



Inventario Nacional de Bifenilos Policlorados

2006

**INVENTARIO NACIONAL
DE BIFENILOS
POLICLORADOS**

2006

Proyecto GEF/PNUMA N° GFL-2328 - 2761 - 4747

**“PLAN NACIONAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL CONVENIO DE ESTOCOLMO
SOBRE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES
EN EL PERÚ”**

Créditos Institucionales:

CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE - CONAM

Sr. Manuel Ernesto Bernales Alvarado - Presidente

Arq. María Esperanza Castañeda Pinto - Secretaria Ejecutiva

Dr. Mariano Castro Sánchez Moreno - Secretario Ejecutivo (hasta dic. 2006)

Ing. César Cervantes Gálvez - Director DICAREN

DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL - DIGESA

Dra. María del Carmen Gastañaga Ruiz - Directora General

Ing. Fausto Roncal Vergara - Director DEPA

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA - SENASA

Dr. José Espinoza Babilón - Jefe Nacional

Ing. M.Sc. Jorge Leonardo Jave Nakayo - Director General DIAIA

Proyecto GEF/PNUMA N° GFL-2328 - 2761 - 4747

“PLAN NACIONAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL CONVENIO DE ESTOCOLMO SOBRE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES EN EL PERÚ”

Créditos Institucionales:

DIRECCIÓN NACIONAL DEL PROYECTO

Ing Fausto Roncal Vergara - DIGESA (2005-2006)
Ing. M.Sc. Jorge Leonardo Jave Nakayo - SENASA (2006-2007)

UNIDAD DE COORDINACIÓN DEL PROYECTO

CONAM

Ing. César Cervantes Gálvez
Ing. Raúl Roca Pinto
Ing. Milagros Verástegui Salazar

DIGESA

Ing. Fausto Roncal Vergara
Ing. Vilma Morales Quillama
Ing. Domitila Briones

SENASA

Ing. M.Sc. Jorge Leonardo Jave Nakayo
Ing. Gerard D. Blair Arze
Ing. Genaro Lira Cordero
Ing. Gonzalo Tejada López (2005)

OBSERVADORES

Sociedad Nacional de Industrias -SNI
Quím. Javier Echegaray
Red de Acción en Agricultura Alternativa- RAAA
Ing. Luis Gomero Osorio
Ing. Milagros Tazza

COORDINACIÓN NACIONAL DEL PROYECTO

Ing. Marisa Quiñones Manga - Coordinadora Nacional
Ing. Rosa Amparo Becerra Paucar - Asistente Técnico (2005-2006)
Quím. Rosa Luz Monroy Olivos - Asistente Técnico (2006-2007)
C.P.C. Silvia Espinoza -Asistente Administrativo

EQUIPO CONSULTOR

Ing. Fernando Horna Arévalo
Bach. Jennifer Luque Luque

REVISIÓN

Unidad de Coordinación de Proyecto
Subcomité Nacional de Coordinación de Bifenilos Policlorados

E

C

I

D

N

I

INDICE

Contenido	Pág.
Índice	V
Índice de Anexos	VI
Índice de Tablas	VI
Índice de Gráficos	VII
Abreviaturas y siglas	VII
Presentación	1
Resumen Ejecutivo	3
Executive Summary	6
Introducción	9
1 Objetivos	10
2 Alcance	10
3 Ámbito	10
4 Marco Legal del Manejo del PCB en el Perú	10
5 Información General Sobre PCB	11
5.1 Historia y Antecedentes	11
5.2 Características	12
5.3 Efectos a la Salud y al Ambiente	14
6 Identificación de PCB por su tipo de aplicación	15
6.1 Aplicaciones Cerradas, Parcialmente Cerradas y Abiertas	15
6.2 Desechos Contaminados con PCB	16
6.3 Lista de Fabricantes y Marcas de Transformadores y Capacitores Contaminados con PCB	17
6.4 Lista de Nombres Comerciales de Aceites con PCB	18
7 Determinación de la Presencia de PCB	18
7.1 Prueba de Densidad	18
7.2 Prueba del Cloro	18
8 Metodología para la Identificación de PCB	19
9 Clasificación o Categorías por Concentración de PCB	19
10 Criterios para la Clasificación de Equipos	20
11 Proceso para la elaboración del Inventario Nacional	22
12 Resultados - Distribución de encuestas y nivel de respuesta	23
12.1 Encuestas distribuidas por sector económico y nivel de respuesta	23
12.2 Empresas que no declaran posesión de equipos con PCB	23
12.3 Encuestas distribuidas a las DESAs	24
13 Resultados a nivel sectorial	24
13.1 Equipos contaminados y posiblemente contaminados con PCB	24
13.2 Distribución de los equipos contaminados y posiblemente contaminados con PCB según departamento	27
13.3 Marcas de aceites declarados para los equipos contaminados y posiblemente contaminados con PCB	29
13.4 Peso de aceite en los equipos contaminados y posiblemente contaminados con PCB	32
13.5 Estado operativo de los equipos contaminados y posiblemente contaminados	35
13.6 Condiciones de ubicación de los equipos contaminados y posiblemente contaminados	37
13.7 Mantenimiento realizado a los equipos contaminados y posiblemente contaminados	39
13.8 Resultados declarados sobre los Residuos	43
14 Resultados a nivel de las DESAs	46
14.1 Análisis de los resultados del Inventario en las DESAs	46
15 Importaciones, Exportaciones, y Disposición Final de equipos / residuos	48
15.1 Reporte de Importaciones de Aduanas	48
15.2 Reporte de Exportaciones de PCB	49
15.3 Reporte de Disposición Final	49
16 Resultados de OSINERG	50
16.1 Inventario OSINERG	50
16.2 Equipos con PCB	51
16.3 Equipos contaminados con PCB	51
16.4 Equipos sin PCB	52
16.5 Equipos por definir concentración PCB	52
16.6 Mantenimiento de los equipos eléctricos	53
16.7 Reporte general de residuos	54
17 Resumen de Existencias Contaminadas en todos los sectores(Incluyendo el Sub-Sector Eléctrico)	54

E

C

I

D

N

I

INDICE

Contenido	Pág.
18 Muestreo y Medición en el Sub-Sector Eléctrico	55
18.1 Criterios establecidos para el proceso de muestreo y medición	56
18.2 Procedimientos de Trabajo Seguro	56
18.3 MSDS para el PCB	56
18.4 Empresas seleccionadas	57
18.5 Actividades desarrolladas	57
18.6 Resultados	57
18.7 Validación	57
19 Definición y Distribución del Problema	58
19.1 Análisis de la información reportada	58
19.2 Experiencias identificadas a nivel de Fabricantes y empresas de Tratamiento	59
20 Conclusiones del Inventario	61
20.1 Conclusiones en relación a la cuantificación del Inventario	61
20.2 Conclusiones en relación al Programa de Muestreo en el Sub-Sector Eléctrico	61
21 Recomendaciones	62
21.1 Recomendaciones de los Inventarios	62
21.2 Recomendaciones sobre el Programa del Muestreo en el Sub-Sector Eléctrico	63
22 Referencias Bibliográficas	64

ANEXOS

ANEXO Nº 1. Aplicaciones cerradas, parcialmente cerradas y abiertas de los equipos contaminados con PCB	66
ANEXO Nº 2. Residuos que pueden contener PCB	68
ANEXO Nº 3. Empresas fabricantes de transformadores que utilizan PCB	68
ANEXO Nº 4. Capacitores que pueden contener PCB	69
ANEXO Nº 5. Nombres comerciales y sinónimos, fabricantes y país de origen de las mezclas de PCB	70
ANEXO Nº 6. Miembros del Subcomité Nacional de Coordinación - PCB	72
ANEXO Nº 7. Modelo de la encuesta - sector minería	74
ANEXO Nº 8. Modelo de la encuesta - demás sectores	80
ANEXO Nº 9. Modelo de encuesta - empresas fabricantes de transformadores	81
ANEXO Nº 10. Procedimiento de trabajo seguro para la toma de muestras de aceites dieléctricos contenidos en transformadores	82
ANEXO Nº 11. Ficha internacional de seguridad química - Policlorinato de Bifenilo (Aroclor 1254)	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1: Principales características físico-químicas de los PCB	13
Tabla Nº 2: Criterios de clasificación de los equipos declarados en el Inventario Nacional de PCB-2005	21
Tabla Nº 3: Número de empresas que declaran no tener existencias contaminadas con PCB, por sector y	23
departamento	23
Tabla Nº 4: Equipos contaminados con PCB según sector	24
Tabla Nº 5: Equipos posiblemente contaminados con PCB por sector.	25
Tabla Nº 6: Distribución de los equipos contaminados por sector y por departamento	27
Tabla Nº 7: Distribución de los equipos posiblemente contaminados con PCB por sector y por departamento	28
Tabla Nº 8: Marcas de aceites que contienen PCB declarados por número de equipos y por sector	30
Tabla Nº 9: Marcas de aceites contenidos en los equipos eléctricos posiblemente contaminados con PCB	31
Tabla Nº 10: Peso de aceite contaminado con PCB según peso y sector	32
Tabla Nº 11: Peso de aceite en los equipos posiblemente contaminados según departamento y sector	34
Tabla Nº 12: Estado operativo de los equipos contaminados con PCB	35
Tabla Nº 13: Estado operativo de los equipos posiblemente contaminados con PCB por sector	36
Tabla Nº 14: Condiciones de ubicación de los equipos contaminados con PCB	37
Tabla Nº 15: Condiciones de ubicación de los equipos posiblemente contaminados con PCB	38
Tabla Nº 16: Mantenimiento realizado a los equipos contaminados con PCB por sector	39
Tabla Nº 17: Condiciones de mantenimiento de los equipos posiblemente contaminados	40
Tabla Nº 18: Equipos contaminados y posiblemente contaminados declarados en almacén para desecho	44
Tabla Nº 19: Aceite dieléctrico declarado como residuo por sector	44
Tabla Nº 20: Residuos de equipos hidráulicos, tierra y waypes declarados como residuos	44

E

C

I

D

N

I

INDICE

Contenido	Pág.
Tabla N° 21: Número de declaraciones que indican disposición de residuos posiblemente contaminados con PCB	45
Tabla N° 22: Cantidad de equipos posiblemente contaminados y libres de PCB	47
Tabla N° 23: Estado operativo de los equipos clasificados como sospechosos de contener PCB	47
Tabla N° 24: Condiciones de almacenamiento de los equipos declarados	48
Tabla N° 25: Cantidad de aceite y de equipos del sub-sector eléctrico	50
Tabla N° 26: Cantidad de equipos según fecha de fabricación	50
Tabla N° 27: Cantidad de equipos según presencia de PCB	51
Tabla N° 28: Cantidad de equipos con PCB	51
Tabla N° 29: Cantidad de equipos contaminados con PCB	52
Tabla N° 30: Cantidad de equipos sin PCB	52
Tabla N° 31: Cantidad de aceite y equipos por definir	52
Tabla N° 32: Mantenimiento en el sub-sector eléctrico	53
Tabla N° 33: Cantidad de residuos y empresas generadoras de residuos líquidos	54
Tabla N° 34: Transformadores contaminados y estado operativo	54
Tabla N° 35: Capacitores contaminados y estado operativo	55
Tabla N° 36: Resultados de los muestreos realizados	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Equipos contaminados con PCB según sector	25
Gráfico N° 2: Equipos posiblemente contaminados con PCB	26
Gráfico N° 3: Distribución de los equipos contaminados con PCB por sector y departamento	27
Gráfico N° 4: Distribución de los equipos posiblemente contaminados con PCB por sector y departamento	29
Gráfico N° 5: Marcas de aceites que contienen PCB declarados por número de equipos y por sector	30
Gráfico N° 6: Peso de aceite contaminado con PCB según sector	32
Gráfico N° 7: Estado operativo de los equipos contaminados con PCB	35
Gráfico N° 8: Estado operativo de los equipos posiblemente contaminados con PCB	36
Gráfico N° 9: Condiciones de ubicación de los equipos contaminados con PCB	37
Gráfico N° 10: Condiciones de ubicación de los equipos posiblemente contaminados con PCB	38
Gráfico N° 11: Mantenimiento de los equipos contaminados con PCB	39
Gráfico N° 12: Condiciones de mantenimiento de los equipos posiblemente contaminados con PCB	40

ABREVIATURAS Y SIGLAS

PCB	bifenilos policlorados
DFPCs	dibenzofuranos policlorados
DDPCs	dibenzo-p-dioxinas policloradas
µg/cm ²	microgramos por centímetro cuadrado
ppm	partes por millón (1 ppm = 1 mg/kg)
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente
TM	toneladas métricas
OMS	Organización Mundial de la Salud
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
GEF	Global Environment Facility
IARC	International Agency for Research on Cancer
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental
DESA	Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
OSINERG	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
MEM	Ministerio de Energía y Minas
EPS-RS	Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos
EC-RS	Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos
PTS	Procedimiento de Trabajo Seguro
CGBVP	Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú

PRESENTACIÓN

Los Contaminantes Orgánicos Persistentes son sustancias muy peligrosas que han motivado la preocupación mundial, por ello la comunidad de las Naciones Unidas ha firmado en Estocolmo el 2001, el Convenio de Estocolmo, el cual fue ratificado por el Perú, el 10 de Agosto de 2005. Por este motivo todas las instituciones públicas, privadas y la sociedad civil deben efectuar esfuerzos para cumplir con las obligaciones que prevé este instrumento internacional con el objetivo de proteger la salud y el ambiente de estas sustancias químicas peligrosas.

