambiente, siempre que se importen:

### **Artículo 15**

#### **Aplicación del Convenio**

1. Cada Parte tomará las medidas necesarias para establecer y fortalecer su infraestructura y sus instituciones nacionales para la aplicación efectiva del presente Convenio. Esas medidas podrán incluir, cuando proceda, la adopción o enmienda de medidas legislativas o administrativas nacionales, y además:

- a) El establecimiento de registros y bases de datos nacionales, incluida información relativa a la seguridad de los productos químicos;
- b) El fomento de las iniciativas de la industria para promover la seguridad en el uso de los productos químicos; y
- c) La promoción de acuerdos voluntarios, teniendo presente lo dispuesto en el artículo 16.

2. Cada Parte velará porque, en la medida de lo posible, el público tenga acceso adecuado a la información sobre manipulación de productos químicos y gestión de accidentes y sobre alternativas que sean más seguras para la salud humana o el medio ambiente que los productos químicos enumerados en el anexo III del presente Convenio.

3. Las Partes acuerdan cooperar, directamente o, si procede, por conducto de las organizaciones internacionales competentes, para la aplicación del presente Convenio a nivel subregional, regional y mundial.

4. Nada de lo dispuesto en el presente Convenio se interpretará en forma que restrinja el derecho de las Partes a tomar, para proteger la salud humana y el medio ambiente, medidas más estrictas que las establecidas en el presente Convenio, siempre que sean compatibles con las disposiciones del Convenio y conformes con el derecho internacional.

**ANEXO III**  
**PRODUCTOS QUÍMICOS SUJETOS AL PROCEDIMIENTO DE CONSENTIMIENTO FUNDAMENTADO PREVI**

Producto Químico	Número o Números CAS	Categoría
2,4,5 - T	93-76-5	Plaguicida
Aldrina	309-00-2	Plaguicida
Captafol	2425-06-1	Plaguicida
Clordano	57-74-9	Plaguicida
Clordimeformo	6164-98-3	Plaguicida
Clorobencilato	510-15-6	Plaguicida
DDT	50-29-3	Plaguicida
Dieldrina	60-57-1	Plaguicida
Dinoseb y sales de Dinoseb	88-85-7	Plaguicida
1,2-dibromoetano (EDB)	106-93-4	Plaguicida
Fluoroacetamida	640-19-7	Plaguicida
HCH (mezcla de isómeros)	608-73-1	Plaguicida
Heptacloro	76-44-8	Plaguicida
Hexaclorobenceno	118-74-1	Plaguicida
Lindano	58-89-9	Plaguicida
Compuestos de mercurio, incluidos compuestos inorgánicos de mercurio, compuestos alquílicos de mercurio y compuestos alcohalquílicos y arílicos de mercurio		Plaguicida
Pentaclorofenol	87-86-5	Plaguicida
Monocrotophos (formulaciones líquidas solubles de la sustancia que sobrepasen los 600 g/l de ingrediente activo)	6923-22-4	Formulación plaguicida extremadamente peligrosa
Metamidophos (formulaciones líquidas solubles de la sustancia que sobrepasen los 600 g/l de ingrediente activo)	10265-92-6	Formulación plaguicida extremadamente peligrosa
Fosfamidón (formulaciones líquidas solubles de la sustancia que sobrepasen los 1000 g/l de ingrediente activo)	13171-21-6 (mezcla, isómeros (E) y (Z)) 23783-98-4 (isómero (Z)) 297-99-4 (isómero (E))	Formulación plaguicida extremadamente peligrosa
Metil-paratión (concentrados emulsificables (CE) con 19,5%, 40%, 50% y 60% de ingrediente activo y polvos que contengan 1,5%, 2% y 3% de ingrediente activo)	298-00-0	Formulación plaguicida extremadamente peligrosa
Paratión (se incluyen todas las formulaciones de esta sustancia -aerosoles, polvos secos (PS), concentrado entreculsificable (CE), gránulos (GR) y polvos humedecibles (PH) - excepto las suspensiones en cápsula (SC))	56-38-2	Formulación plaguicida extremadamente peligrosa
Crocicidolita	12001-28-4	Industrial
Bifenilos polibromados (PBB)	36355-01-8 (hexa-)	Industrial



	27858-07-7 (octa-) 13654-09-6 (deca-)	
Bifenilos policlorados (PCB)	1336-36-3	Industrial
Terfenilos policlorados (PCT)	61788-33-8	Industrial
Fosfato de tris (2,3-dibromopropil)	126-72-7	Industrial

## ANEXO Nº 4

### Listado de Normas argentinas, chilenas y peruanas referidas a los PCB

#### *República Argentina*

- **Ley 23.922 – Ratificación del Convenio de Basilea.** Aprueba el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, suscrito en la ciudad de Basilea (Confederación Suiza); sancionada el 21 de Marzo de 1991 y promulgada por Decreto 662 (15.04.91).
- **Ley 24.051, “Residuos Peligrosos”,** Regula la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos (08.01.92).
- **Ley 25.287 - Ratificación del Convenio de Rotterdam** (31.07.2000). Aprueba el Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional, adoptado en Rotterdam, Reino de los Países Bajos, el 20 de Septiembre de 1998.
- **Ley 26.011 – Ratificación del Convenio de Estocolmo** (10.01.2005). Aprueba el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, adoptado en Estocolmo, Reino de Suecia, el 22 de mayo de 2001.
- **Ley 26.664 – Enmienda al Convenio de Basilea (07.04.2011)** Aprueba la Enmienda al Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, adoptada por la Tercera Reunión de la Conferencia de las Partes que tuvo lugar en Ginebra, Confederación Suiza, el 22 de septiembre de 1995.
- **Ley 25.612 - Presupuestos Mínimos sobre la Gestión Integral de los Residuos Industriales y de Actividades de Servicio.** Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos industriales y de las actividades de servicios que sean generados en todo el territorio nacional.
- **Ley 25.670** Presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de PCB, con las principales finalidades de: a) Fiscalizar las operaciones asociadas a los PCB, b) La descontaminación o eliminación de aparatos que contengan PCB, c) La eliminación de PCB usados, d) La prohibición de ingreso al país de PCB, e) La prohibición de producción y comercialización de los PCB.

Esta ley ha producido un cambio en la clasificación de las sustancias con contenidos de PCB, establecida por la Resolución Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTySS) 369/1991, para los PCB y PCT y otras sustancias halogenadas.

- **Ley 25675 – Política Ambiental – Presupuestos Mínimos. (28.11.2002)** Presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.
- **Decreto Poder Ejecutivo Nacional (PEN) 181/1992** Residuos Peligrosos. Prohíbase el transporte, la introducción y la importación definitiva o temporal al territorio nacional, al área aduanera especial y a áreas francas creadas o por crearse, de residuos, desechos o desperdicios procedentes de otros países. Publicada en el Boletín Oficial del 29 de Enero de 1992.
- **Decreto Reglamentario PEN 831/1993. (03.05.2003)**Reglamentación de la ley 24.051 sobre Residuos Peligrosos.
- **Decreto PEN 2328/2002. Promulgación de la Ley 25.670 sobre PCB** (19.11.2002).
- **Resolución MTySS 369/1991.** Apruébanse las Normas para Uso, Manipuleo y Disposición Segura de Difenilos Policlorados y sus Desechos, la cual está orientada a proteger tanto a los operarios que están en contacto con PCB como al medio ambiente, indicando la manera de operar con los PCB y sus residuos.
- **Resolución Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente Humano 184/1995** Residuos Peligrosos Operaciones de Exportación
- **Resolución Conjunta Ministerios de Salud y del Trabajo, Empleo y Formación de Recursos Humanos de la Nación 437/2001 y 209/2001** (04.05.2001) En esta Resolución se prohíbe en todo el territorio del país la producción, importación y comercialización de Bifenilos Policlorados y productos y/o equipos que los contengan.
- **Resolución SADS 896/2002 Residuos Peligrosos.** Control previo de exportación de residuos peligrosos. Instrucciones. (12.09.2002).
- **Resolución Ministerio de Salud y Ambiente 313/2005.** (01.04.2005) Habilita el Registro Nacional Integrado de Poseedores de PCB, que funciona en el ámbito de la entonces Dirección Nacional de Gestión Ambiental de la SADS.
- **Normativa local.** Las autoridades locales han generado normativa dentro del ámbito de cada provincia. Así, la Provincia de Buenos Aires cuenta con normativa propia en materia de:
  - a) Residuos peligrosos (especiales), Ley 11.720, Decreto Reglamentario 806/1997.
  - b) Registro de PCB. Resolución de la entonces Secretaría de Política Ambiental (SPA) 2131/2001
  - c) Resolución SPA 618/2003. Cartelería en los aparatos que contengan PCB.
  - d) Resoluciones SPA 1118/2001 y 964/2003. Se dictan con el fin de controlar y establecer una normativa legal específica en la materia, en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, de las operaciones asociadas a los PCB, la descontaminación o eliminación de aparatos que contengan PCB, la eliminación de PCB usados y la prohibición de fabricación e ingreso al territorio provincial de PCB o productos que los contengan.

La citada normativa puede ser más restrictiva que la normativa nacional en cuanto a plazos y concentraciones para definición de PCB.

## **República de Chile**

- **Decreto Fuerza de Ley 725 (1968). Código Sanitario.** Disposiciones de carácter general relativo a manejo de sustancias peligrosas.
- **Decreto Fuerza de Ley 725 (1968). Código Sanitario** Aprobación, fiscalización y control del manejo de sustancias peligrosas.
- **Resolución exenta 610 (1982), Superintendencia de Servicios Eléctricos y de Gas.** Usos de PCB y equipos que contienen PCB.
- **Decreto Fuerza de Ley 725 (1968). Código Sanitario.** Artículo 90. Importación de materias primas y equipos que contiene PCB.
- **Decreto Supremo 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.** Salida del territorio nacional de residuos PCB.
- **Decreto Supremo 298 (1994) del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.** Transporte de Sustancias Peligrosas. 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.
- **Decreto Supremo 746 de 1990, del Ministerio de Defensa,** que regula el transporte sin riesgo de mercancías peligrosas por vía aérea.
- **Ley de Navegación (D.L. 2222 de 1978) y el Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática (D.S. 1 de 1992, del Ministerio de Defensa)** que regulan el transporte marítimo.
- **Resolución 5.081 (1993). Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.** Sistema de Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales.
- **D.F.L. 1 (1990). Ministerio de Salud. Determina las materias que, conforme a lo dispuesto en el Artículo 7º del Código Sanitario,** requieren Autorización Sanitaria Expresa para la Acumulación, tratamiento y disposición de residuos peligrosos. Este decreto, en su artículo 20, define entre otras sustancias los PCB como residuos industriales peligrosos.
- **Decreto Supremo 594 (1999) Ministerio de Salud. Aprueba el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo y deroga al D.S. 745/ (1993).** (modificado por el Decreto Supremo 201 (2001) del Ministerio de Salud).
- **Decreto Supremo 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 y regula los aspectos de la acumulación y transporte de residuos de industrias insalubres o peligrosos.
- **Ley 18.902 (1991). Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Descarga de Residuos Industriales.** Que establece las funciones de la Superintendencia de Servicios Sanitarios en cuanto a la fiscalización de los prestadores de servicios sanitarios y al control de los residuos líquidos industriales.

- **Decreto Supremo 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. 745/ (1993). (modificado por el Decreto Supremo 201 (2001) del Ministerio de Salud).** 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.
- **Ley 3133 (1916) del Ministerio de Obras Públicas. Neutralización y Depuración de los residuos provenientes de establecimientos industriales.** Señala que 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.
- **Decreto Supremo 351 (1992) del Ministerio de Obras Públicas. Aprueba Reglamento para Neutralización y Depuración de los residuos industriales a que se refiere la Ley 3133, modificado por el D.S. 1172 (1997),** del Ministerio de Obras Públicas, (18.04.98), establece la competencia de las empresas de servicios sanitarios, en la aprobación y fiscalización de los sistemas de tratamiento de residuos líquidos industriales descargados a sus redes.
- **Decreto Supremo 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.
- **Ley Marco sobre Residuos Peligrosos.**
- **Decreto Supremo 148 (2004).Ministerio de Salud. Aprueba Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos.** Se 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, del sistema de declaración y seguimiento de residuos peligrosos.
- **Participación de Chile en la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE):** La inclusión de Chile a este foro ha hecho que este país tenga obligaciones en cuanto a la gestión de sustancias químicas coherentes con los acuerdos internacionales de carácter comercial, y

los ambientales, teniendo en cuenta la necesidad de fortalecer sus capacidades nacionales en la gestión de COP y el cumplimiento de los Convenios de Estocolmo, Basilea y Rotterdam.

## ***República del Perú***

Perú no cuenta normas específicas para la gestión de PCB, pero sí con normas de carácter general que incluyen a los PCB en su mandato, sea para la gestión de sustancias peligrosas o de residuos peligrosos.

- ***Decreto Supremo 067-2005-RE (10/08/05), Ratificación del Convenio de Estocolmo*** por parte de Perú. Este documento establece el compromiso del país con el cumplimiento de las disposiciones del Convenio de Estocolmo, el cual adquiere la envergadura de instrumento jurídico supranacional vinculante.
- ***Resolución Legislativa 26234. Aprueba el Convenio de Basilea sobre el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos*** (19/10/93). Los Artículos 11, 41, 61 y 131; los Anexos I, II, IV de dicha resolución establecen las medidas apropiadas para el intercambio adecuado de información respecto del movimiento transfronterizo de residuos peligrosos y su control adecuado.
- ***Ley 28611, Ley General del Ambiente*** (15/10/2005). Establece que las instalaciones para la fabricación, procesamiento o depósito de sustancias químicas peligrosas explosivas deben estar ubicadas en áreas industriales, según el criterio de zonificación aprobado por el gobierno local. Art. 23° (23.3). El Art. 83° (83.1, 83.2) establece las disposiciones para el control de sustancias químicas y establece la responsabilidad del generador con respecto a la gestión de residuos peligrosos.
- ***Ley 27314, Ley General de Residuos Sólidos*** (10/07/2000). Este es el marco legal para la gestión de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, que incluye a PCB. Esta ley establece que todo residuo sólido que contenga PCB en una concentración igual o mayor que 50 mg/kg es declarado Residuo Peligroso.
- El ***Decreto Supremo 057-2004-PCM del Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos*** incluye los residuos de aceites y solventes industriales en su Novena Disposición Complementaria, Transitoria y Final, por lo tanto esta ley establece la gestión ambientalmente segura de dichos residuos líquidos peligrosos por parte de compañías registradas (EPS-RS o EC-RS).
- ***Ley de Concesiones Eléctricas – Decreto Ley 25844*** (19/11/92), regula las actividades relacionadas con la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía

eléctrica. También señala que el Estado previene la conservación del medio ambiente y del uso racional de los recursos naturales en el desarrollo de las actividades relacionadas con la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

- **Decreto Supremo 29-94-EM, Regulación sobre la protección ambiental de las actividades de la energía eléctrica** – El Anexo N° 2 es el Informe sobre la generación de emisiones y vertimiento de residuos de las actividades de la energía eléctrica. En virtud al mencionado Anexo N° 2 referidos a los residuos industriales que se deben declarar en forma obligatoria, se enumeran los materiales que contienen PCB, que deben ser informados indicando cantidades y otras características, al igual que la disposición final efectuada.
- **Ley 28256, Ley sobre el Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos** (19/06/2004), establece las disposiciones generales para el transporte de residuos peligrosos, y por lo tanto es aplicable a los residuos contaminados con PCB.
- **Decreto Supremo 021-2008-MTC que aprueba el Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos**, que regula el transporte de residuos y materiales peligrosos, que incluye los PCB.
- **Decreto Supremo 016-93-EM, Reglamento para la protección ambiental en la actividad minero-metalúrgica** (01/05/93).- El Anexo 1 es el Informe sobre la Generación de Emisiones y/o Vertimientos de Residuos de la Industria Minero- Metalúrgica, el mismo que incluye un apartado específico para la declaración de residuos industriales que contienen PCB, y detalla su disposición final.
- **Decreto Supremo 002-2008-MINAM (30.07.2008).- Aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua** superficial destinada a la obtención de agua potable: Clase A1 0.000001 mg/L, Clase A2 0.000001 mg/L, hasta Clase A3; y Clase B1 y Clase B2 (para agua superficial destinada a la recreación).

## ANEXO N° 5

### Parte II del Convenio de Estocolmo

#### Bifenilos policlorados

Cada Parte deberá:

- a) Con respecto a la eliminación del uso de los bifenilos policlorados en equipos (por ejemplo, transformadores, condensadores u otros receptáculos que contengan existencias de líquidos

residuales) a más tardar en 2025, con sujeción al examen que haga la Conferencia de las Partes, adoptar medidas de conformidad con las siguientes prioridades:

- i) Realizar esfuerzos decididos por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga más de un 10% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a 5 litros;
  - ii) Realizar esfuerzos decididos por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga de más de un 0,05% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a los 5 litros;
  - iii) Esforzarse por identificar y retirar de uso todo equipo que contenga más de un 0,005% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a 0,05 litros;
- b) Conforme a las prioridades mencionadas en el apartado a), promover las siguientes medidas de reducción de la exposición y el riesgo a fin de controlar el uso de los bifenilos policlorados:
- i) Utilización solamente en equipos intactos y estancos y solamente en zonas en que el riesgo de liberación en el medio ambiente pueda reducirse a un mínimo y la zona de liberación pueda descontaminarse rápidamente;
  - ii) Eliminación del uso en equipos situados en zonas donde se produzcan o elaboren de alimentos para seres humanos o para animales;
  - iii) 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;
- c) Sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo 2 del artículo 3, velar por que los equipos que contengan bifenilos policlorados, descritos en el apartado a), no se exporten ni importen salvo para fines de gestión ambientalmente racional de desechos;
- d) Excepto para las operaciones de mantenimiento o reparación, no permitir la recuperación para su reutilización en otros equipos que contengan líquidos con una concentración de bifenilos policlorados superior al 0,005%.
- e) Realizar esfuerzos decididos para lograr una gestión ambientalmente racional de desechos de los líquidos que contengan bifenilos policlorados y de los equipos contaminados con bifenilos policlorados con un contenido de bifenilos policlorados superior al 0,005%, de conformidad con el párrafo 1 del artículo 6, tan pronto como sea posible pero a más tardar en 2028, con sujeción al examen que haga la Conferencia de las Partes;
- f) En lugar de lo señalado en la nota ii) de la parte I del presente anexo, esforzarse por identificar otros artículos que contengan más de un 0,005% de bifenilos policlorados (por ejemplo,

revestimientos de cables, calafateado curado y objetos pintados) y gestionarlos de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 del artículo 6;

g) Preparar un informe cada cinco años sobre los progresos alcanzados en la eliminación de los bifenilos policlorados y presentarlo a la Conferencia de las Partes con arreglo al artículo 15;

h) Los informes descritos en el apartado g) serán estudiados, cuando corresponda, por la Conferencia de las Partes en el examen que efectúe respecto de los bifenilos policlorados. La Conferencia de las Partes estudiará los progresos alcanzados en la eliminación de los bifenilos policlorados cada cinco años o a intervalos diferentes, según sea conveniente, teniendo en cuenta dichos informes.

## **ANEXO Nº 6**

### **Metodología para la evaluación de riesgos de las personas y el medio ambiente por contaminación PCB**

La identificación y predicción de los riesgos se realiza considerando los eventos y riesgos asociados a la presencia de PCB.

La evaluación abarca los riesgos negativos o adversos y sus correspondientes grados de importancia que dependerán de varios factores como se verá más adelante. Un impacto de riesgo se define como cualquier alteración directa de las condiciones que afecta a la salud, la seguridad y/o bienestar de la los trabajadores o la población, las actividades sociales y económicas, la biota, las condiciones estéticas y sanitarias del medio ambiente y la calidad de los recursos ambientales, causada por cualquier forma de materia o energía resultante de las actividades de operación, mantenimiento y reparación de equipos que pueden contener PCB.

La metodología desarrollada se basa en el Documento Técnico Nº 398 (Ayres, et al., 1998) del Banco Mundial<sup>102</sup>.

Para la aplicación práctica, el modelo de evaluación utilizado, consiste en una serie de hojas de cálculo que permiten la expresión numérica de cada riesgo en términos de su ocurrencia, severidad, prevención y control. Esto permite asignarle un puntaje a cada posible riesgo por cada actividad, para luego clasificarlos de acuerdo a su prioridad relativa y grado de importancia.

Para llevar a cabo la evaluación de impactos se deben seguir los pasos descritos a continuación:

---

<sup>102</sup>Wendy S. Ayres, Kathleen Anderson, David Hanrahan, Setting Priorities for Environmental Management, World Bank Washington, DC, 1998



## Actividades Ambientalmente Significativas

Las actividades principales que se realizan durante la operación, mantenimiento y reparación de equipos son:

- Operación de transformadores
- Temperatura de los transformadores
- Inspección de juntas, piezas de fijación y válvulas
- Limpieza de aisladores
- Toma de muestra de aceite dieléctrico
- Inspección de ruido

## Factores ambientales

Los factores ambientales se consideran como los posibles medios receptores de los elementos contaminantes y por lo tanto el lugar donde se producirá el impacto. Estos factores son considerados en una Matriz de Leopold<sup>103</sup> y se describe a continuación:

### Medio Físico

#### Suelo

- Uso potencial
- Calidad del suelo

#### Aire

- Calidad de aire
- Ruidos
- Radiaciones electromagnéticas

#### Geología

- Procesos geodinámicos
- Erosión

#### Agua

- Calidad de agua
- Áreas hidromórficas

---

<sup>103</sup> Es un método cuantitativo de evaluación de impacto ambiental utilizado para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. El sistema consiste en una matriz con columnas donde se colocan las actividades de un proyecto que pueden impactar, y en las filas los factores ambientales impactados (aire, agua, geología...). Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores, uno indica la magnitud (de -10 a +10) y el segundo la importancia (de 1 a 10) del impacto de la actividad respecto a cada factor ambiental.

## **Medio Biológico**

### **Flora**

- Cobertura herbácea
- Cobertura arbustiva
- Cobertura arbórea
- Especies protegidas

### **Fauna**

- Fauna acuática
- Reptiles/Anfibios
- Aves
- Mamíferos
- Especies en peligro

## **Medio Socioeconómico**

### **Sociales**

- Salud
- Seguridad
- Modo de vida
- Conflictos
- Educación
- Transporte
- Saneamiento

### **Económico**

- Abastecimiento de energía
- Empleo
- Valor de la Tierra
- Agricultura
- Ganadería
- Contaminación cruzada

### Cultural

- Restos arqueológicos
- Paisaje

## Matriz de identificación de riesgos

Se elabora una matriz de identificación de riesgos potenciales que se pudieran generar sobre cada uno de los factores ambientales y socioeconómicos, a consecuencia del desarrollo de las actividades (Tabla de Identificación de Impactos).

En la tabla siguiente se muestra un ejemplo de lo mencionado.

**Tabla N° 9: Tabla de Identificación de Impactos durante la operación**

Medio	Componente	Parámetro/Actividades del proyecto	Operación de transformadores	Temperatura de los transformadores	Inspección de juntas, piezas de	Limpieza de aisladores	Toma de muestra de aceite dieléctrico	Inspección de ruido
			OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6
Físico	Suelo	Uso potencial						
		Calidad del suelo						
	Aire	Calidad de aire						
		Ruidos						
		Radiaciones electromagnéticas						
	Geología	Procesos geodinámicos						
		Erosión						
	Agua	Calidad de agua						
		Áreas hidromórficas						
Biológico	Flora	Cobertura herbácea						
		Cobertura arbustiva						
		Cobertura arbórea						
		Especies protegidas						
	Fauna	Fauna acuática						
		Reptiles/Anfibios						
		Aves						
		Mamíferos						
		Especies en peligro						
Socioeconómico	Sociales	Salud						
		Seguridad						
		Modo de vida						
		Conflictos						
		Educación						
		Transporte						
		Saneamiento						

Medio	Componente	Parámetro/Actividades del proyecto	Operación de transformadores	Temperatura de los transformadores	Inspección de juntas, piezas de	Limpieza de aisladores	Toma de muestra de aceite dieléctrico	Inspección de ruido
			OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6
	Económico	Abastecimiento de energía						
		Empleo						
		Valor de la Tierra						
		Agricultura						
		Ganadería						
		Contaminación cruzada						
Inter humano	Cultural	Restos arqueológicos						
		Paisaje						

## Evaluación cuantitativa de los riesgos

Para cada impacto identificado se realiza un análisis cualitativo, en función de su relación causa - efecto (directo - indirecto), duración (permanente - temporal), área de impacto (extenso - localizado), predictibilidad, mitigación (mitigable - no mitigable) y control.

Con el sustento del análisis cualitativo para todos los riesgos identificados, se procede a la evaluación cuantitativa correspondiente elaborando las matrices de evaluación, asignando por ejemplo puntajes en función de la ocurrencia, severidad y control de cada impacto de acuerdo a las siguientes tablas.

### A. Puntaje para cuantificar los riesgos por probabilidad de ocurrencia

No ocurrirá	0
Baja probabilidad de ocurrencia	2
Mediana probabilidad de ocurrencia	5
Alta probabilidad de ocurrencia	8
Certeza de ocurrencia	10

### B. Puntaje para cuantificar los riesgos por duración del impacto

Instantáneo	0
Corto plazo (< 1 año)	2
Mediano Plazo (< 5 años)	5
Largo Plazo (< 10 años)	8

Permanente/Irreversible	10
-------------------------	----

#### C. Puntaje para cuantificar los riesgos por extensión del Impacto

10 m de radio	0
100 m de radio	1
1 km de radio	2
En un sector de la ciudad	3
En toda la ciudad	5
Regional	8
Nacional/Internacional	10

#### D. Puntaje para cuantificar los riesgos por población Impactada

0 habitantes	0
<50 habitantes	1
<200 habitantes	2
<50000 habitantes	3
<350000 habitantes	5
<1000000 habitantes	8
>1000000 habitantes	10

#### E. Puntaje para cuantificar los riesgos por Impacto a la salud Humana

Mejoramiento sustancial/Potencialmente fatal	10/-10
Mejoramiento mayor/Deterioro mayor	7/-7
Mejoramiento menor/Deterioro menor	2/-2
Sin impacto	0

#### F. Puntaje para cuantificar los riesgos por impacto al ecosistema

Mejoramiento sustancial/Deterioro mayor Ecosistemas sensibles	10/-10
Mejoramiento mayor/Deterioro mayor	7/-7
Mejoramiento mínimo/Deterioro menor	2/-2