El Artículo 7 del Convenio señala que todo País Parte debe elaborar su Plan de Aplicación o Implementación, el mismo que deberá ser incorporado en sus estrategias de desarrollo sostenible, siendo pertinente contar previamente con un diagnóstico de la situación de los COP en el país.

Una de las doce sustancias listadas en el Convenio de Estocolmo, son los Bifenilos Policlorados (PCB), sustancia producida para uso industrial cuyas características de termoresistencia, estabilidad, entre otras propiedades hicieron que fuera ampliamente usada durante mucho tiempo hasta la década de los ochenta, donde se inicia su prohibición en muchos países debido a los resultados de los estudios que daban cuenta de sus efectos nocivos para la salud y el ambiente. Esta sustancia también puede ser liberada no intencionalmente como subproducto de procesos de combustión.

Teniendo la necesidad de identificar las fuentes que pueden contener PCB, se realizó el Inventario Nacional de Bifenilos Policlorados, en el marco de las actividades del Proyecto “Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes en el Perú”, proyecto que viene siendo ejecutado por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) como puntos focales del Convenio y el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), Autoridad Ambiental Nacional y punto focal del GEF, con la asistencia técnica del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la asistencia financiera del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF).

Para ello se ha tenido un proceso participativo que ha permitido fortalecer y construir capacidades tanto a nivel central como regional, asimismo, asegurar el compromiso de las autoridades competentes de los sectores eléctrico, industrial, minero y salud principalmente.

El Sub Comité Nacional de Coordinación (SCNC) de Bifenilos Policlorados ha trabajado conjuntamente con la Coordinación del Proyecto en este inventario, constituyéndose en la instancia que deberá seguir actuando a fin de asegurar una adecuada gestión de los PCB, de manera que se pueda cumplir el mandato del Convenio de Estocolmo referido a estas sustancias y prevenir riesgos a la población y al ambiente.

SERVICIO NACIONAL
DE SANIDAD AGRARIA
SENASA

CONSEJO NACIONAL
DEL AMBIENTE
CONAM

DIRECCIÓN GENERAL
DE SALUD AMBIENTAL
DIGESA

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento expone los resultados obtenidos en el Inventario Nacional de bifenilos policlorados (PCB), desarrollado entre junio del 2005 y febrero del 2006 en el marco del Proyecto “Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) en el Perú”, cuya información debe sustentar el Plan de Acción para los PCB con los lineamientos para su manejo y eliminación ambientalmente racional, el cual debe responder a lo estipulado en el Convenio recientemente ratificado por nuestro país, mediante D.S. N° 067-2005-RE (10.08.2005), que establece en sus directrices, eliminar la producción y uso de estos contaminantes hasta el año 2025.

El objetivo principal del Inventario es conocer las existencias, entiéndase equipos y residuos que contengan PCB. La clasificación de las mismas se estableció en contaminadas, posiblemente contaminadas y libres de PCB, en base a una serie de criterios para su categorización. Asimismo, se planteó como objetivo definir el problema y su distribución en el Perú, el cual fue precisado con los expertos internacionales del PNUMA, a fin de no enfocar la atención en obtener sólo datos cuantitativos, sino determinar que sectores presentaban mayores problemas, cuál era la fuente de contaminación de los aceites y equipos, determinar la realidad de las empresas fabricantes y de servicios de mantenimiento nacionales, que necesidades se tenían y con que se contaba para hacer frente al problema.

Por otro lado, se buscaba con el proceso, concientizar y sensibilizar al sector industrial para realizar un manejo y gestión de los PCB que coadyuve en un futuro cercano a garantizar su disposición final o eliminación progresiva.

El proceso de Inventario incluyó reuniones con las autoridades ambientales competentes de los diferentes sectores productivos para difundir los objetivos del Proyecto y comprometer su apoyo para distribuir la Encuesta Nacional para el Inventario de PCB, a las empresas de los sectores respectivos. Esta Encuesta, herramienta principal del proceso, fue diseñada para obtener información directa y voluntaria al no existir una normativa específica que regule el manejo de los PCB en el Perú y obligue a brindar información.

Al respecto, cabe mencionar dos consideraciones importantes. La primera es que no se distribuyó la Encuesta al sub-sector eléctrico ya que el Organismo Supervisor para la Inversión en Energía -OSINERG facilitó los resultados del inventario del 2004, evitando duplicar esta tarea, además de optimizar el tiempo y recursos del Proyecto.

La segunda consideración, se sustenta en que el inventario en el sector Salud, más que obtener datos cuantitativos en razón de no ser un sector productivo, tenía como objetivo difundir y sensibilizar a su personal, a fin de que posteriormente se convirtieran en multiplicadores en procesos futuros.

Por lo expuesto, con los antecedentes de los resultados de OSINERG en lo que concierne al sub-sector eléctrico y reconociendo que el sector salud no tiene un impacto significativo en lo que respecta a existencias, se separa los resultados del sector Salud y OSINERG de los resultados obtenidos en los demás sectores, considerando además el riesgo y cantidad que involucran los equipos (transformadores de distribución) del sub-sector eléctrico. Los resultados obtenidos del Inventario son los siguientes:

- Son 109 los **equipos declarados contaminados con PCB**. Los sectores Industria (64,2%) y Minería (14,7%) son los que tienen mayor número; sin embargo, el sector Minería cuenta con una mayor cantidad de aceite contaminado con PCB (30 636 kg), seguido del sector Industrias con 24 638,4 kg. El 78% de éstos se encuentran en Lima, perteneciendo el 73% al sector Industria, luego está Pasco (14,7%), cuyos equipos pertenecen a dos empresas mineras.
- En cuanto al estado operativo de estos equipos (109), el 56,9% se encuentra en funcionamiento, perteneciendo el 62,9% al sector Industria. El 28,4% de estos equipos está en situación de almacenados para desecho, ubicándose el 51,6% en el sector Industria.
- Referente a las condiciones de ubicación, el 65,1% de los equipos contaminados se encuentran ubicados en ambientes techados y cerrados, de ellos el 53,5% está en el sector Industria. Asimismo, el 30,3% de equipos contaminados se encuentran al aire libre y sobre piso de tierra, la mayoría (94%) del sector Industria y pertenecientes a una sola empresa.
- Casi el 80% de los equipos contaminados no ha tenido ningún mantenimiento, ubicándose en el sector Industrias el 73,3% de estos equipos.

Sobre las existencias **posiblemente contaminadas con PCB**, categoría en la que se clasifican la mayor parte de los equipos declarados al no demostrarse que estén contaminados, ni tampoco que se encuentren libres de PCB, se menciona lo siguiente:

- Se categorizan 1 583 equipos. En el sector Industria se encuentran el 73,5%, seguido del sector Hidrocarburos con el 11,9%. El mayor porcentaje (39,3%) del total de equipos corresponde a capacitores, seguido de los transformadores en un 37,0%.

- Respecto a su localización, el 65,8% se encuentran en la capital, correspondiendo al sector Industrias el 93,9% de esta cantidad. Luego sigue el departamento de Piura (15,1%), de los cuales el 51,5% de estos equipos pertenece al sector Hidrocarburos. En tercer lugar se ubica Ancash con el 9%, de esta cantidad, el 72,5% dentro del sector minero y el 22,5% en el sector pesquero.
- Sobre los pesos de aceite posiblemente contaminado, se estiman en 312 784 kg; con un 83,5% en el sector Industrias y un 55,3% de esta cantidad en Lima; seguido de los sectores Hidrocarburos (10%), en Piura con el 59,3% y Pesquería (6,4%) distribuido principalmente en los departamentos de Ancash, Ica y Lima.
- Gran cantidad de equipos (1 242) no declaran el peso del aceite, principalmente en el sector Industrias con el 76,6% de este total, Minería con el 8,2%, y Pesquería e Hidrocarburos con el 7,5%, cada uno. De declararse estos datos, el peso total se incrementaría significativamente, pudiendo alterarse la prioridad de determinado sector o departamento.
- Respecto al estado operativo, el 83,7% de los equipos se encuentra en funcionamiento, de los cuales en su mayoría (75,4%) pertenecen a Industrias. En almacenamiento para desecho se encuentra tan sólo un 1% del total, todos en este sector. El 7,0% del total de equipos no declara su estado actual o condición de operatividad, creando incertidumbre al respecto.
- Sobre las condiciones de ubicación, el 63,6% se encuentra bajo techo y en un recinto cerrado, en su mayoría (90%) correspondiente al sector Industrias. Un 26,3% almacena en recinto cerrado o al aire libre pero con piso de cemento.
- Respecto a las condiciones de mantenimiento, el 27,2% no ha tenido ningún mantenimiento (relleno, cambio o tratamiento de aceite) y el 42,3% no declara si ha tenido algún tipo de mantenimiento, siendo el sector industrial con mayor presencia con el 71,5%.
- Entre los equipos que han realizado relleno (7,7%) o cambio de aceite (10,0%), para el primer caso un 30,3% y para el segundo 22,5%, no conocen el nuevo aceite de relleno o cambio, que indica el reducido grado de control sobre sus mantenimientos.

Respecto a los residuos contaminados con PCB, sólo 26 instalaciones declaran poseer algún tipo de residuo, demostrando el nivel de importancia dado al tema. Las declaraciones principalmente están en función al aceite usado de equipos, waypes o trapos absorbentes, pero sin precisar en ningún caso haber realizado análisis de PCB en ellos, por lo que bien

podrían categorizarse como residuos posiblemente contaminados con PCB.

Las declaraciones para el aceite dieléctrico usado están en función al cambio de aceite con marcas reconocidas como libres de PCB; también informan que los aceites usados son destinados a plantas de tratamiento, para procesos productivos de planta o para comercialización, resultando una práctica peligrosa si es destinado a regeneración o a la “quemada” como combustible alternativo.

Respecto al sub-sector eléctrico, se mencionan los principales datos de su Inventario 2004:

- El total de equipos declarados son 44 839, pertenecientes a 39 empresas tanto de generación (17), transmisión (7) y de distribución (15).
- Las empresas de distribución (subestaciones urbanas) concentran el 97,6% de los equipos declarados por el sub-sector eléctrico en los que se encuentran contenidos el 62% de la cantidad de aceite total (no necesariamente contaminado), estimado en 10 823 TM.
- En Lima, dos empresas de distribución acumulan el 40% del total de aceite.

En cuanto a la posibilidad de contener PCB y de acuerdo a la clasificación de OSINERG:

- El 99,6% se califican como equipos “por definir”, de los cuales el 97,9% son de distribución.
- Sólo un 0,3% de los equipos se categoriza como “sin PCB” (<5 ppm), concentrándose la mayor parte de los equipos en empresas de generación con un 84% de ellos.
- equipos se clasifican como “contaminados con PCB” (entre 5 y 50 ppm), que contienen 226 TM.
- Del total, sólo 24 equipos están declarados como “con PCB” (> 50 ppm), perteneciendo en un 88% a equipos de generación de dos empresas eléctricas.
- Se tiene un total de 80 558 kg de aceite con PCB, el 93% contenido en una empresa de generación y una de transmisión. No se consiguen PCB en las empresas de distribución.
- Sobre el peso de aceite sin PCB, se precisa que de los 1 106 TM, el 87,6% está concentrado en una empresa de generación, una de transmisión y una de distribución.
- Referente a la cantidad de aceite por definir, se tiene que son 9 770 TM, distribuidos en un 69% en equipos de distribución, 16% en generación y 15% en transmisión.

- Con respecto a la generación de residuos, al igual que en los sectores productivos son limitadas las declaraciones, registrándose 27 231 kg de aceite dieléctrico como desecho, procedentes de seis empresas y correspondiendo a una sola empresa el 47% del total.

Por otro lado, un aspecto importante que contribuye a definir el problema, es conocer el circuito de las existencias con PCB, desde su generación o fabricación, pasando por el mantenimiento y tratamiento de los equipos y aceites, hasta sus alternativas de manejo, disposición final y eliminación. Para el efecto se diseñó una **encuesta dirigida a fabricantes y empresas de servicios**, y se realizó visitas a las empresas involucradas para obtener información directa, evidenciándose en términos generales la informalidad con la que se maneja en todo su ciclo de vida los equipos, aceites y residuos, favoreciendo con esto el círculo vicioso de las existencias con PCB en nuestro país.

Un aspecto relevante del proceso de inventario es la identificación de equipos contaminados con PCB en el sub-sector eléctrico, tarea que validó parcialmente la data de OSINERG del 2004, ya que sólo se muestrearon algunos equipos en su mayoría fuera de servicio.

Con este fin, el Proyecto adquirió el equipo Analyzer L2000DX, realizándose el muestreo y medición de PCB a los aceites dieléctricos contenidos en los equipos previamente seleccionados, contemplando además actividades destinadas a la capacitación del equipo de trabajo conformado por representantes del Proyecto, de OSINERG y de la DIGESA, y entrenados por el experto internacional del PNUMA, Sr. Urs Wagner, a fin de que luego la DIGESA siga con el proceso como autoridad competente en materia de riesgos a la salud humana y al ambiente.

De esta actividad de muestreo y medición en campo se puede afirmar que:

- Las existencias en los patios de almacenamiento no coincidían con el Inventario de OSINERG, por lo que se requiere la actualización del mismo.
- Son confiables los resultados cualitativos obtenidos con el Analyzer o los kits para descar-

tar la presencia de sustancias cloradas en el fluido dieléctrico.

- Se requiere la verificación con análisis cromatográficos dado sobretodo que se encontraron cantidades significativas (10%) de existencias (equipos y aceite en cilindros) que arrojaban positivo (>50 ppm) en la medición cualitativa.
- Es necesaria la elaboración de una Guía para el Manejo Integral de los bifenilos policlorados, que incluya alternativas reales y aplicables en nuestro país para su almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final.
- La difusión de información en general debe estar orientada a no “satanizar” a la sustancia y mostrar objetivamente los riesgos a la salud y al ambiente de los PCB a fin de no incurrir en situaciones exageradas.

Para definir el problema en función a los resultados presentados, se percibe la prioridad que debe tener el sub-sector eléctrico, requiriéndose desarrollar planes y estrategias apoyados en una normativa clara para identificar (en éste y demás sectores) mediante mediciones y análisis, controlar y luego asegurar un manejo seguro y racional de las existencias de PCB.

Analizando la capacidad de convocatoria y compromiso de los diferentes sectores, se verifica que hace falta mayor difusión y capacitación en el tema dentro de cada sector y en la sociedad en general, a fin de ejercer una presión social que obligue a priorizar los PCB dentro de los planes de gestión privados y la agenda ambiental del gobierno. Lo cual tendrá que fortalecerse para facilitar la aplicación de un Plan de Acción respecto a los PCB y COP en general.

Se espera que el presente documento colabore con los fines del Proyecto a definir el problema tan complejo que representa el circuito de vida de los equipos eléctricos, así como también contribuya en este proceso progresivo de cuantificar las existencias contaminadas y posiblemente contaminadas, esperándose que en un futuro cercano los bifenilos policlorados sean manejados y dispuestos de una manera ambientalmente racional y segura de acuerdo al Plan de Acción a proponer por el Proyecto.

EXECUTIVE SUMMARY

The present document exposes the results obtained in the National Inventory of polychlorinated biphenyls (PCB), developed between June 2005 and February 2006 within the Project “National Implementation Plan of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (COP) in Peru”, which information must sustain the Action Plan for the PCB with the guide lines for its handling and environmentally rational elimination, which must respond to the Agreement recently ratified by our country, in the D.S. N° 067-2005-RE (10.08.2005), that establishes in its directives, to eliminate the production and use of these polluting agents until 2025

The main target of the Inventory is to know the stocks, talking about equipment and remainders containing PCB. Its classification was established as contaminated, possibly contaminated and free of PCB, based on several factors for its categorization. Also, it has the purpose to define the problem and its distribution in Peru, which was set with the international experts of the PNUMA, in order not to focus the attention in collecting only quantitative data, but determining which sectors presented greater problems, which was the pollution source of oils and equipment, to determine the reality of the manufacturing companies and national maintenance services, to know what they need and what they have to face the problem.

On the other hand, the process expected to sensitize and concern the industrial sector to make a correct handling and management of the PCB that helps in a near future to guarantee its final disposition or progressive elimination.

The process of Inventory included meetings with the competent environmental authorities of the different productive sectors to spread the objectives of the Project and to get its support to distribute the National Survey for the PCB Inventory, to the companies of the respective sectors. This Survey, main tool of the process, was designed to obtain direct and voluntary data, because there isn't a specific norm that regulates the handling of the PCB in Peru.

About this, is important to mention two important considerations. The first one is that it wasn't necessary to distribute the Survey to the electrical subsector since OSINERG gave the results of the inventory made in 2004, avoiding to duplicate this task, besides to optimize the time and resources of the Project.

The other consideration, is sustained in which the inventory in Health sector, more than to collect quantitative data as they aren't a productive sector,

had the purpose to spread and to sensitize its personnel, so they become multipliers in later processes.

By the exposed thing, with the antecedents of the results of OSINERG involving electrical subsector and knowing that stocks of health sector don't have a significant impact, the results of the sector Health and OSINERG were separated of the results obtained in the other sectors, considering in addition the risk and amount that involve the equipment (distribution transformers) of the electrical subsector. The obtained results of the Inventory are the following ones:

- There are 109 declared equipment contaminated with PCB. The Industry sector (64,2%) and Mining sector (14,7%) are those that have more; however, the sector Mining counts with a greater amount of contaminated oil with PCB (30 636 kg), followed by the Industry sector with 24 638,4 kg. 78% of these are in Lima, 73% belong to the Industry sector, followed by Pasco (14,7%), whose equipment belongs to two mining companies.
- About the operative condition of these equipment (109), 56,9% are operative, belonging 62,9% to the Industry sector. As regards to the equipment stored for remainder, 28,4% are in this situation and 51,6% of these equipment are located in the Industry sector.
- Referring to their conditions of location, 65,1% of the contaminated equipment are located in rooms closed and under ceiling, 53,5% of these equipment are located in the Industry sector. Besides, 30,3% of contaminated equipment are outdoors and on ground floor, most of them (94%) of the sector Industry and belong to a single company
- Almost 80% of the contaminated equipment have not had any maintenance, 73,3% of these equipment is located in the Industry sector

About the stocks possibly contaminated with PCB, category in which was classified most of the equipment declared as it was not demonstrated that they are contaminated, neither that they are free of PCB, the following thing is mentioned:

- There are 1583 equipments categorized. 73,5% are in the Industry sector, followed by the Hydrocarbons sector with 11,9%. The greater percentage, 39,3% of all the equipment corresponds to capacitors, followed by transformers with 37,0%.
- About their location, 65,8% are in Lima, 93,9% of this amount corresponding to the Industry sector. Then it follows the department of Piura (15,1%), with 51,5% of these equipment in the

Hydrocarbons sector. In third place, Ancash with 9%, 72,5% of this amount within the mining sector and 22,5% in the fishing sector.

- About the weights of oil possibly contaminated, they are estimated in 312 784 kg; with 83,5% in the Industry sector and 55,3% of this amount in Lima; followed by the Hydrocarbons sector (10%), in Piura with 59,3% and Fishing (6,4%) distributed mainly in the departments of Ancash, Ica and Lima.
- Great amount of equipment (1 242) does not declare the weight of the oil, mainly in the sector Industries with 76,6% of this total, Mining with 8,2%, and Fishing and Hydrocarbons with 7,5%, each one. If these data was declared, the total weight would be increased significantly, this could change the priority of certain sector or department.
- About the operative condition, 83,70% of the equipment are operative, most of them (75,4%) belonging to Industry. In storage for remainder, there are only 1% of the total, all in this sector. 7,0% of the total equipment does not declare their present condition or operativity condition, creating uncertainty.
- About the conditions of location, 63,6% are under ceiling and in closed rooms, most of them (90%) corresponding to the Industry sector. 26,3% stored in closed rooms or outdoors but with cemented floor.
- About the conditions of maintenance, 27,2% have not had any maintenance (filled up, change or treatment of oil) and 42,3% does not declare if it has had some type of maintenance, being the industrial sector with greater presence with 71,5%.
- Between the equipment that has been filled up (7,7%) or oil change (10,0%), for the first case 30,3% and second 22,5%, they do not know the new oil stuffed or change, indicating the reduced degree of control on its maintenances.

In which it concerns the remainders contaminated with PCB, only 26 companies declare to have some type of remainder, demonstrating the level of importance given to the subject. The declarations mainly are in function to the used oil of equipment, absorbent wipes, but without setting, in no case, to have made PCB analysis on them, so they could be categorize as well as remainders possibly contaminated with PCB.

The declarations for the used dielectric oil are in function to the oil change with recognized brands as free of PCB; also they inform that the used oils are destined to treatment plants, for productive processes of plant or commercialization, being a dangerous practice if it is destined to regeneration or “burning” like alternative fuel.

About the electrical subsector, the main data of their Inventory 2004 is mentioned as it follows:

- The total of declared equipment is 44 839, belonging to 39 companies of generation (17), transmission (7) and distribution (15).
- The distribution companies (urban substations) concentrate 97,6% of the equipment declared by the electrical subsector in which are contents 62% of the amount of total oil (not necessarily contaminated), considered in 10 823 MT.
- In Lima, two companies of distribution accumulate 40% of total oil

About the possibility of containing PCB and according to the classification of OSINERG:

- 99,6% are described as equipment “to define”, of which 97,9% are of distribution.
- Only a 0,3% of the equipment categorizes as “without PCB” (<5 ppm), most of the equipment concentrating in generation companies with 84% of them.
- 24 equipment is classified as “contaminated with PCB” (between 5 and 50 ppm), that contain 226 MT.
- Of the total equipment, only 24 is declared as “with PCB” (50 ppm), 88% belonging to equipment of generation of two electrical companies. There is a total of 80 558 kg of oil with PCB, 93% content in a company of generation and one of transmission. There is no consigned PCB in the distribution companies.
- About the weight of oil without PCB, it is mentioned that of 1106 MT, 87,6% is concentrated in one generation company, one of transmission and one of distribution.
- Referring to the amount of oil to define, there are 9770 MT, distributed in 69% in equipment of distribution, 16% in generation and 15% in transmission.
- In which concerns to the generation of remainders, as in the productive sectors the declarations are limited, registering 27231 kg of dielectric oil as remainder, coming from six companies and corresponding to a single company 47% of the total.

On the other hand, another important aspect that contributes to define the problem, it is to know the circuit of the stocks of PCB, from its generation or manufacture, passing through the maintenance and treatment of the equipment and oils, to its alternatives of handling, final disposition and elimination. For that, it was designed a survey directed to manufacturers and companies of services making visits to the involved companies to obtain direct data, demonstrating in general terms the informality with

which the equipment is handled in all his service life, oils and remainders, favoring with this the vicious circle of the stocks with PCB in our country.

A relevant aspect of the inventory process is the identification of contaminated equipment with PCB in the electrical subsector, task that partially validated the 2004 data of OSINERG, since only some equipment in their majority out of service was tested.

With this aim, the Project acquired the equipment Analyzer L2000DX, doing the sampling and measurement of PCB to contained dielectric oils in the equipment previously selected, contemplating in addition activities destined to the qualification to the equipment, conformed by representatives of the Project, OSINERG and DIGESA, and trained by the international expert of the PNUMA, Mr. Urs Wagner, in order that in the future, DIGESA continues with the process as competent authority in the matter of risks the human health and the atmosphere

Of this activity of sampling and measurement in field it is possible to be affirmed that:

- The stocks in the goods yards did not agree with the Inventory of OSINERG, so the update of the data is required.
- The qualitative results obtained with the Analyzer or kits are reliable to discard the presence of chlorinated substances in the dielectric fluid.
- The verification with chromatographic analyses is required mainly because were significant amounts (10%) of stock (equipment and oil in cylinders) that threw positive (>50 ppm) in the qualitative measurement.
- The elaboration of an Integral Management Guide for the polychlorinated biphenyls is

necessary, and it has to include real and applicable alternatives in our country for its storage, transports, treatment and final disposition

- The dissemination of the information in general terms, must be oriented not to make bad fame to the substance, and be sure of showing objectively the risks to the health and the atmosphere of the PCB in order of not incurring in exaggerated situations.

In order to define the problem based on the presented results, it is perceived the priority that must have the electrical subsector, requiring itself to develop plans and strategies supported in a norm clear to identify (in this and other sectors) through measurements and analysis, to control and then to assure a safe and rational handling the PCB stocks.