Sin impacto	0
-------------	---

#### G. Puntaje para cuantificar los riesgos por Impacto Sociocultural

Mejoramiento sustancial/Pérdida total de recursos	10/-10
Mejoramiento mayor/Deterioro mayor de recursos	7/-7
Mejoramiento menor/Deterioro menor de recursos	2/-2
Sin impacto	0

#### H. Puntaje para cuantificar los riesgos por Impacto Económico

Mejoramiento sustancial/Deterioro catastrófico	10/-10
Mejoramiento mayor/Deterioro mayor de recursos	7/-7
Mejoramiento menor/Deterioro menor de recursos	2/-2
Sin impacto	0

#### I. Puntaje para cuantificar los riesgos por medidas de prevención

Descripción	-ve/+ve impactos
Es posible prevención completa	0/0
Es posible prevención extensiva	2/0
Es posible prevención parcial	5/0
Es posible prevención temporal	8/0
Medidas ineficaces o no disponibles	10/0

#### J. Puntaje para cuantificar los riesgos por medidas de mitigación

Descripción	-ve/+ve impactos
Es posible mitigación completa	0/0
Es posible mitigación extensiva	2/0
Es posible mitigación parcial	5/0
Es posible mitigación temporal	8/0
Mitigación ineficaz o no disponible	10/0

#### K. Puntaje para cuantificar los riesgos por medidas de mantenimiento

Descripción	-ve/+ve impactos
-------------	------------------

No se requiere mantenimiento	0/10
Mínimo mantenimiento en ejecución	5/8
Algún mantenimiento en ejecución	8/5
Mantenimiento extensivo requerido en ejecución	10/0

#### L. Puntaje para cuantificar los riesgos por medidas de monitoreo

Descripción	-ve/+ve impactos
No se requiere monitoreo	0/10
Mínimo monitoreo en ejecución	5/8
Algún monitoreo en ejecución	8/5
Monitoreo extensivo requerido en ejecución	10/0

Los conceptos que se deberán tener en cuenta para asignar correctamente el puntaje son los de identificar adecuadamente el Efecto en el medio y la Relación Causa-Efecto, además de la Duración del impacto, identificar acertadamente el Área de Impacto y su condición de Reversibilidad. Analizando más detenidamente se tendrá la necesidad de establecer el grado de mitigación que se puede ofrecer para contrarrestar los efectos del impacto que conduce a su vez a la necesidad extensiva o no del mantenimiento de la medida de mitigación y su monitoreo.

Para mejor entendimiento se definen algunos conceptos que ayudarán a la interpretación:

##### **Efecto**

El efecto en este caso es siempre adverso o negativo ya que implica un impacto o daño o deterioro potencial de las condiciones existentes.

##### **Relación Causa-Efecto**

Para este caso solamente se ha tomado en cuenta los directos que es cuando el atributo ambiental o recurso afectado recibe el impacto de las actividades de operación y mantenimiento sin la participación de factores externos.

##### **Duración**

**Permanente:** tienen lugar durante las fases de operación que podrían impedir la recuperación del atributo en el período de vida.

**Temporal:** tienen lugar durante las fases de operación y mantenimiento del proyecto y que son reversibles. Como tal, el atributo afectado puede recuperarse en estas fases.

##### **Área de Impacto**

Extendida: cuando el impacto se produce en un área o sector extenso.

Localizada: cuando el impacto se produce en un área o sector limitado

### Condición

**Reversible:** cuando después de cierto período, el atributo afectado recupera en forma natural su condición inicial (después que la fuente de riesgo ha sido retirada).

**Irreversible:** cuando después de cierto período, el atributo afectado no recupera en forma natural su condición inicial (después que la fuente del impacto haya sido retirada). Estos impactos requerirán medidas de mitigación.

### Mitigación

**Mitigable:** cuando los efectos pueden ser minimizados, revertidos o anulados con la implementación de medidas de mitigación o corrección.

**No Mitigable:** cuando los efectos no pueden ser minimizados, revertidos o anulados con la implementación de medidas de mitigación o corrección

Este procedimiento permitirá otorgar un puntaje total y asignar un nivel de importancia o significancia a cada impacto, para ello se puede utilizar una matriz como la que se muestra a continuación:

**Tabla Nº 10: Matriz para la cuantificación de Impactos/Riesgos**

Parámetro/ Actividades	Ocurrencia				Severidad				Medidas de Control				Puntaje total	Categoría de Significación
	A. Probabilidad	B. Duración	C. Extensión	D. Población	E. Salud Humana	F. Ecosistema	G. Socio cultural	H. Económico	I. Prevención	J. Mitigación	K. Mantenimiento	L. Monitoreo		
Actividad Ambientalmente Significativa Nº 1														
Calidad del suelo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Puntaje	calificación
Calidad de aire	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Puntaje	calificación
Ruidos	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Puntaje	calificación
Radiaciones electromagnéticas	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Puntaje	calificación
Calidad de agua	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Puntaje	calificación
Salud	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Puntaje	calificación
Seguridad	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Puntaje	calificación
Contaminación cruzada	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Puntaje	calificación

Para calcular el valor del puntaje se deberá aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Puntaje total} = (A+B+C+D) (E+F+G+H) (I+J+K+L)/1000$$

Es importante destacar que la evaluación del criterio de control, se refiere a la viabilidad de controlar los impactos / riesgos (en función a su posible prevención, a la necesidad de aplicación de medidas de mantenimiento y de monitoreo y a su potencial de mitigación), y no a la aplicación de medidas para el efecto. En este contexto, con el modelo utilizado se establece que, si el impacto no es previsible, requiere de un intenso mantenimiento y monitoreo y no es mitigable, el parámetro de requerimiento de medidas de control tendrá un puntaje alto, que redundará en una calificación



final negativa alta del riesgo y su consecuente clasificación como negativo de extrema importancia o significancia.

Para la evaluación cuantitativa se asignaron puntajes a los impactos/riesgos ocasionados por las actividades en las diferentes fases. Los rangos de puntaje utilizados se muestran en la siguiente Tabla. Éstos permiten categorizar los impactos de acuerdo a su grado de significancia o importancia.

**Tabla Nº 11: Categorización de impactos**

Categoría de Importancia	Resultado del Impacto	
	Negativo	Positivo
Extrema	$\leq -15,0$	$\geq +15,0$
Alta	$\leq -5,0$	$\geq +5,0$
Media	$\leq -1,0$	$\geq +1,0$
Baja	$> -1,0$	$< +1,0$

En base a los impactos/riesgos identificados y cuantificados se realiza el diseño de las medidas de prevención y mitigación.

## ANEXO Nº 7

### Especificaciones técnicas sugeridas para los almacenes temporales para PCB<sup>104</sup>

#### Almacén bajo techo:

- Estar ubicado por lo menos a 150 metros<sup>105</sup> de puntos sensibles tales como cuerpos de agua, áreas vulnerables de inundación, zonas agrícolas, sitios donde se preparen o se procesen alimentos, escuelas, hospitales, y en general de zonas de concentración pública o aquellas identificadas de alto riesgo por las Autoridades competentes o en base a una evaluación técnica o de riesgo. Asimismo, se considera que estén separados de las áreas de producción, servicios, oficinas, almacenamiento de insumos, materias primas o de productos terminados, de acuerdo al detalle que establezca la autoridad competente.
- Tener piso de material impermeable y muy resistente.
- Contar con sistemas de drenaje y tratamiento de lixiviados.
- Se debe asegurar el taponamiento de todos los drenajes del piso si es que no se derivan a un tratamiento de los líquidos recolectados o lixiviados, evitando así la contaminación del suelo y subsuelo u otros ecosistemas.

<sup>104</sup> Guía para el Manejo Ambiental de Existencias y Residuos con PCB. Proyecto ONUDI GF/PER/10/001. DIGESA 2011; lo desarrollado en la presente sección es información sugerida y que deberá ser tomada en consideración ante la ausencia de normativa específica en la materia. Las condiciones de los almacenes deben ser evaluadas y autorizadas por autoridad competente para su autorización.

<sup>105</sup> Este valor es sugerido y dependerá de las condiciones particulares de la región o normativa local en la materia y de ordenamiento ambiental territorial correspondiente.

- Los pasillos o áreas de tránsito deben ser lo suficientemente amplios para permitir el paso de maquinarias y equipos, así como para permitir el desplazamiento del personal de seguridad o de emergencia.
- La ventilación de este lugar no debe llegar a otros ambientes donde vivan o trabaje el personal.
- Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible.
- Disponer de equipos y materiales para enfrentar alguna emergencia de acuerdo a un Plan de Contingencias establecido.
- Contar con sistemas contra incendios, dispositivos de seguridad operativos y equipos e indumentaria de protección para el personal.
- Debe tener un adecuado y seguro cerco perimétrico temporal, además de señales de advertencia visibles y comprensibles sobre la presencia de PCB.