Analyzing the capacity of call and commitment of the different sectors, it is verified that it is necessary to make more diffusion and training in the subject inside each sector and the society in general, in order to make a social pressure that forces to prioritize the PCB within the private plans of management and the environmental agenda of the government. This will have to be supported to make easy the application of an Action Plan in which concerns to PCB and COP in general.

It is expected that the present Report helps with the aims of the Project to define the so complex problem that represents the life circuit of the electrical equipment, as well as contributes in this progressive process to quantify the contaminated stocks and possibly contaminated, hoping that in a near future the polychlorinated biphenyls can be rationally handled and have an environmentally safe way of disposal, according to the Action Plan proposed by the Project.

INTRODUCCIÓN

Desde que fueron sintetizados a mediados del siglo XIX los PCB han contribuido en gran forma al desarrollo tecnológico de los equipos eléctricos al aprovechar sus inmejorables características técnicas, por lo que su producción fue en aumento constante a partir de su industrialización a partir de 1929 debido a la gran demanda en numerosos tipos de aplicaciones en la industria, sin embargo a partir de los exámenes y evidencias surgidas en los años setenta también se reconocieron los graves efectos a la salud humana y al ambiente que ocasionan estos compuestos, por lo que se hizo necesario a partir de entonces su ubicación e identificación para proyectar una gestión y manejo ambientalmente seguro.

Los bifenilos policlorados (PCB) conforman una clase o familia de sustancias químicas que pertenecen al grupo de los hidrocarburos aromáticos clorados, los mismos que por sus propiedades físicas y químicas como material aislante, refrigerante, piroresistente, fueron muy utilizados en diversas aplicaciones industriales que aún se mantienen en la actualidad y que se hace necesario ubicarlas e identificarlas para garantizar su manejo hasta su disposición final segura.

La aplicación industrial de los PCB más ampliamente utilizada a nivel mundial es en los aceites dieléctricos contenidos en los transformadores eléctricos y en los capacitores o condensadores. También encontramos este fluido en aplicaciones parcialmente cerradas y abiertas, las que son más difíciles de identificar y que se mantengan en sus compartimientos originales debido justamente a esta condición que les permite entrar en contacto con el ambiente con mayor o menor facilidad.

Los bifenilos policlorados (PCB), junto con las dioxinas y furanos y nueve plaguicidas organoclorados conforman la lista de los Contaminantes Orgánicos Persistentes - COP, los mismos que por sus características de persistencia y acumulación se encuentran en casi todos los compartimientos ambientales (aire, agua, suelo y alimen-

tos), por lo que se encuentran dentro de los alcances del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes-COP, instrumento internacional vinculante que regula la gestión de dichos compuestos hasta su eliminación y disposición final en el 2025 (para el caso de los PCB).

Es por esto que resulta muy importante conocer las existencias, equipos y residuos contaminados con PCB y sobre todo definir el problema y su distribución a fin de establecer el futuro plan de acción a desarrollar sustentado en datos confiables obtenidos del proceso de Inventario.

Está comprobada la toxicidad de los PCB en la salud humana, proporcionalmente al grado de exposición, sobre todo a nivel ocupacional y por el consumo de alimentos contaminados.

El proceso de Inventario Nacional de PCB contempló actividades de difusión y reuniones al más alto nivel con cada sector para lograr el compromiso de cada autoridad sectorial competente. Luego se realizaron los Talleres Macro Regionales del Norte, Sur, Centro y Central en Lima, en las principales ciudades del país para difundir el Proyecto a nivel nacional y trabajar la problemática en cada una de las regiones.

En agosto del 2005 se contó con la presencia de los expertos internacionales del PNUMA, Dra. Heidelore Fiedler y el Blgo. Jorge Ocaña, los que enriquecieron el proceso con su experiencia y conocimientos en PCB difundidos en el Taller Nacional del Proyecto.

El Inventario Nacional se constituye en el producto principal del proceso y representa una cuantificación preliminar para llegar paulatinamente a un resultado final sustentado en un censo del parque de equipos y residuos existente, a fin de diseñar una estrategia nacional para la aplicación de un Plan de Acción dentro del Plan Nacional de Implementación (PNI) del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes en el Perú.



1. Objetivos

Objetivo principal

Desarrollar el Inventario Nacional de PCB, aplicado en los diferentes sectores y empresas encuestadas, en el marco del Proyecto Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (Proyecto PNI-COP) en el Perú.

Objetivos específicos

Definir la problemática de los PCB, en función a los resultados obtenidos de la respuesta de las encuestas distribuidas en los diferentes sectores productivos, incluyendo a los sectores fabricantes y de servicios de tratamiento de equipos y transformadores.

Preparar un equipo técnico-operativo para realizar el muestreo y medición de PCB en campo.

2. Alcance

El Inventario Nacional de PCB contempla todas aquellas posibles localizaciones (instalaciones de los diferentes sectores productivos), en donde existan aplicaciones, principalmente cerradas y parcialmente cerradas de PCB, así como desechos, que contengan o puedan contener PCB, tales como:

- Aceites dieléctricos en equipos eléctricos (transformadores y capacitores) en funcionamiento.
- Aceites dieléctricos almacenados (para uso o para desecho).
- Equipos eléctricos almacenados (en reserva o para desechar).
- Líquidos hidráulicos y líquidos de transferencia de calor que pueden contener PCB.
- Residuos contaminados o posiblemente contaminados con PCB.

3. Ámbito

El ámbito del estudio involucra a todos los sectores, especialmente los productivos a nivel nacional, dado que equipos y residuos contaminados

podrían encontrarse en cualquier parte del territorio nacional.

4. Marco Legal del Manejo de PCB en el Perú

El manejo de los bifenilos policlorados (PCB), desde su generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, hasta su disposición final o eliminación se sustenta en la siguiente normatividad directamente relacionada:

- a. Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos (10.07.2000).

Constituye el marco legal para el manejo de los residuos sólidos, no peligrosos y peligrosos, dentro de los cuales están incluidos los PCB. En esta norma no se involucran los residuos líquidos, que se contemplan recién con la promulgación del Reglamento respectivo.

- b. D.S. N° 057-2004-PCM, Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (22.07.2004)

En este reglamento se incluyen en la Novena Disposición Complementaria, Transitoria y Final, los desechos de aceites y solventes industriales a fin de que estos residuos líquidos peligrosos, mientras no se promulgue una norma

específica, se sometan a las disposiciones de la Ley para su manejo ambiental y seguro, a través de empresas registradas (EPS-RS ó EC-RS) y autorizadas por la DIGESA para el tratamiento y disposición final de PCB. Específicamente los desechos contaminados con PCB se contemplan en su Anexo 4 Lista A: Residuos Peligrosos, 3.18: “Los residuos 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 superior a 50 mg/kg”.

- c. D.S. N° 016-93-EM, Reglamento para la protección ambiental en la actividad minero - metalúrgica. (01.05.93).- El Anexo N° 1 es el *INFORME SOBRE GENERACION DE EMISIONES Y/O VERTIMIENTOS DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA MINERO-METALURGICA*, en el cual hay un acápite específico para declarar los residuos industriales con contenido de PCB y detalles de su disposición final.

- d. Decreto Supremo N°29-94-EM, Reglamento de Protección Ambiental de las Actividades Eléctricas.-. El Anexo N° 2 es un *INFORME SOBRE LA GENERACIÓN DE EMISIONES Y VERTI-MIENTOS DE RESIDUOS DE LA ACTIVIDAD ELÉCTRICA*. En la lista adjunta al Anexo N° 2 referida a los residuos industriales obligados a ser declarados, se señalan los que contengan PCBs, debiéndose informar sobre la cantidad y otras características además de indicar que disposición final se le dio.
- e. Resolución Legislativa N° 26234, Aprueba el Convenio de Basilea sobre el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos. (19.10.93), por el cual se adoptan las medidas para el adecuado intercambio de información sobre los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y el adecuado control de tales movimientos. Art. 11, 41, 61 y 131; Anexo: I, II, IV.
- f. Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. (15.10.2005). El cual dispone que las instalaciones destinadas a la fabricación, procesamiento o almacenamiento de sustancias químicas peligrosas o explosivas deben ubicarse en zonas industriales, conforme a los criterios de la zonificación aprobada por los gobiernos locales. Art. 23° (23.3). También se incluyen disposiciones para el control de sustancias químicas. Art. 83° (83.1, 83.2) y se establece la responsabilidad del generador sobre el manejo de los residuos peligrosos.
- g. Ley N° 28256, Ley para el Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos (19.06.2004), que promulga las disposiciones generales para el transporte de residuos peligrosos y por lo tanto aplicable a los residuos de PCB. Sin embargo, está pendiente la dación de su Reglamento con el detalle de los procedimientos, autorizaciones y competencias inherentes al transporte de los mismos.
- h. D.S.N° 067-2005-RE (10.08.05), Ratificación del Convenio de Estocolmo por parte de nuestro país. Mediante este documento se establece el compromiso del Perú para cumplir con las disposiciones del Convenio de Estocolmo, el mismo que se convierte en un instrumento jurídico vinculante de carácter supranacional.

5. Información General sobre PCB

Esta información general incluye Historia y Antecedentes, Producción y Usos, Características Físicoquímicas, Efectos sobre la Salud y el Ambiente, tomando como base información de la autoridad mundial en salud, la Organización Mundial de la Salud (OMS).

5.1 Historia y Antecedentes

Los bifenilos policlorados (PCB) se descubrieron a finales del siglo XIX y se reconoció pronto su utilidad para la industria, debido a sus propiedades físicas. Se utilizan comercialmente desde 1930 como fluidos dieléctricos e intercambiadores de calor y en otras aplicaciones. Se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente de todo el mundo, son persistentes y se acumulan en la cadena alimentaria. La exposición humana a los PCB se debe fundamentalmente al consumo de alimentos contaminados, pero también a la inhalación y a la absorción cutánea en los lugares de trabajo. Los PCB se acumulan en el tejido adiposo de los seres humanos y de los animales, causando efectos tóxicos a ambos, particularmente en el caso de exposiciones repetidas. La patología se manifiesta sobre todo en la piel y el hígado, aunque también están expuestos el tracto gastrointestinal, el sistema inmunitario y el sistema nervioso. Los dibenzofuranos policlorados (DFPCs), que se encuentran como contaminantes en mezclas comerciales de PCB, contribuyen de manera significativa a su toxicidad. Los resultados de los estudios realizados en roedores indican que algunos compuestos parecidos a los PCB pueden

ser carcinógenos y fomentar la carcinogenicidad de otros compuestos químicos.

De los datos disponibles de los bifenilos policlorados (PCB) es evidente que, en una situación ideal, sería preferible no tener en absoluto estos compuestos en los alimentos. Sin embargo, en la práctica será imposible alcanzar una reducción o eliminación de PCB en las fuentes alimentarias, ya que esta eliminación o nivel cero significaría la eliminación (o prohibición del consumo) de grandes cantidades de alimentos importantes, como el pescado, e involucrar en casos extremos hasta la imposibilidad de los infantes de alimentarse de la leche materna, dado el contenido de grasas de ésta. Son los comités científicos nacionales e internacionales los que deben establecer el debido equilibrio entre lo que se ha de hacer para conseguir un grado apropiado de protección de la salud pública y evitar pérdidas excesivas de alimentos.

A partir de los datos disponibles, no se pueden establecer niveles de exposición a los PCB que puedan considerarse de garantía absoluta de inocuidad.

Producción y usos

La producción comercial de los PCB comenzó en 1930. Se han utilizado ampliamente en equipos eléctricos y en volúmenes más pequeños como

líquido pirorresistente en sistemas de régimen cerrado.

Al final de 1980, la producción mundial total de PCB era superior a un millón de toneladas y desde entonces, la producción ha continuado en algunos países. A pesar de la creciente retirada del uso y de las restricciones sobre la producción, en el ambiente sigue habiendo cantidades muy elevadas de estos compuestos, bien en uso o como desecho.

En los últimos años, muchos países industrializados han adoptado medidas para controlar y limitar el flujo de PCB hacia el ambiente. El factor decisivo que ha llevado a estas restricciones ha sido probablemente una recomendación de 1973 de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) (OMS, 1976; CIIC, 1978; OCDE, 1982). Desde entonces, los 24 países miembros de la OCDE han limitado la fabricación, la venta, la importación, la exportación y el uso de PCB, además de establecer un sistema de etiquetado de estos productos.

Entre las fuentes actuales de liberación de PCB figuran la volatilización de vertederos (rellenos sanitarios y botaderos) que contienen transformadores, condensadores y otros residuos con PCB, aguas residuales, fangos cloacales, derrames y desechos de dragado, y la eliminación inadecuada (o ilegal) en zonas abiertas. Se puede producir contaminación durante la incineración de desechos industriales y municipales. Se sabe internacionalmente que la mayoría de los incineradores municipales no son eficaces en la destrucción de los PCB. La explosión o el sobrecalentamiento de transformadores y condensadores pueden liberar cantidades significativas de PCB al entorno local.

Los PCB se pueden convertir en dibenzo furanos policlorados (DFPCs) en condiciones pirolíticas. En las condiciones de laboratorio, la máxima producción de DFPCs se obtuvo a temperaturas entre 550°C y 700°C. Así pues, la combustión incontrolada de PCB puede ser una importante fuente de los peligrosos DFPCs. Por lo tanto, se recomienda un cuidadoso control de la destruc-



Transformadores-Capacitores

ción de desechos contaminados con PCB, especialmente en relación con la temperatura de combustión (por encima de los 1 000°C), el tiempo de permanencia y la turbulencia.

Otras fuentes señalan que hasta 1989 la producción total mundial de PCB (excluida la Unión Soviética), fue de 1,5 millones de toneladas, lo que significa un promedio de unas 26 000 toneladas al año. Incluso después de que en 1976 se prohibiese en Estados Unidos la fabricación, venta y distribución de PCB, se continuó su producción. Es así como entre 1980 y 1984 la producción mundial se mantuvo en 16 000 toneladas al año y entre 1984 y 1989, en 10 000 toneladas/año.

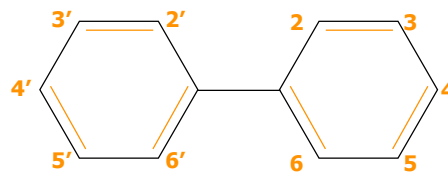
Estos antecedentes unidos a la falta de control existente en nuestro país, hace presumir que pueden existir cantidades significativas de PCB producto de la importación y fabricación de equipos conteniendo el fluido contaminado con PCB.

5.2 Características

Los bifenilos policlorados (PCB) comprenden un total de 209 congéneres o compuestos diferentes que teóricamente existen, su estructura química presenta dos anillos bencénicos unidos entre sí por un enlace carbono-carbono, las cuales pueden presentar diferentes grados de cloración.

La fórmula química es $C_{12}H_{(10-n)}Cl_n$ en donde $1 \leq n \leq 10$, o sea que puede contener desde uno hasta diez átomos de cloro y su estructura puede representarse así:

Los PCB son líquidos oleosos fluidos y resinas transparentes duras, dependiendo del grado de sustitución del cloro en el compuesto químico. Estos



compuestos son químicamente estables y han sido utilizados en numerosas aplicaciones en virtud a sus propiedades químicas y físicas. Entre las cuales figuran la resistencia al fuego, baja conductividad eléctrica, baja solubilidad en agua y alta en solventes orgánicos y resistencia a sustancias oxidantes.

5.2.1 Características fisicoquímicas

Dentro de las características fisicoquímicas de los PCB se mencionan su identidad y propiedades fisicoquímicas, y los métodos analíticos para su detección. En el siguiente cuadro se presentan las principales características:

Tabla N° 1: Principales características físico-químicas de los PCB

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICAS
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/L
Solubilidad en Aceites y Solventes	Alta
Solubilidad en lípidos	Rápidamente absorbidos por tejidos grasos
Coefficiente de partición log K_{ow}	4,46– 8,18 (El Convenio de Estocolmo establece que una sustancia se considera bioacumulable si el log K_{ow} es superior a 5)
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
Constantes de la Ley de Henry	$0,3 \times 10^{-4}$ – $8,97 \times 10^{-4}$ atm m ³ /mol Determinada para 20 congéneres
Constante dieléctrica	Alta (baja conductividad eléctrica)
Estabilidad térmica	<ol style="list-style-type: none"> Alta resistencia al fuego con temperatura de inflamabilidad elevada. Al calentarse pueden producir dibenzofuranos policlorados, con máxima producción entre los 550 °C y 700°C. No cristalizan a bajas temperaturas, pero se transforman en resinas sólidas

Fuente: Manual para el manejo de los bifenilos policlorados – CONAMA, Chile

5.2.2 Identidad y propiedades físicas y químicas

Los PCB son mezclas de productos químicos aromáticos, que se obtienen por cloración del bifenilo en presencia de un catalizador adecuado. Como se mencionó, en teoría existen 209 compuestos análogos, pero sólo 130 tienen probabilidad de ser utilizados en productos comerciales. Además, los PCB pueden contener dibenzofuranos policlorados (DFPCs) y cuarterfenilos clorados como impurezas. En condiciones normales, estas impurezas son relativamente estables y resistentes a las reacciones químicas. Todos los compuestos afines a los PCB son lipófilos y tienen una solubilidad en agua muy baja. En consecuencia, se introducen fácilmente en la cadena alimentaria y se acumulan en el tejido adiposo.

Las mezclas comerciales de PCB contienen DFPCs en concentraciones que oscilan entre unos pocos mg/kg y 40 mg/kg. En los PCB comerciales no se encuentran dibenzo- p-dioxinas policloradas (DDPCs).

Sin embargo, en casos de incendios accidentales y durante la incineración se pueden encontrar DDPCs cuando están mezcladas con otros compuestos clorados, como los clorobencenos utilizados en los transformadores.

Las mezclas comerciales de PCB tienen un color que va del amarillo claro al oscuro. No cristalizan, ni siquiera a baja temperatura, sino que se convierten en resinas sólidas. Los PCB son prácticamente pirorresistentes, con una temperatura de inflamabilidad bastante elevada. Forman vapores más densos que el aire, pero no dan lugar a mezclas explosivas con éste. Su

conductividad eléctrica es muy baja, la térmica es bastante alta y tienen una resistencia muy elevada a la degradación térmica. En condiciones normales, los PCB son químicamente muy estables, pero cuando se calientan pueden producir otros compuestos tóxicos, como los DFPCs.

5.2.3 Métodos analíticos

En 1966, a partir del descubrimiento de PCB en muestras obtenidas del ambiente, aumentó el interés por el análisis de estos compuestos y por su toxicidad para la especie humana y su ambiente. Los datos disponibles no son directamente comparables debido a diferencias en la metodología analítica; no obstante, se pueden utilizar para establecer medidas de control y prevención y para la evaluación preliminar de los riesgos para la salud y el ambiente asociados a estos compuestos.

Los PCB se han determinado mediante técnicas de cromatografía de gases con captura electrónica, a menudo utilizando columnas de relleno, aunque en estudios recientes se han empleado métodos más complejos, como la cromatografía en columna capilar y la de gases combinada con la espectrometría de masas, para identificar por separado los distintos compuestos análogos, mejorar la comparabilidad de los datos analíticos de fuentes diferentes y establecer una base para la evaluación de la toxicidad.

Para realizar estos análisis es necesario un amplio programa de garantía de la calidad y se han realizado y recomendado estudios de intercalibración. La calidad y utilidad de los

datos analíticos dependen decisivamente de la validez de la muestra y de que el muestreo sea adecuado.

5.3 Efectos a la Salud y al Ambiente

Los PCB al permanecer en el ambiente (persistentes) se transportan en la cadena trófica e ingresan al organismo por consumo de alimentos contaminados y por **exposición laboral** a través de la piel o de la vía respiratoria. Son probablemente cancerígenos (estudios en animales lo confirman). Después de su absorción circulan por la corriente sanguínea se almacenan (bioacumulan y biomagnifican) en tejidos grasos y en una variedad de órganos que incluyen los pulmones, hígado, riñones, glándulas adrenales, cerebro, corazón y la piel, manifestándose principalmente en la piel (cáncer a la piel, cloroacné) y el hígado, pudiendo afectar los sistema nervioso central, reproductivo o endocrino, sistema inmunológico y el tracto gastrointestinal y respiratorio.

En el ambiente se caracterizan por su **persistencia** al no ser biodegradables por lo que se les ha encontrado en sitios alejados (p.e. zonas polares), donde nunca han sido utilizados. Los derrames, vertidos, incendios o incineración son las principales rutas de ingreso al ambiente, pudiendo generar compuestos más peligrosos como los agentes cancerígenos Dioxinas y Furanos.



Cloroacné

Son calificados por la IARC (Internatinal Agency for Research on Cancer) en el Grupo 2 A, al ser Probable Carcinógeno para el hombre.

Muchas de las características que hacen a los PCB ideales para aplicaciones industriales crean problemas cuando se relaciona con el ambiente. Como otros hidrocarburos clorados, los PCB se asocian con componentes orgánicos del

suelo, sedimentos y tejido graso, o con sistemas acuáticos con carbón orgánico disuelto.

5.3.1 Transporte, distribución y transformación en el medio ambiente

Los PCB se encuentran en la atmósfera principalmente en fase de vapor; la tendencia a adsorberse sobre partículas aumenta con el grado de cloración. La distribución prácticamente universal de los PCB parece indicar que los transporta el aire.

En la actualidad, la principal fuente de exposición en el ambiente parece ser la redistribución de los PCB que previamente se han introducido en él. Dicha redistribución se deriva de su volatilización del suelo y el agua para pasar a la atmósfera, con el posterior transporte por el aire y la eliminación de la atmósfera mediante sedimentación húmeda o seca (de los PCB unidos a partículas), para luego volver a volatilizarse. Su concentración en las precipitaciones oscila entre 0,001 y 0,25 µg/litro. Dado que los ritmos de volatilización y degradación de los PCB varían según los compuestos, esta redistribución produce una alteración en la composición de las mezclas de PCB presentes en el ambiente.



En el agua, los PCB se adsorben en los sedimentos y otra materia orgánica; los datos experimentales y de supervisión han puesto de manifiesto que las concentraciones de PCB en los sedimentos y en la materia en suspensión son más elevadas que en las masas de agua correspondientes.

Una fuerte adsorción en el sedimento, especialmente en el caso de PCB con un grado elevado de cloración, disminuye la tasa de volatilización. Sobre la base de su solubilidad en agua y los coeficientes de reparto n-octanol-agua, los compuestos del grupo del PCB menos clorados se adsorberán con menos fuerza que los isómeros con más átomos de cloro. Aunque la adsorción puede inmovilizar los PCB en el

medio acuático durante períodos relativamente largos, se ha demostrado que la liberación a la masa del agua se produce tanto por vía abiótica como biótica. Por consiguiente, las importantes cantidades de PCB en los sedimentos acuáticos pueden actuar como sumideros del ambiente y como depósito de estos compuestos para los organismos. Se ha estimado que la mayor parte de los PCB presentes en el ambiente está en el sedimento acuático.

La baja solubilidad y la fuerte adsorción de los PCB en las partículas del suelo limitan la lixiviación; los compuestos con menor grado de cloración tienen una tendencia mayor a la lixiviación que los más clorados.

La degradación de los PCB en el ambiente depende del grado de cloración del bifenilo. En general, la persistencia de los isómeros de PCB aumenta con el grado de cloración. En la atmósfera, el proceso de transformación predominante puede ser la reacción en fase de vapor de los PCB con radicales hidroxilos (formados fotoquímicamente por la luz solar). La semivida estimada de esta reacción en la atmósfera oscila entre unos 10 días para el monoclorobifenilo y año y medio para el heptaclorobifenilo.

En el medio acuático, la hidrólisis y la oxidación no degradan de manera significativa los PCB. La fotólisis parece ser el único proceso abiótico de degradación viable en el agua; sin embargo, los datos experimentales disponibles no son suficientes para establecer su proporción o importancia en el ambiente.

Los microorganismos degradan los bifenilos monoclorados, diclorados y triclorados de ma-

nera relativamente rápida y más lentamente los bifenilos tetraclorados, mientras que los bifenilos con mayor grado de cloración son resistentes a la biodegradación. La posición de los átomos de cloro en el anillo bifenilo parece ser importante para determinar la tasa de biodegradación. Esta se da con preferencia en los compuestos que contienen átomos de cloro en posiciones -para. Los compuestos más clorados experimentan una transformación anaerobia, mediante un decloración reductora, para dar PCB con menos átomos de cloro, que pueden luego continuar la biodegradación mediante procesos aerobios.

El grado de bioacumulación en el tejido adiposo depende de varios factores: la duración y el nivel de la exposición, la estructura química del compuesto y la posición y modelo de la sustitución. En general, se acumulan más fácilmente los compuestos con mayor número de sustituyentes de cloro.

Los factores de bioconcentración de distintos PCB determinados experimentalmente en las especies acuáticas (peces, camarones, ostras) varían entre 200 y 70 000 o más. En mar abierto, hay bioacumulación de PCB en los niveles tróficos más elevados, con una mayor proporción de los bifenilos más clorados en los depredadores que ocupan un lugar más alto en la escala.