#### **A la Intemperie:**

- Debe estar ubicado por lo menos a 150 metros<sup>106</sup> de puntos sensibles tales como cuerpos de agua, áreas vulnerables de inundación, zonas agrícolas, sitios donde se preparen o se procesen alimentos, escuelas, hospitales; áreas de producción y almacenamiento, oficinas de la empresa; y en general, de zonas de concentración pública o aquellas identificadas como de alto riesgo por la empresa o las Autoridades competentes o en base a una evaluación técnica o de riesgo.
- Emplear como infraestructura para almacenamiento a la intemperie contenedores para embarque marítimo de acero y con cerrojo o remolques con cerrojo u otros semejantes. Interiormente los equipos deberán estar sobre bandejas metálicas que contengan cualquier fuga de aceite del equipo.
- El piso del contenedor tendrá una lona impermeable a los PCB y los residuos debidamente acondicionados se colocarán en posición vertical sobre parihuelas y deberán amarrarse previendo sus caídas.
- Si no se puede emplear dichos contenedores, se debería utilizar un terreno plano, cubriéndose con lonas y materiales absorbentes de PCB para impermeabilización de suelos y rodearla de una berma de tierra. Se debe colocar la lona de forma continua sobre la berma, enterrando el borde por fuera de ésta.
- También se cubrirá a los residuos para protegerlos de la lluvia, empleando lonas impermeables o capas de plástico, asegurando estas cubiertas de forma que el viento no pueda desplazarlas.
- Estas áreas de almacenamiento deberán tener una cerca temporal y señales de advertencia sobre la presencia de PCB.

---

<sup>106</sup> Ídem apostilla 87

### **Almacenamiento a largo plazo**

En este caso, el almacén para residuos con PCB debe ser una instalación cerrada por el alto riesgo de contaminación de las aguas de lluvia y consecuentemente la diseminación de la contaminación del ambiente por los PCB.

Este tipo de almacén tendrá las características mínimas siguientes:

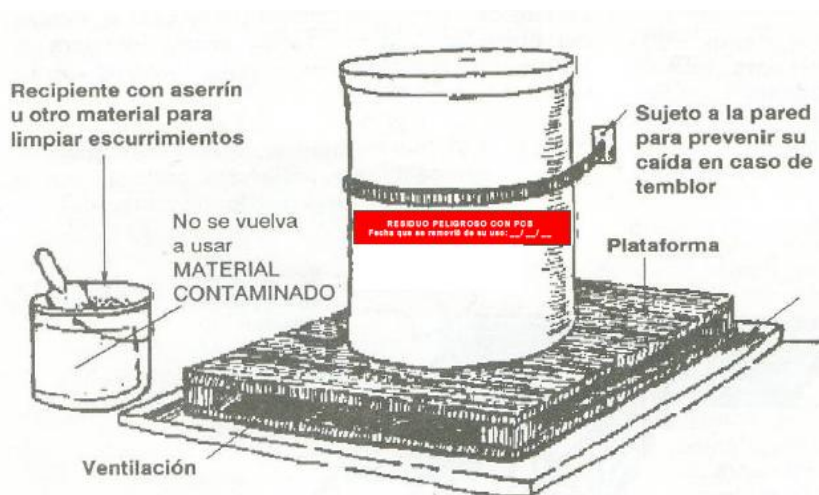
- Estar ubicado por lo menos a 100 metros<sup>107</sup> de puntos sensibles tales como cuerpos de agua, áreas vulnerables de inundación, zonas agrícolas, sitios donde se preparen o se procesen alimentos, escuelas, hospitales, y en general de zonas de concentración pública o aquellas identificadas como de alto riesgo por las Autoridades competentes o en base a una evaluación técnica.
- Su construcción será realizada con materiales incombustibles.
- El local será de una sola planta, apto para estiba a un solo nivel y contará con pasillos interiores apropiados para el transporte.
- Tener techo y en el caso de zonas lluviosas también contar con un sistema recolector de agua de lluvia, evitando que ingrese agua al almacén.
- Tener piso de material impermeable y resistente a la carga con pendiente a fin de facilitar la remoción del derrame.
- Contar con un sistema de contención con una capacidad de almacenamiento de líquidos con PCB equivalente al 125% del volumen total de líquidos con PCB almacenados (contenidos en los equipos y materiales situados en esta instalación). Este sistema de contención deberá garantizar su impermeabilidad, y su diseño debe facilitar la captación del líquido con PCB para una remoción bajo un procedimiento de trabajo seguro.
- Contar con una bomba de uso exclusivo, cuando por una situación de emergencia requiera transvasarse el líquido PCB.
- La altura de las paredes será tal que impedirá la incidencia del sol y/ o la proyección de agua de lluvia sobre los residuos.
- Asegurar una buena ventilación, que no permita la concentración de gases o vapores derivados del líquido con PCB. Cuando no sea suficiente una ventilación natural se deberá aplicar una ventilación mecánica mediante un diseño de ingeniería que asegure una ventilación eficiente sin poner en riesgo la salud de los que pueden verse expuestos.
- No se debe almacenar combustibles dentro de 10 metros a la redonda del almacén.
- Estar dotado de un sistema de protección contra incendio para atacar fuegos de tipo químico y eléctrico principalmente.
- Tener una instalación de pararrayos.

---

<sup>107</sup> Ídem apostilla 87

- Su acceso estará restringido sólo a personal autorizado.
- Tener avisos y señales de seguridad colocados de manera visible. La información contenida en los avisos de seguridad tratará de sustancias peligrosas, prevención de accidentes (no hacer fuego, no fumar, mantener orden y limpieza y avisos sobre los PCB y sus peligros, hoja de seguridad, etc.) y seguridad (acceso restringido a personal autorizado, use sus equipos de protección personal, directorio con los números telefónicos de emergencia, etc.).
- En el exterior y próximo al acceso de este almacén se construirá instalaciones auxiliares: área para la conservación de los equipos de protección personal, materiales de limpieza en caso de derrames, zona de descontaminación para su uso en el caso de exposición a PCB y vestuarios y servicios higiénicos (incluirán facilidades tipo armario con los equipos de protección personal respectivos, ducha, lavaojos, etc.).
- Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible.
- Disponer de equipos y materiales para enfrentar alguna emergencia de acuerdo a un Plan de Contingencias establecido.
- Contar con sistemas contra incendios, dispositivos de seguridad operativos y equipos e indumentaria de protección para el personal.
- Tener una adecuada seguridad, además de señales de advertencias visibles y comprensibles sobre la presencia de PCB.
- Situar los equipos y materiales sobre parihuelas de apoyo y sujetarlos a las mismas de manera apropiada (preferentemente sujetarlos en bases fijas, como se muestra en el gráfico siguiente).

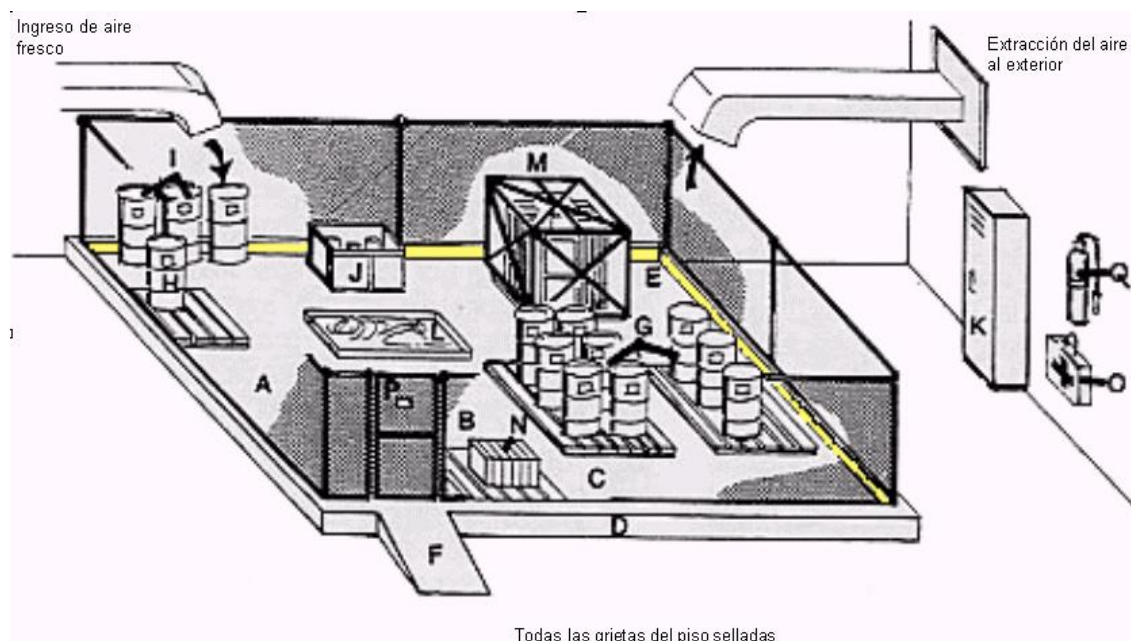
**Figura Nº 24: Acondicionamiento de residuos (Cilindro con PCB) para su Almacenamiento**



Fuente: <http://www.ec.gc.ca/pcb>

En el siguiente gráfico se aprecian las características que debe cumplir un almacén permanente, de acuerdo a los requerimientos del Ministerio del Ambiente de Canadá descritos en el Handbook on PCB in Electrical Equipment:

**Figura Nº 25: Características de un almacén permanente**



Fuente: <http://www.ec.gc.ca/Publications/C8925758-5AF3-474D-B7C7-157045250986/p120.pdf> Pág. 42

Donde:

A: Cerca de seguridad (alambrado metálico)

B: Puerta con candado

C: Piso de concreto (sin drenaje)

D: Banqueta de concreto alrededor del perímetro del área de almacenamiento; el interior de la banqueta debe pintarse con pintura epóxica.