La transferencia de los PCB del suelo a la vegetación tiene lugar principalmente por adsorción en la superficie externa de las plantas terrestres; los desplazamientos que tienen lugar son escasos.

6 Identificación de PCB por su tipo de aplicación

Para identificar la presencia de PCB en equipos y residuos se tiene como documento de referencia “Directrices para la Identificación de PCB y materiales que contengan PCB” del Área de Productos Químicos del PNUMA (UNEP Chemicals, Agosto 1999), donde se incluye una clasificación según el tipo de aplicación, en función al uso del fluido con PCB, agrupándolas en aplicaciones cerradas, parcialmente cerradas y abiertas (Anexo 1).

6.1 Aplicaciones Cerradas, Parcialmente Cerradas y Abiertas

- **Aplicaciones de PCB**

La aplicación o uso de PCB constituye cualquier equipo o material con probabilidad de contenerlo. Desde algunas décadas los PCB se han utilizado en numerosas aplicaciones, de manera que se han establecido tres tipos de aplicaciones denominadas aplicaciones cerradas, parcialmente cerradas y abiertas.

- **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. Por consiguiente cualquier contaminación del ambiente en este tipo de

aplicaciones es por derrames o fugas en el equipo. Los equipos más significativos de aplicaciones de PCB cerradas identificadas en nuestro medio son los transformadores y capacitores, éstos con características de diseño más herméticas que los primeros.



Transformadores



Capacitor

- **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. Estos tipos de aplicaciones pueden también dar lugar a emisiones de PCB, mediante salidas a la atmósfera o al agua. Los ejemplos de sistemas parcialmente cerrados más importantes son los sistemas de termotransferencia e hidráulicos y las bombas de vacío, cuya ubicación típica es:

su uso o son irre recuperables tras la utilización, por lo cual se prestan más al contacto directo de los PCB con el ambiente que las cerradas, siendo prácticamente imposible su destrucción. El grupo de aplicaciones abiertas más importante constituye los plastificantes y se utilizan con los PVC (cloruro de polivinilo), el neopreno y otros cauchos clorados. Además, en las pinturas como retardantes de llama, en los adhesivos como plastificantes y en los revestimientos de superficie como retardantes de llama.

- **Líquidos de termotransferencia.** En la industria de productos químicos inorgánicos y orgánicos, plásticos y sintéticos y refinerías de petróleo.
- **Líquidos hidráulicos.** En la industria de productos metálicos (aluminio, cobre, acero y hierro) y equipamiento minero.
- **Bombas de vacío.** Elaboración de piezas electrónicas, aplicaciones en laboratorios, instrumentos e investigación y lugares donde se evacúan aguas residuales.

- **Aplicaciones abiertas**

Son aquellas aplicaciones en donde los PCB se encuentran incorporados dentro de diversas preparaciones, casi siempre en cantidades pequeñas o muy pequeñas y están en contacto directo con su entorno y por consiguiente, pueden estar expuestos al ambiente. Las aplicaciones abiertas se consumen durante

6.2 Desechos Contaminados con PCB

Entre los principales se tienen los siguientes, presentándose un esquema de los mismos en el Anexo 2.

- **Aceites usados con PCB**

Los aceites usados que contiene PCB proceden de equipos que siguen en uso, sobre todo en fuentes industriales y automotoras. En las fuentes industriales como las plantas y fábricas se han utilizado en sistemas hidráulicos y de termotransferencia (Franklin Associates 1984). Las fuentes automotoras son generalmente las estaciones de gasolina y las flotas de vehículos comerciales en donde se recogen el aceite contenido en el cárter de los motores, las transmisiones, los radiadores y otros sistemas vehiculares. También existe la posibilidad de contaminación de la condensación de gas natural en las tuberías al contacto con aceites con PCB utilizados en los compresores.

- **Dragado de vías de navegación que contienen aguas y sedimentos contaminados por PCB**

La evacuación de grandes cantidades de PCB a los medios acuáticos como ríos, lagos y estuarios han generado que los sedimentos se contaminen de PCB debido a su fácil absorción en los mismos, encontrándose concentraciones superiores a los 50 ppm (ICF 1989a) en las proximidades de las instalaciones industriales.

- **Reparación y desecho de equipos**

Uno de los principales lugares en donde se realiza reparaciones y mantenimiento de equipos son los talleres. En estos lugares se crean desechos que contienen PCB. Entre otras fuentes de PCB tenemos los materiales de desechos producidos durante la limpieza de pérdidas de líquidos dieléctricos en plantas industriales y el sobrecalentamiento de transformadores y capacitores. Así mismo a partir de los equipos que se desechan que pueden contener PCB, también tenemos desechos como restos de tapicería, almohadillados y materiales aislantes procedentes del desguace de automóviles y aparatos eléctricos.

- **Derribo de edificios**

El derribo de edificios produce una gran cantidad de desechos como materiales de relleno de juntas de estructura de hormigón, revestimientos de muebles, papel de copia desechado sin carbón, tratamiento de superficie de textiles, reactores de encendidos de luces fluorescentes, revestimientos adhesivos de pared resistentes al agua, materiales aislantes, pinturas, masillas sellantes y capacitores grandes y pequeños que se encuentran en diversos aparatos y dispositivos eléctricos.

- **Volatilización y lixiviado**

A partir de vertederos. Existe la posibilidad que la evacuación de los PCB vaya a parar a vertederos municipales o industriales o de lodos de alcantarilla. Esto puede generar el desprendimiento de los PCB de estos vertederos por volatilización a la atmósfera y por lixiviado a las aguas subterráneas. Es probable que los PCB se desprendan lentamente de los vertederos cuyo tiempo será mayor en aquellos desechos de PCB depositados en contenedores en donde debe producirse primero la descomposición o destrucción del medio que lo contiene.

- **Operaciones de reciclado**

Las operaciones de reciclado de los PCB pueden regresarlos al ciclo comercial como pape-

les desechados (papel de calco sin carbón) reciclado de papel o cartón para embalaje de alimentos, así como en el reciclado de chatarra y aceite desechado. Además se han encontrado mezclas que contienen PCB en preparaciones de plaguicidas y jabón blando.

- **Incineradores**

La incineración de desechos industriales y municipales (por ejemplo incineradores de basura y de lodos de alcantarilla) puede dar lugar a emisiones de PCB si los incineradores no cuentan con las condiciones necesarias para destruir con eficiencia los PCB, como es el caso de la mayor parte de ellos. Es por ello que es importante mantener un control estricto para destrucción de estos contaminantes como la temperatura, la cual debe ser superior a 1100 ° C, el tiempo de residencia y las turbulencias.

- **Producción inadvertida**

Durante la fabricación de productos químicos orgánicos y su uso en las industrias. En la fabricación de ciertos procesos industriales como los pigmentos orgánicos, los plaguicidas, los productos químicos y el refinado de aluminio se pueden producir inadvertidamente materiales cargados de PCB. Los PCB se generan cuando existe la presencia de cloro, hidrocarburos y temperaturas elevadas (o catalizadores).

6.3 Lista de Fabricantes y Marcas de Transformadores y Capacitores Contaminados con PCB

El documento guía “Directrices para la identificación de PCB y materiales que lo contengan” para la elaboración del Inventario brinda un listado de fabricantes y marcas de transformadores y capacitores que se muestran en los Anexos 3 y 4 respectivamente.

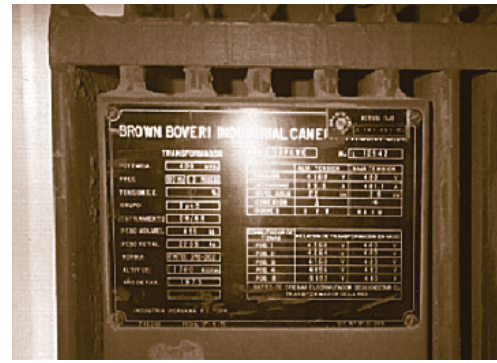
Cabe mencionar que estas listas son referenciales, ya que según los resultados de la encuesta nacional de PCB, existen marcas nacionales y extranjeras que no se incluyen en dichas listas y que han reportado presencia de PCB, ya sea por información de la placa o por el reporte de análisis cromatográficos declarados por las empresas encuestadas. Por este motivo, el instructivo de la encuesta no incluyó las listas de fabricantes ni marcas de transformadores y capacitores, dado que los poseedores de los equipos podrían asumir erróneamente que sus equipos estaban libres de PCB, ocasionando al final importantes sesgos en los resultados a reportar.

Además de las listas mencionadas se aplicaron los criterios presentados en la Tabla N° 2, a fin de identificar gran parte de equipos contaminados y posiblemente contaminados.

6.4 Lista de Nombres Comerciales de Aceites con PCB.

De acuerdo a los criterios establecidos en la Tabla N° 2 (Pág. 26), una información confiable a considerar para evaluar la contaminación de un equipo con PCB lo constituye el nombre del aceite dieléctrico consignado en la placa del fabricante del equipo, salvo que esté borrado o no indicarse en la placa, lo cual es frecuente por la antigüedad de los equipos. Por este motivo, se ha obviado incluir en el Instructivo de la Encuesta la lista con los nombres comerciales de los aceites dieléctricos con PCB, ya que al igual que en el numeral anterior, el usuario puede asumir que al no figurar dicho nombre, el equipo esté libre de PCB.

Por lo tanto, se parte de la premisa que, además del año de fabricación y la marca del equipo,



Placa de Transformador

todo equipo tiene alta probabilidad de estar contaminado con PCB a causa de un mantenimiento sin garantía (contaminación cruzada con aceite con PCB).

La lista de nombres de aceites dieléctricos con PCB se muestra en Anexo 5.

7. Determinación de la Presencia de PCB

No existen pruebas rápidas para identificar los PCB en un aceite dieléctrico, pero si pruebas rápidas cualitativas o de campo para detectar la presencia de cloro a partir de la cual se puede sospechar la presencia de PCB, estas pruebas están determinadas por los kits colorimétricos Clor-N-Oil o el Analyzer L2000DX de la firma Dexsil, reconocidas por el documento guía del PNUMA. La determinación cuantitativa de PCB se suele hacer en laboratorios, utilizando diversos tipos de cromatografía:

- Cromatografía de gas con columna empaquetada
- Cromatografía líquida en capa delgada
- Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

Estos tipos de análisis son indispensables si se requiere dosificaciones precisas o cuantificar el contenido de PCB. Los análisis cuantitativos no suelen ser necesarios en la primera fase de identificación del contenido de PCB en un transformador, pudiendo recurrirse a las pruebas mencionadas y de resultar positivas, proceder a la verificación cromatográfica. Adicionalmente, existen dos tipos de métodos rápidos, aunque no necesariamente certeros, que pueden señalar la presencia o contenido de PCB¹:

7.1 Prueba de Densidad

Como contienen cloro, los aceites de PCB suelen tener una densidad alta. Ello permite distinguirlos de los aceites minerales, que por lo regular son más ligeros que el agua. Por otro lado, la gravedad

específica de los aceites de PCB puede llegar a 1.5. Dicho de otro modo, un aceite de PCB siempre se irá al fondo de una mezcla con agua, mientras que un aceite mineral tenderá a flotar en la superficie.

7.2 Prueba del Cloro

La presencia de cloro puede detectarse también mediante un sencillo análisis químico. Existen “tiras reactivas” sensibles a la presencia del cloro. Además, si se enciende un compuesto que contiene cloro en presencia de cobre se producirá una llama verde, ya que el cloro forma pequeñas cantidades de cloruro de cobre en la superficie del cobre y esta sustancia, al volatilizarse, produce una característica llama verde. Esta prueba no se recomienda por la producción no intencionada de dioxinas y furanos por la combustión realizada.

Después de realizar estas sencillas pruebas, igual que con las pruebas rápidas, convendría verificar si el cloro existente se debe a la presencia de PCB y no a alguna otra sustancia que contenga cloro, mediante alguna de las pruebas cromatográficas.

Estas dos pruebas sencillas indicarán la presencia de cloro (inclusive la sal de mesa dará positivo). La prueba arrojará los mismos resultados con aceites minerales clorados, que también se utilizan en transformadores pero con diferente nivel de riesgo o peligro que los PCB. Aún así, se está eliminando su uso en equipos eléctricos. Los aceites para transformador que no contengan cloro no darán positivo en las pruebas antes descritas.

¹ Transformadores y condensadores con PCB: desde la gestión hasta la reclasificación y eliminación.2002

8. Metodología para la identificación de PCB

La metodología general internacionalmente aceptada para la identificación de PCB la proporciona el documento base mencionado “Directrices para la identificación de PCB y materiales que contengan PCB”, el cual desarrolla en varias etapas la gestión y manejo de equipos y materiales con PCB, desde la determinación de posibles localizaciones para la ins-

pección de PCB hasta determinar las opciones específicas y ambientalmente responsables del país para el almacenamiento permanente o provisional de los materiales descubiertos que contienen PCB.

A continuación se detalla cada una de las etapas de la metodología.

Etapas 1
Determinar las posibles localizaciones “blanco” (objetivo o más probables) como objetivo de inspección de PCB
Etapas 2
Determinar las potenciales aplicaciones que contengan PCB en las localizaciones objetivo (“blanco”)
Etapas 3
En todos los transformadores y capacitores, inspeccionar los equipos para tener alguna indicación inicial de que contienen PCB. Comparar el equipo con la información facilitada por el fabricante en lo que respecta a productos que contengan PCB.
Etapas 4
Para otras aplicaciones cerradas y parcialmente cerradas y transformadores y capacitores no clasificados, buscar indicaciones de nombres de mezclas comerciales de PCB.
Etapas 5
Para potenciales aplicaciones abiertas que pueden contener PCB
Etapas 6
Determinar posibles residuos que contengan PCB en las localizaciones objetivo
Etapas 7
Analizar las aplicaciones cerradas, parcialmente cerradas y abiertas identificadas, así como los desechos, para determinar la presencia actual y la concentración de PCB.
Etapas 8
Determinar las opciones específicas y ambientalmente racionales del país para el almacenamiento permanente o provisional de los materiales descubiertos que contengan PCB

9. Clasificación o Categorías por Concentración de PCB

Al respecto es conveniente revisar e interpretar la fuente, constituida por El Convenio de Estocolmo, documento jurídico vinculante internacional en la materia, que en su Parte II establece lo siguiente en relación a los PCB:

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; esta cláusula significa realizar la identificación, etiquetado y retiro de uso de todo equipo que contenga más de 100 000 ppm 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; igualmente, este porcentaje indica que dicha gestión se realizará para equipos que

contengan más de 500 ppm 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;

Esta prioridad se refiere a que la gestión estará orientada a identificar y retirar de uso todo equipo con más de 50 ppm con un volumen superior a los 50 mL.

Estas disposiciones parten de la premisa de conocer la concentración de PCB en los equipos, lo que implica realizar muestreos, mediciones de campo (previamente validadas) y análisis cromatográficos, constituyéndose en un aspecto clave de gestión y de carácter técnico-legal a implementar **sistemáticamente** en nuestra realidad, requiriéndose realizar un inventario completo y clasificar estos equipos en función a los resultados obtenidos para definir un Plan de Acción real y funcional contemplando plazos para su cumplimiento, todo lo cual se presenta como un gran reto para el cumplimiento de nuestros compromisos internacionales vinculados al Convenio de Estocolmo.

Como un primer paso para cumplir con el objetivo de conocer las existencias de PCB se ha realizado el Inventario Nacional de PCB, apoyándose en las encuestas, herramienta principal del proceso, remitidas a las empresas a través de los sectores a que pertenecen, principalmente los productivos. De la evaluación de la información recepcionada se verifican las siguientes categorías para un equipo o residuo:

- Está **contaminado** con PCB
- Está **posiblemente contaminado** con PCB
- Está **libre** de PCB

Los criterios utilizados para esta clasificación se muestran en la Tabla N° 2.

Dadas las conocidas condiciones actuales del manejo y tratamiento de los transformadores desde su adquisición o importación hasta su disposición final, y dado el riesgo a la salud y al ambiente inherente a dicha sustancia, conviene situarse en el peor escenario para un análisis más o menos estricto de la situación, por lo que se supone que es muy probable que gran parte de las existencias se encuentren contaminadas.

Al respecto, es conveniente mencionar un extracto de la publicación del PNUMA, Transformadores y Condensadores con PCB: desde la Gestión hasta la reclasificación y eliminación, de Mayo del 2002 (numeral 8): "... se ha comprobado que muchos trans-

formadores vendidos o etiquetados como transformadores sin PCB en realidad pueden contener PCB. Ello se debe a que muchos transformadores que utilizan aceite convencional se han contaminado indirectamente con PCB. En Europa, la proporción de este tipo de transformadores llega a representar el 45%. La razón es que hace años se utilizaban los mismos equipos para llenar transformadores con aceites de PCB y con otros aceites. Por eso se generó la contaminación cruzada y un transformador marcado como transformador con aceite convencional puede contener incluso más del 0,005 % (50 ppm) de PCB ...".

Por otro lado, no es válido hacer inferencias, extrapolaciones o estimaciones estadísticas, sobre p.e. un posible porcentaje de existencias contaminadas, sospechosas o no contaminadas, resultando válido sólo realizar un censo de equipos. Tampoco resulta válido en base a un resultado, hacer suposiciones sobre el manejo para diferentes sectores o entre empresas de un mismo sector y menos entre empresas de diferentes sectores, ya que sus controles, procedimientos y políticas internas han demostrado ser muy disímiles.

Como referencia, se menciona también en dicha publicación: "A menos que se tengan otros datos, puede decirse que todo equipo fabricado antes de 1986 puede contener PCB. Hoy en día hay muchos transformadores que contienen PCB. El primer problema consiste en determinar cuáles son, para luego escoger los procedimientos más convenientes de eliminación de los PCB que contengan". Esto hay que asimilarlo a las particulares características de nuestra realidad, dentro las cuales, es procedente mencionar que dada la situación socio-económica "crónica" del país, resulta conveniente a efectos de definir el problema de los PCB, el saber que los equipos son aprovechados al máximo, sobrepasando aún su vida útil (en promedio 40 años), y dependiendo de la empresa y el equipo, pueden haber sido sometidos o no a mantenimiento, favoreciendo con esto que por un lado se vaya diluyendo el posible contenido de PCB o que simplemente se encuentre con su aceite original.

Esta realidad se verifica en menor proporción en empresas del sub-sector eléctrico debido a que el giro del negocio está directamente relacionado con la eficiencia del servicio y obliga a un seguimiento más estrecho de sus equipos, a todo lo cual contribuye también el control y fiscalización por parte de la autoridad competente del sector energético, que es el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía - OSINERG.

Por este motivo a fin de no incurrir en un sesgo en la evaluación y no mezclar datos que desviarían una interpretación real, se establece por conveniente separar los datos de este sub-sector con el de los demás sectores.

10. Criterios para la Clasificación de Equipos

En el **Tabla N° 2** se esquematizan los criterios utilizados para evaluar y consolidar la información de la Encuestas distribuidas. La clasificación de equipos y residuos presentan básicamente tres categorías definidas:

- Equipos y residuos contaminados con PCB
- Equipos y residuos posiblemente contaminados con PCB
- Equipos y residuos no contaminados con PCB

- Los **equipos contaminados** son los que en su placa consignan el nombre del aceite dieléctrico contenido como PCB (askarel, pyranol, inerteen, pyroclor, etc.) o que tiene análisis cromatográficos que definen el contenido como PCB.
- Los **equipos no contaminados** son aquellos que tienen una fecha de fabricación posterior a 1983 y no han tenido ningún mantenimiento, o de darse éste, se ha realizado por una empresa que además garantiza estrictamente las operaciones del servicio.
- Se está considerando el año 1983 como fecha referencial para establecer la clasificación de los equipos contaminados. En la práctica, se ha verificado que es muy difícil que los equipos tengan un historial de mantenimiento (quizá tengan sobre algún último), por razones técnicas y administrativas y por que anteriormente no se conocía sobre los PCB y sus riesgos. Por lo tanto, será improbable que aún equipos posteriores a 1983 puedan sustentar su historial completo, el cual incluye datos del nombre del aceite de recambio o rellenado o que la empresa de servicio tenga una base de datos al respecto, siendo más probable su clasificación como contaminado o

posiblemente contaminado que como libre de PCB o no contaminado con PCB.

- A fin de no complicarse con estas alternativas, se afirma que los equipos que no caen en la categoría de contaminados o no contaminados (libres de PCB), son los **sospechosos o posiblemente contaminados con PCB**, que según los resultados obtenidos constituyen la mayoría.
- Hay que tener en cuenta que hasta antes de la ratificación del Convenio de Estocolmo por parte de nuestro país (D.S. N° 067-2005-RE del 10.08.05) se tenía como única referencia de norma nacional vigente el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (D.S. N° 057-2004-PCM) la cual adoptaba los lineamientos del “Convenio de Basilea sobre el Movimiento Transfronterizo de desechos peligrosos y su eliminación”, que a su vez fue ratificado por nuestro país mediante Res. Leg. N° 26234 del 19.10.93 y que entró en vigencia en el Perú el 21.02.94, el cual establece el límite de 50 ppm para categorizar un equipo contaminado o no con PCB, lo cual es concordante con el nivel más exigente de 0,005 % de PCB establecido por el Convenio de Estocolmo para la identificación de los equipos (Parte II, a), iii)).

Tabla N° 2: Criterios de clasificación de los equipos declarados en el inventario nacional de PCB-2005

CLASIFICACIÓN CATEGORÍA	EQUIPOS LIBRES DE PCB	EQUIPOS POSIBLEMENTE CONTAMINADOS CON PCB	EQUIPOS CONTAMINADOS CON PCB
TRANSFORMADORES	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de PCB menor a 50 ppm, a través de un análisis de laboratorio acreditado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se considera equipo posiblemente contaminado con PCB cuando no se clasifica en ninguna de las otras dos categorías mencionadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tienen análisis de laboratorio que acredite una concentración mayor a 50 ppm.
	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha de fabricación posterior a 1983 para marcas consideradas en el Anexo 3 • No han tenido mantenimiento alguno. • El aceite original del equipo no pertenece a la lista del Anexo 5. 	<ul style="list-style-type: none"> • No tiene fecha de fabricación. • Equipo carece de placa original del fabricante • Han tenido mantenimiento sin registros o garantía 	<ul style="list-style-type: none"> • El nombre del aceite dieléctrico del transformador se encuentra en Anexo 5. • El fabricante se encuentre en la lista del Anexo 3.
	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando la placa del capacitor consigna "libre de PCB". • Año de fabricación posterior a las consignadas en el Anexo 4, para las marcas mencionadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo no clasifica en ninguna de las otras dos categorías mencionadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Marcas y series reconocidas en la lista del Anexo 4. • Placa indica que contiene PCB
CAPACITORES O CONDENSADORES	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de laboratorio acreditado, señalando aceite con contenido de PCB <50 ppm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Marcas reconocidas de la lista del Anexo 4, con series diferentes a las mencionadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre del aceite del equipos se encuentra en el Anexo 5.
	<ul style="list-style-type: none"> • Declaran equipos que no contienen aceite dieléctrico (equipos secos). 	<ul style="list-style-type: none"> • No indica fecha de fabricación del equipo o no tiene placa de fábrica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha de fabricación menor al año 1976 para marcas de EEUU y Alemania.
INTERRUPTORES	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de laboratorio acreditado, señalando aceite libre de PCB (<50 ppm). 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos que han realizado mantenimiento. • No consignan fecha de fabricación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tienen análisis de laboratorio que acredite una concentración mayor a 50 ppm.
	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha de fabricación reciente y conteniendo aceites garantizados. • No han realizado mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • No tienen placa y contienen aceite dieléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> • El nombre del aceite dieléctrico del Interruptor se encuentra en la lista del Anexo 5.

En función a la **Tabla 2**, se mencionan adicionalmente algunas precisiones de acuerdo a las declaraciones de las empresas encuestadas:

Cuando se declara la concentración de PCB como “No Determinada”, se evalúa además, el año de fabricación, el nombre del aceite original y que no haya tenido mantenimiento alguno, debido a la posibilidad de contaminación de los equipos a través del rellenado o cambio de aceite u otro tratamiento.

El equipo automáticamente es calificado como contaminado, si el nombre comercial del aceite consignado en su placa se encuentra en la Lista de “Nom-

bres de Aceites Dieléctricos Contaminados con PCB” (Anexo 5) o cuando se declara un contenido igual o mayor a 50 ppm obtenido a través de un análisis cromatográfico.

Los equipos que no declaran año de fabricación, son considerados posiblemente contaminados, debido a que no se puede descartar que su fabricación se haya realizado antes o después de 1983 para marcas consideradas en la Lista de “Empresas Fabricantes de Transformadores que Contienen PCB” (Anexo 3) o las marcas de la Lista de “Empresas Fabricantes de Capacitores que Contienen PCB”, en el Anexo 4.