E: Mezcla selladora (enlucido) en las esquinas de la banqueta para evitar filtraciones debajo de ésta.

F: Rampa de acceso sobre la banqueta de concreto

G: Cilindros de acero que contienen líquidos PCB, condensadores usados y materiales contaminados almacenados sobre plataformas (parihuelas) para fácil movilidad.

H: Cilindros de acero que contienen líquidos PCB que no se han usado, almacenados sobre plataformas (parihuelas).

I: Cilindros de acero de repuesto para materiales líquidos de PCB.

J: Materiales de limpieza sin contaminar almacenados en cajones debidamente etiquetados.

K: Armario para ropa que se usa cuando se trabaja con PCB.

L: Bombas y mangueras para usar con líquidos PCB puestos en una bandeja abierta para colectar escurrimientos.

M: Transformador usado en caja protectora.

O. Rótulo de PCB en la puerta.

P. Aviso con procedimientos para limpieza en emergencias.

Por otra parte, las medidas de gestión propias del almacenamiento que deben ser practicadas permanentemente son:

- Llevar un Registro de la existencia de estos residuos, disponible en el almacén y una copia del mismo en otro sitio.
- Supervisar el uso correcto del rotulado de los residuos.
- Verificar que todos los residuos estén debidamente acondicionados y supervisar que no haya fugas o goteos. De haberlos, notificar al área responsable para su control. (Cualquier envase que presente escapes o goteos deberá cambiarse por otro, en buenas condiciones).
- Mantener una bitácora de las inspecciones.
- Ejercer todas las medidas de seguridad que corresponden (a nivel de instalaciones, la carga de los residuos y personal).
- Velar por el mantenimiento permanente de la instalación.
- Contar con los PTS para el almacenamiento de los equipos, materiales y residuos contaminados o conteniendo PCB.

## ANEXO Nº 8

### EJEMPLO DE HOJA DE SEGURIDAD PARA PCB (MSDS)

#### Fichas Internacionales de Seguridad Química

<b>BIFENILO POLICLORADO (AROCOR 1254)</b>		<b>ICSC: 0939</b>	
		Octubre 1999	
Clorobifenilo (54% cloro)		Clorodifenilo (54% cloro)	
<b>CAS:</b> 11097-69-1 <b>RTECS:</b> TQ1360000 <b>NU:</b> 2315 <b>CE Índice Anexo I:</b> 602-039-00-4 <b>CE / EINECS:</b> 215-648-1		Masa molecular: 327 (media) <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> </div>	

TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: polvo, dióxido de carbono,
<b>EXPLOSIÓN</b>			

EXPOSICIÓN		¡EVITAR LA FORMACION DE NIEBLA DEL PRODUCTO! ¡HIGIENE ESTRICTA!	
Inhalación		Ventilación.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
Piel	¡PUEDE ABSORBERSE! Piel seca. Enrojecimiento.	Guantes de protección. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar con agua y jabón. Proporcionar asistencia médica.
Ojos		Gafas ajustadas de seguridad, pantalla facial.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Dolor de cabeza. Aletargamiento.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Reposo. Proporcionar asistencia médica.

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
Consultar a un experto. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado. No transportar con alimentos y piensos. Contaminante marino severo. <b>Clasificación UE</b> Símbolo: Xn, N R: 33-50/53; S: (2-)35-60-61 Nota: C <b>Clasificación NU</b> Clasificación de Peligros NU: 9 Grupo de Envasado NU: II

RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-90GM2-II-L	Separado de alimentos y piensos. Mantener en lugar fresco, seco y bien ventilado.

**IPCS**  
 International Programme on Chemical Safety

**WHO**

**ILO**

**UNEP**

MINISTERIO DE TRABAJO E INMIGRACIÓN

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2005

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO



## Fichas Internacionales de Seguridad Química

**BIFENILO POLICLORADO (AROCLO 1254)**

**ICSC: 0939**

### DATOS IMPORTANTES

**ESTADO FÍSICO; ASPECTO:**

Líquido amarillo claro, viscoso.

**PELIGROS QUÍMICOS:**

La sustancia se descompone al arder, produciendo gases tóxicos e irritantes.

**LÍMITES DE EXPOSICIÓN:**

TLV: 0.5 mg/m<sup>3</sup> (como TWA), (piel), A3 (ACGIH 2004).  
MAK: 0.05 ppm, 0.70 mg/m<sup>3</sup>, H (absorción dérmica), Categoría de limitación de pico: II(8), Cancerígeno: categoría 3B, Riesgo para el embarazo: grupo B (DFG 2004).

**VÍAS DE EXPOSICIÓN:**

La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol, a través de la piel y por ingestión.

**RIESGO DE INHALACIÓN:**

Por evaporación de esta sustancia a 20 °C se puede alcanzar bastante lentamente una concentración nociva en el aire.

**EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA:**

El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. Cloracné es el efecto más visible. La sustancia puede afectar al hígado. La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.

### PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad relativa (agua = 1): 1.5

Solubilidad en agua: ninguna

Presión de vapor, Pa a 25 °C: 0.01

Coefficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 6.30 (estimado)

### DATOS AMBIENTALES

Puede producirse una bioacumulación de esta sustancia en organismos acuáticos. Evítese efectivamente que el producto químico se incorpore al ambiente.

### NOTAS

Cambia a estado resinoso (punto de fluidez) a 10 °C. Intervalo de destilación: 365 °-390 °C. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en octubre de 2004: ver Límites de exposición, Clasificación UE, Respuesta de Emergencia

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Límites de exposición profesional (INSHT 2011):

VLA-ED: 0,05 ppm; 0,7 mg/m<sup>3</sup>

Notas: vía dérmica. Alterador endocrino. Esta sustancia tiene establecidas restricciones a la fabricación, comercialización o al uso especificadas en el Reglamento REACH.

**Nota legal**

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

© IPCS, CE 2005



## ANEXO Nº 9

### Transporte Transfronterizo<sup>108</sup>

Cualquier movimiento transfronterizo de sustancias químicas de PCB se encuentra alcanzada por el Convenio de Rotterdam y cualquier desecho peligroso de PCB debe cumplir las obligaciones establecidas por el Convenio de Basilea. Se recomienda tener presente dichos convenios, así como los requerimientos legales e institucionales nacionales sobre el control de movimientos transfronterizos que se aplican a las sustancias químicas y desechos peligrosos en general.

A continuación se brinda información referida a la recolección y transporte de materiales peligrosos.

#### ***Obligaciones generales relativas a las operaciones de transporte de brindar información:***

- Información sobre la mercadería/mercancía
- Relativa a la carga, ubicación y estiba
- Información sobre el itinerario garantizado de la mercadería

#### ***Obligación de brindar información sobre la mercadería***

El dador de carga es responsable de brindar al transportista toda la información necesaria relativa a los riesgos a la salud y el ambiente asociados al material a transportar.

#### ***Obligaciones relativas a la carga, ubicación y estiba***

En general conciernen al dador de carga y no al transportista; dependiendo de los sistemas normativos nacionales, el transportista podría ser responsable si participa en la carga o estiba. El transportista debe asegurar que estas operaciones se efectúan de acuerdo con las normas que regulan este tipo de transporte. Existen cinco tipos diferentes de normas, dependiendo del tipo de transporte:

- Transporte terrestre nacional
- Transporte terrestre internacional (ADR - RID)<sup>109</sup>
- Transporte marítimo (IMDG-IMO)<sup>110</sup>
- Transporte aéreo
- Transporte ferroviario

Por lo tanto, es necesario usar los métodos de empaque y embalaje establecidos para el tipo de transporte seleccionado en cualquier movimiento transfronterizo de materiales peligrosos. Estas normas no son específicas para desechos peligrosos industriales pero se aplican a los productos químicos en general. Para el caso de desechos que contienen distintas sustancias mezcladas

---

<sup>108</sup> Fuente: Guía para el Manejo Ambientalmente Racional de Equipos, Materiales y Residuos con PCB en el Subsector Eléctrico. OSINERGMIN. 2010

<sup>109</sup> La sigla ADR con la cual se conoce este convenio está relacionada tanto con el nombre del acuerdo en inglés European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road). similar acuerdo regula las condiciones del transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril (RID - International Rule for Transport of Dangerous Substances by Railway)

<sup>110</sup> IMDG - International Maritime Dangerous Goods (Code). (Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas)-IMO International Maritime Organization)

físicamente, dicha mezcla se clasifica en base a la sustancia más peligrosa. Por ejemplo, una mezcla de aceite mineral con un contenido de PCB superior a 50 ppm se clasifica como PCB.

### Embalaje y transporte de materiales peligrosos

1. Es importante que el consignador del producto peligroso esté consciente de las propiedades químicas para así:

- Cumplir con las directivas para el embalaje.
- Brindar al transportista la descripción exacta de la mercadería objeto del transporte y los riesgos de la misma.

2. Tener en cuenta que las normas varían de acuerdo con el tipo de transporte:

Los tipos de embalaje y transporte dependen de la clase de peligro y la clase de embalaje al cual el producto pertenece y la señalización en el embalaje. Así existen nueve clases de peligros los que se aprecian en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3: Clases de peligro

1	1a: Explosivos 1b: Municiones 1c: Fuegos artificiales, bengalas
2	Gases comprimidos, licuados o disueltos
3	Líquidos inflamables
4	4.1: Sólidos inflamables 4.2: Sustancias propensas a combustión espontánea 4.3: Sustancias que en contacto con agua desprenden gases inflamables
5	5.1: Agentes oxidantes 5.2: Peróxidos orgánicos
6	6.1: Sustancias tóxicas 6.2: Sustancias infecciosas
7	Sustancias radiactivas
8	Sustancias corrosivas
9	Materiales peligrosos varios

### Grupos de embalaje

Las mercancías peligrosas de todas las clases, excepto las clases 1, 2 y 7 y las divisiones 5.2 y 6.2, con fines de embalaje se dividieron en tres grupos según el grado de peligro que presentan. Los grupos de embalaje deben ser apropiados para:

- El tipo de mercadería
- Los riesgos que presenta
- Los métodos de transporte y manejo involucrados

En todas las situaciones se debe, además:

- Mantener los contenidos intactos
- Prevenir el contacto con otra mercadería

Todo tipo de mercadería se divide en tres categorías o grupos de embalaje relacionados con el nivel de riesgo, excepto los explosivos, gases, peróxidos orgánicos y materiales radioactivos.

Riesgo alto	Grupo de embalaje I
Riesgo medio	Grupo de embalaje II
Riesgo bajo	Grupo de embalaje III

El grupo de embalaje correcto para cualquier producto u objeto se indicará en su cartilla o en el índice general.

### Etiquetado

El objetivo del etiquetado es identificar la naturaleza de los riesgos que presenta la mercadería y alertar a las personas vinculadas al transporte o manejo de la misma sobre las medidas de precaución apropiadas a tomar. La identificación y clasificación del producto son fundamentales para cualquier operación de embalaje, transporte y almacenamiento. Todos los productos químicos son identificados con un código de la ONU y ubicados en una de las clases de peligros y grupos de embalaje.

En el caso del PCB, el número de identificación del peligro es el 90 (Materiales peligrosos diversos desde el punto de vista del medio ambiente) y la identificación de la materia se asigna con el número 2315, para el caso de los líquidos y 3432 para los sólidos que contengan PCB dentro de su composición.



Por ejemplo:

- Un desecho líquido con NSA contenido de alcohol (no especificado en otro lado) tiene en la codificación de la ONU el número 1987, la clase de peligro 3 y el grupo de embalaje M.
- Un solvente usado para secado en la industria electrónica, el trifluorotricloroetano, tiene en la codificación de la ONU el número 1082, la clase de peligro 2.1 y el grupo de embalaje M.

### Equipamiento en los vehículos de transporte en ruta

Se aplica a:

- Equipos eléctricos y

- Extintores de fuego que usan:
  - Agua
  - Espuma
  - Halocarbonos
  - Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
  - Polvos químicos
- Otros equipos:
  - Limitadores de velocidad
  - Mangueras hidráulicas
  - Tacómetros
  - Accesorios de a bordo (interruptores selectores de batería)
- Equipos especiales de protección y materiales para señalizar (materiales para envolver, bolsas plásticas, láminas plásticas, absorbentes, palas, máscaras, cinta marcadora, tambores vacíos – abiertos y cubiertos – mamelucos descartables, guantes y zapatos especiales para este propósito).
- Ficha de Intervención visible en la cabina y placas de advertencia fuera del camión (carteles de “ peligro” y discos anaranjados)

#### Instrucciones especiales:

- No transportar productos inflamables
- El conductor del vehículo especialmente equipado debe ser consciente del tipo de producto que está transportando y de los riesgos relacionados (debería incluirse la Ficha de Intervención a los documentos de transporte).
- Se deben conocer las instrucciones de emergencia para incidentes y accidentes de manera de prevenir incendios, contaminación caliente, contaminación fría, derrames y emisiones de PCB al ambiente.
- Se deben conocer las instrucciones de seguridad.

#### Identificación de tambores (cilindros)

Los tambores para el transporte de materiales peligrosos deben estar debidamente aprobados e identificados con marcas indelebles en la parte externa y en la cubierta. Estas marcas toman la forma de un código que incluye los siguientes elementos:

- Rótulo de muestra para tambores cerrados 2001 (líquidos):
- Nivel de llenado: 90 %

IA1	Barril de acero con tapa no desmontable
IA2	Barril de acero con tapa desmontable
X o Y	Grupos de embalaje I, II y III
Y	Grupos de embalaje I y II
1.5	Densidad del líquido si es superior a 1.2
S	Sólidos a análisis de presión hidráulica para líquidos
150	Sólidos: volumen bruto máximo
83	Año de fabricación del barril

Rótulo de muestra para barril con líquidos: 1 A1/Y 1,4/150/94

Rótulo de muestra para barril con sólidos: 1 A2/Y 150/S/83

### Disposiciones Específicas para los PCB

Categorías de productos que contienen PCB:

- Transformadores de PCB drenados
- PCB líquido proveniente del drenado del transformador en barriles
- Líquidos contaminados con PCB: aceites minerales, solventes, agua (más de 50 ppm)
- Sólidos contaminados con PCB (más de 50 ppm)
- Condensadores

### Tipos de embalaje

Líquidos con PCB	Barriles cerrados con carcasa metálica absorbente
Sólidos con PCB	Barriles abiertos en la parte superior (sólidos)
Capacitores	Carcasas metálicas herméticas en plataformas de carga (pallets)
Transformadores	Baldes de acopio para drenar transformadores con absorbentes

Teniendo en cuenta la antigüedad y las condiciones de los equipos que se vayan a descontaminar o eliminar, se recomienda drenar los transformadores antes del transporte. Pueden transportarse vacíos y drenados. En cualquiera de los casos se debería recordar que los tanques de los transformadores no pueden ser clasificados como embalajes aprobados para el transporte.

A pesar de que los barriles metálicos que cumplen con las especificaciones de la ONU son contenedores aprobados para transportar estos productos, igualmente se recomienda que los mismos sean empaquetados en cajas metálicas que garanticen la seguridad para el mantenimiento y transporte.

Por razones obvias de seguridad no es conveniente colocar los transformadores drenados y los barriles con PCB líquido en la misma caja, dado que los barriles pueden dañar el casco del transformador.

Código ONU	2315	Contenido de cloro	Entre 42 y 60%
Clase IMO	9	Punto de fusión	-19°C
Grupo de embalaje	II	Temperatura de evaporación	325°C
Etiquetado	9	Punto de combustión	176°C
Código IMDG	9036	Densidad	1,5

La información a consignarse será en consecuencia:

- Estiba: Categoría A en cubierta o debajo de cubierta
- Movimiento de aceites minerales contaminados con PCB (> 50ppm)
- Categoría 3
- Productos derivados de petróleo no especificados en ninguna otra parte
- Código IMDG: 3375
- Contaminantes marinos
- Punto de inflamación > 610C
- Grupo de embalaje III

Cuando hay una mezcla de productos se elige la categoría de transporte del producto con mayor riesgo. En este caso las categorías 3 ó 9 serían las elegidas.

### **Documentación relativa al transporte**

1. Certificado de embalaje: El certificado de embalaje debe ser expedido por una compañía de control acreditada. Este certificado debe confirmar que los elementos siguientes concuerden con la normativa de transporte pertinente:

- Verificación del estado de los contenedores
- Validez de la información en la placa en conformidad con el Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores (CSC)
- Ajuste de los equipos
- Etiquetado
- Lista de embalaje
- Peso total del contenedor y peso de los materiales peligrosos

2. Lista de embalaje: La lista de embalaje debería indicar número, peso y tipo de equipos y de paquetes por contenedor, conjuntamente con un resumen del peso.

3. Declaración de mercancías peligrosas.

4. Diagrama del empaquetado del contenedor

Este diagrama muestra la ubicación de cada producto y la forma en que se coloca y ajusta dentro del contenedor.

Los equipos deben colocarse a fin de evitar movimientos de lado, laterales, verticales durante el traslado. Este ajuste se puede realizar con vigas de madera o con “bolsas de aire” especiales a probadas para transporte marítimo.

### **Etiquetado del contenedor y del vehículo**

Las etiquetas (ONU 2315-contaminante marino) deben colocarse en los cuatro lados de los contenedores marítimos, en las cajas metálicas y en el interior de los transformadores.

Los contenedores deberán cerrarse con candado y sellarse. El número del sello deberá indicarse en la declaración de material tóxico.

### **Transporte de los Equipos y Materiales con PCB**

Los equipos con PCB en uso, podrán seguir siendo usados y transportados sólo si se encuentran en buen estado, es decir si no tienen indicios de deterioro o muestran fuga alguna.

*Acondicionamiento del equipo y materiales para su transporte:*

- Antes del acondicionamiento, los equipos con PCB y materiales Contaminados con PCB deberán ser inspeccionados para verificar que se encuentren en buen estado y no tienen fugas de líquidos.
- Un equipo pequeño debe envolverse en bolsa o saco de polietileno hermético y fuerte. Y luego ubicarlo dentro de un envase (cilindro u otro contenedor) nuevo de acero inoxidable que tengan un calibre mínimo de 18 mm de espesor, de doble empaquetadura y con tapa removible también de acero que puedan sellarse de nuevo. Este envase deberá estar debidamente etiquetado de acuerdo a las disposiciones de la normatividad ambiental nacional o recomendaciones de guías internacionales.
- Un equipo grande puede colocarse sobre un sistema de contención individual consistente en una bandeja de acero inoxidable que haga las veces de un colector de fugas o gotas de líquidos PCB que podrían generarse accidentalmente. El equipo debe estar debidamente etiquetado portando la información sobre la concentración de PCB que posee.
- Los líquidos que contienen PCB deben ponerse en envases nuevos de acero (cilindros) que tengan un calibre mínimo de 18 mm de espesor, de doble empaquetadura y con tapas removibles también de acero que puedan sellarse de nuevo. Cuando se llene el envase debe dejarse un espacio de 7 a 10 cm para permitir la expansión de los líquidos. Este envase deberá estar debidamente etiquetado, según corresponda (es decir según la concentración de PCB que posea el líquido que contiene PCB).
- Otros materiales que contengan PCB deberán ser envueltos en bolsas o saco de polietileno hermético y fuerte. Y luego ubicarlos dentro de envases (cilindros u otros contenedores) nuevos de acero inoxidable que tengan un calibre mínimo de 18mm de espesor, de doble empaquetadura y con tapas removibles también de acero que puedan sellarse de nuevo. Los envases portarán las etiquetas con la información sobre la concentración de PCB que posean dichos materiales.
- Cuando se envasen varios equipos o materiales en un mismo envase, estos equipos o materiales deberán ser de características similares es decir, tendrán las mismas concentraciones de PCB, en previsión a la calidad de los equipos y por ende siempre se tendrá una única etiqueta en el envase, señalando si se tienen concentraciones de PCB mayores a 50 ppm o menores a 50 ppm y mayores de 5 ppm.
- Las características específicas mínimas de la bandeja colectora para fugas o gotas de líquidos PCB son:
  - Serán de metal (preferiblemente acero inoxidable), su construcción implica el uso de soldadura continua, está prohibido que se use soldadura de puntos.

- La bandeja en su totalidad debe estar pintada con pintura resistente al PCB para prevenir la oxidación y facilitar su limpieza.
- El volumen de la bandeja deberá ser no menor del 125% del volumen del líquido en el transformador o condensador.

*Del transporte:*

Quien transporte equipos y materiales conteniendo PCB deberá considerar para su aplicación la legislación nacional sobre transporte de materiales y residuos peligrosos, así como las obligaciones previstas en los convenios internacionales cuando se trata de transporte transfronterizo

Las condiciones para transportar equipos y materiales con PCB (Equipos y Materiales PCB y Contaminados con PCB) son:

- Un vehículo motorizado tipo camión plataforma que lleve un contenedor donde se transporte a los equipos y materiales con PCB.
- El contenedor del vehículo donde se transporta equipos y materiales con PCB será de uso exclusivo para los mismos.
- Al contenedor del vehículo se le debe acondicionar una bandeja revestida con pintura impermeable e ignífuga para contención del derrame. Su diseño debe acoplarse al contenedor con la debida seguridad. En el caso que no se cuente con este sistema, los equipos grandes portarán su sistema de contención individual consistente en una bandeja de acero inoxidable con las características ya indicadas. Todos los demás equipos y materiales se acondicionarán de acuerdo a lo indicado en estos lineamientos
- El vehículo debe estar en buen estado de mantenimiento y supervisado antes del transporte.
- La velocidad del vehículo debe ser como máximo de 60 km/hora<sup>111</sup>.
- No debe estar encendido cuando se realiza las operaciones de carga y descarga.

Los equipos o envases o demás materiales debidamente acondicionados deberán fijarse verticalmente a la base del contenedor, garantizando su estabilidad atándolos a las bases del contenedor del vehículo previniendo golpes y consecuentemente los derrames.

Tener un sistema de comunicación de radio o un aparato de telefonía móvil, que permita comunicarse fácilmente en alguna emergencia. Así como se portará el directorio telefónico de los mandos responsables en la empresa y demás instituciones competentes en el apoyo a emergencias (Instituciones de Salud, Hospitales, Cuerpo General de Bomberos, Defensa Civil u otras consideradas en el Plan de Contingencias).

Tener sus equipos de seguridad vehicular, conforme lo establece las normas de tránsito (extintor tipo ABC, botiquín, triángulos de seguridad, gata, neumático, linterna principalmente).

El vehículo se identificará, con rótulos fácilmente visibles conforme a la reglamentación vigente. Debe portar el rótulo de "PELIGRO – TOXICOS"<sup>112</sup> asegurando su visibilidad y se ubicarán tanto en la parte frontal y posterior del vehículo. En ambos lados del vehículo se colocarán los rótulos con los

---

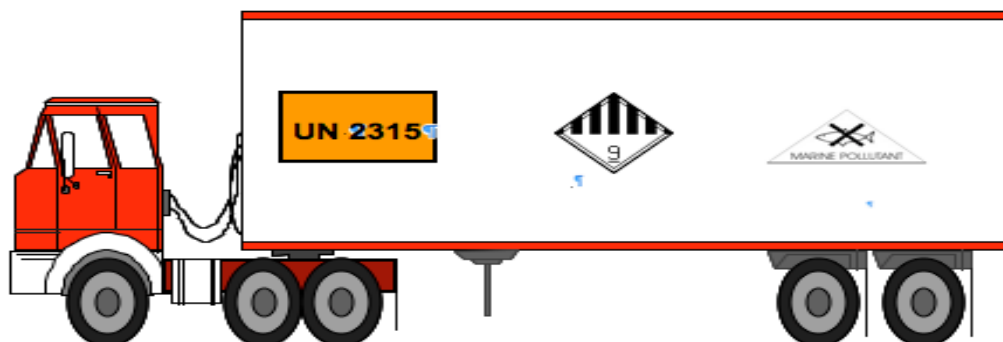
<sup>111</sup> O la que la normativa de transporte local indique.

<sup>112</sup> O el que la normativa de transporte local establezca.



símbolos de Naciones Unidas para su uso durante el transporte de sustancias peligrosas. Observar la Figura siguiente:

Figura Nº 26: Muestra los rótulos establecidos por la ONU para transportar Equipos y Materiales con PCB



Se sugiere contar con el acompañamiento de un vehículo escolta o segundo vehículo de apoyo que viajará detrás, transportando personal y equipos para intervenir durante cualquier contingencia que pudiera ocurrir.

Portar un plan de contingencia para casos de emergencia (derrames e incendios principalmente) aprobado por la autoridad correspondiente.

Portar un Manifiesto o declaración para el Transporte de Equipos y Materiales con PCB.

El conductor y el copiloto de estar presente deben poseer:

- Licencia de conducir de la categoría que requiere el tipo de vehículo.
- Autorizaciones correspondientes de acuerdo a las obligaciones legales vigentes que así, lo requieran.

Deberán estar capacitados y entrenados para ejecutar las funciones que les corresponde, descritas en el Plan de Contingencias, así como desarrollar responsablemente el Manifiesto para el Transporte de los Equipos y Materiales con PCB

Otras prácticas de seguridad a tenerse en cuenta son:

- No deberá transportarse los Equipos y Materiales Contaminados con PCB junto a otros Equipos y Materiales
- Antes de embarcar la carga, ésta debe ser inspeccionada a fin de verificar que no hay goteos o fuga alguna. Si lo hubiera, dicha carga no puede ser transportada hasta que se elimine la fuga y esté debidamente acondicionada.
- Se prohíbe en todo trabajo de carga y descarga, acostar los envases o equipos en previsión a los derrames.

- El conductor y copiloto participarán en la operación de carga y descarga; siempre y cuando estén capacitados y entrenados para dichas tareas.
- Se debe evitar el estacionamiento en zonas residenciales, lugares públicos o de fácil acceso al público, áreas densamente pobladas o de gran concentración de personas o vehículos.
- En caso de que el vehículo utilizado en el transporte de equipos y/o materiales con PCB resultara contaminado por pérdidas o derrames de PCB; éste vehículo no podrá ser utilizado nuevamente, hasta su descontaminación.