11. Proceso para la elaboración del Inventario Nacional

El Inventario Nacional se desarrolló con un carácter participativo distinguiéndose principalmente las siguientes etapas:

- A) Etapa de coordinación: Consistente en reuniones con las autoridades de los diferentes sectores competentes a fin de obtener el máximo apoyo al proceso de Inventario, brindando el directorio de las empresas de cada sector y especialmente en la etapa de distribución de las Encuestas.
- B) La etapa de difusión: Se desarrollaron eventos para difundir el proceso a nivel nacional, involucrando a las principales entidades del sector público y privado y la sociedad civil en general. Entre estos eventos se mencionan los Talleres Macro Regionales realizados en las principales regiones representativas de cada macro región, así como en eventos locales como el Taller de Municipalidades con la participación de los gobiernos locales.
- C) Elaboración de la Encuesta para el Inventario Nacional de PCB: La encuesta se diseñó cuidadosamente al constituirse en la principal herramienta del proceso para evitar pérdidas de tiempo y recursos. Este documento se elaboró con el objeto de obtener la mayor información posible respecto a las existencias, equipos y residuos, contaminados o posiblemente contaminados con PCB principalmente en los sectores productivos.
- D) Reuniones del Sub-Comité Nacional de Coordinación de PCB (SCNC-PCB): Este sub-comité lo conforman las instituciones y entidades del sector público y privado involucradas con el tema de los PCB. Estos encuentros de carácter técnico-administrativo se organizaron con el fin de reforzar tanto el aspecto administrativo relacionado con los sectores así como el aspecto técnico, desarrollándose desde la etapa de elaboración de la Encuesta hasta la presentación de los resultados del Inventario de PCB. Las instituciones y representantes del Sub-Comité se muestran en el Anexo 6.
- E) Validación de la Encuesta de PCB: Etapa primordial del proceso en la cual intervinieron los diferentes sectores y entidades participantes del sub-comité, obteniéndose la aprobación de los formatos de encuesta elaborados, tanto para el sector Minería como para los demás sectores (Anexos 7 y 8).
- F) Distribución de las Encuestas: Con la aprobación de la Encuesta y con el compromiso de los diferentes sectores para apoyar en el proceso logístico, se inició la fase de distribución de las encuestas para lo cual se utilizó los diferentes medios, vía courier para todos los sectores, excepto con el sector Minería y Transportes y Comunicaciones con quienes se realizó por correo electrónico. A su vez se menciona que la Encuesta, se incluyó en la página web del Proyecto a fin de facilitar a su acceso y agilizar el proceso.
- G) Información de actores claves: A fin de satisfacer los objetivos del Inventario se requería contar con información y datos para definir la problemática de los PCB en nuestro país, por lo que era necesario reforzar la información obtenida en los eventos desarrollados (talleres, reuniones del SCNC-PCB), directamente de los representantes de las empresas representativas del rubro de fabricación y servicios de mantenimiento de equipos eléctricos (transformadores). Para el efecto se llevó a cabo diversas entrevistas con estas empresas, remitiéndose además un cuestionario para obtener la declaración formal de los datos (Anexo 9).

12. Resultados - distribución de encuestas y nivel de respuesta

Se presentan a continuación los resultados correspondientes al Inventario Nacional 2005.

12.1 Encuestas distribuidas por sector económico y nivel de respuesta

Las encuestas fueron distribuidas a empresas e instituciones de los sectores productivos dentro del ámbito del inventario determinado en función a la probabilidad de contar en sus instalaciones con equipos o desechos que contengan PCB. A los sectores Minería y Transportes y Comunicaciones se remitió vía correo electrónico y a Industrias, Pesquería e Hidrocarburos, vía oficio.

La encuesta al sector Salud, fue distribuida con objetivos de difusión, sensibilización y capacitación del personal de la autoridad sanitaria, más que con fines de lograr una cuantificación de equipos para el inventario, dadas las características de los establecimientos del sector salud que en general no cuentan con estos equipos industriales.

No se envió la Encuesta al sub-sector eléctrico dado que el OSINERG realizó el 2004 un Inventario Nacional de equipos eléctricos cuyos datos fueron facilitados al Proyecto a fin de no reiterar el proceso en este importante sector, lo cual evitó agotar recursos y tiempo en un proceso recientemente realizado.

La respuesta a las encuestas distribuidas en los sectores productivos tuvo las siguientes características:

- El nivel de respuesta de las encuestas en relación al total de encuestas distribuidas es aproximadamente 33%.
- El mayor nivel de respuesta es del sector Industria, al obtenerse un total de 21%, la recepción de las encuestas se realizó a través del Ministerio de la Producción, las DESAs en provincias, DIGESA en Lima y directamente por fax.

- El menor nivel de respuesta se dio en los sectores Minería y Transporte y Comunicaciones, sectores que coincidentemente remitieron la encuesta vía correo electrónico.

Otros aspectos generales muy importantes que son convenientes considerar son:

- El sector Transportes y Comunicaciones, respondió bajo en número de empresas, pero se obtuvo respuesta de empresas muy representativas de la actividad portuaria y ferroviaria, considerando que las demás son empresas de transporte terrestre que generalmente no poseen estos equipos.
- Similar análisis soporta la declaración en Pesquería, en función a probabilidad de poseer equipos antiguos, dado que las empresas que respondieron son las de mayor antigüedad y por lo tanto aumenta la posibilidad de tener equipos antiguos, a diferencia de empresas nuevas que por lo general poseen y adquieren equipos nuevos.
- Como referencia se menciona que si se hubiera incluido al sub-sector eléctrico este porcentaje sería 38%. Esto demuestra que es más importante la calidad o representatividad de las empresas declarantes que el número de empresas del que se obtenga respuesta.

12.2 Empresas que no declaran posesión de equipos con PCB

De las empresas que respondieron la encuesta, existe un porcentaje que declara no poseer equipos contaminados con PCB, adjuntando la encuesta sin llenar los datos correspondientes.

A continuación se presenta el cuadro respectivo por sector y departamento.

Tabla Nº 3: Número de empresas que declaran no tener existencias contaminadas con PCB, por sector y departamento.

SECTOR DEPARTAMENTO	HIDROCARBUROS	INDUSTRIAS	MINERÍA	Nº DE EMPRESAS	% *
ANCASH	0	1	0	1	1
AREQUIPA	0	3	1	4	3
ICA	1	2	0	3	2
IQUITOS	0	1	0	1	1
JUNIN	0	1	0	1	1
LAMBAYEQUE	0	1	0	1	1
LIMA	3	26	0	29	19
PIURA	2	0	0	2	1
TRUJILLO	1	0	0	1	1
TOTAL	7	35	1	43	30

* Porcentaje en función al Nº respuestas de empresas (156)

- De las respuestas que se han recibido, 43 empresas han declarado no tener equipos o que los equipos que poseen no están contaminados con PCB, representando el 30% del total de respuestas obtenidas a través de las encuestas.
- El 19% del total de respuestas de las empresas pertenecen al departamento de Lima, siendo en su mayoría del sector Industrias.
- Otros departamentos como Arequipa e Ica representan el 3% y el 2% del total.
- El 81% de las empresas que declaran no poseer existencias de PCB corresponden al sector Industrias, encontrándose 74% de éstas en Lima.

12.3 Encuestas distribuidas a las Direcciones Ejecutivas de Salud Ambiental (DESAs)

Simultáneamente a la distribución de las encuestas en los demás sectores se realizó el envío de encuestas a las DESAs, representantes regionales de la DIGESA, de Lima y provincias; las encuestas fueron remitidas a los centros de salud, hospitales de la zona y algunas empresas de importancia según el criterio de los representantes de las DESAs, para evaluar si ellas pudieran poseer equipos eléctricos. Tuvo las siguientes características:

- Sólo 13 de las 34 DESAs a nivel nacional han remitido respuestas a la encuesta realizada.

- La información obtenida ha permitido descartar la existencia de transformadores, capacitores e interruptores en la mayoría de los centros de salud.
- Se ha verificado que los equipos en la mayoría de los casos pertenecen y están bajo responsabilidad de las empresas eléctricas de la jurisdicción, las mismas que son fiscalizadas por OSINERG.

13. Resultados a nivel sectorial

Se presentan a continuación las estadísticas obtenidas respecto a las existencias de equipos contaminados y posiblemente contaminados con PCB.

13.1 Equipos Contaminados y Posiblemente Contaminados Con PCB

Según la categorización realizada, se tienen equipos contaminados y posiblemente contaminados con PCB. Se presenta en la siguiente tabla las existencias establecidas de los equipos, de acuerdo al número de equipos declarados por sector y tipo de equipo.

Los resultados en función de los pesos contenidos de aceite dieléctrico contaminado o posiblemente contaminado se presentan más adelante en el punto 13.4.

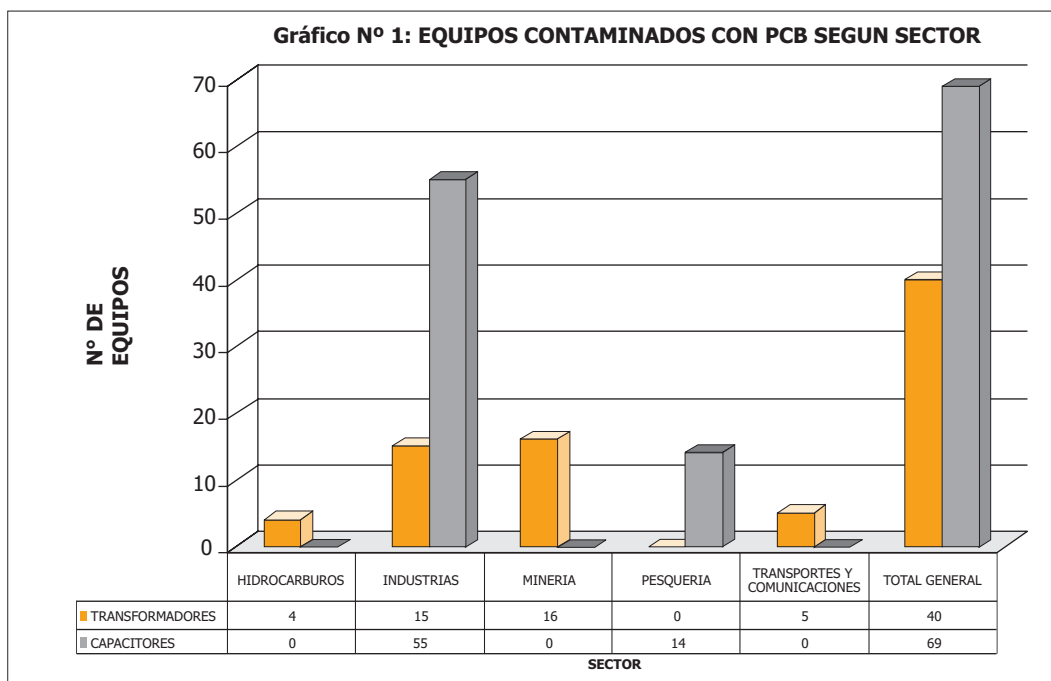
Tabla N° 4: Equipos contaminados con PCB según sector

SECTOR	TRANSFORMADOR	CAPACITORES	Nº DE EQUIPOS	% POR SECTOR
HIDROCARBUROS	4	0	4	3,7
INDUSTRIAS	15	55	70	64,2
MINERÍA	16	0	16	14,7
PESQUERÍA	0	14	14	12,8
TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	5	0	5	4,6
TOTAL GENERAL	40	69	109	100
% POR EQUIPO	36,7	63,3	100	

Nota: No se considera los equipos declarados por una empresa del sector Industrias quien declara capacitores e interruptores en fluorescentes, computadoras y ventiladores.

Se presenta a continuación el gráfico disgregado de los transformadores y capacitores, con el detalle de la condición en la que se encuentran, en uso

o funcionamiento, almacenados para reserva o para desecho, etc. para un mejor análisis y evaluación de los datos.



Del esquema presentado se resalta los siguientes aspectos:

- El sector industria concentra la mayor cantidad de equipos contaminados (64,2%), seguido del sector minería con 14,7%.

Los equipos declarados pertenecen a aplicaciones cerradas, entre capacitores (bancos en grupos de 2 a más) y transformadores; al respecto cabe considerar que estos equipos pueden contener 100% de PCB y por sus características de hermeticidad hay que considerar el peso total para su disposición final o eliminación, no sólo el peso del líquido.

- Hay que contemplar el riesgo a nivel ocupacional de los trabajadores con mayor posibilidad

de contaminación (p.e. operarios de mantenimiento o maestranza).

- Se debe considerar su ubicación y cercanía de los equipos a la población o locales públicos, sobre todo los del sector Industrias; así, para el sector Minero o Hidrocarburos el riesgo es diferente al estar generalmente en áreas rurales y más alejados de población.
- De las encuestas se desprenden que la casi totalidad de empresas no contemplan medidas preventivas para el manejo de sus equipos contaminados, en lo referente a su retiro y almacenamiento para una disposición y eliminación segura. Sólo una declara tomar este tipo de medidas.

Tabla N° 5: Equipos posiblemente contaminados con PCB por sector.

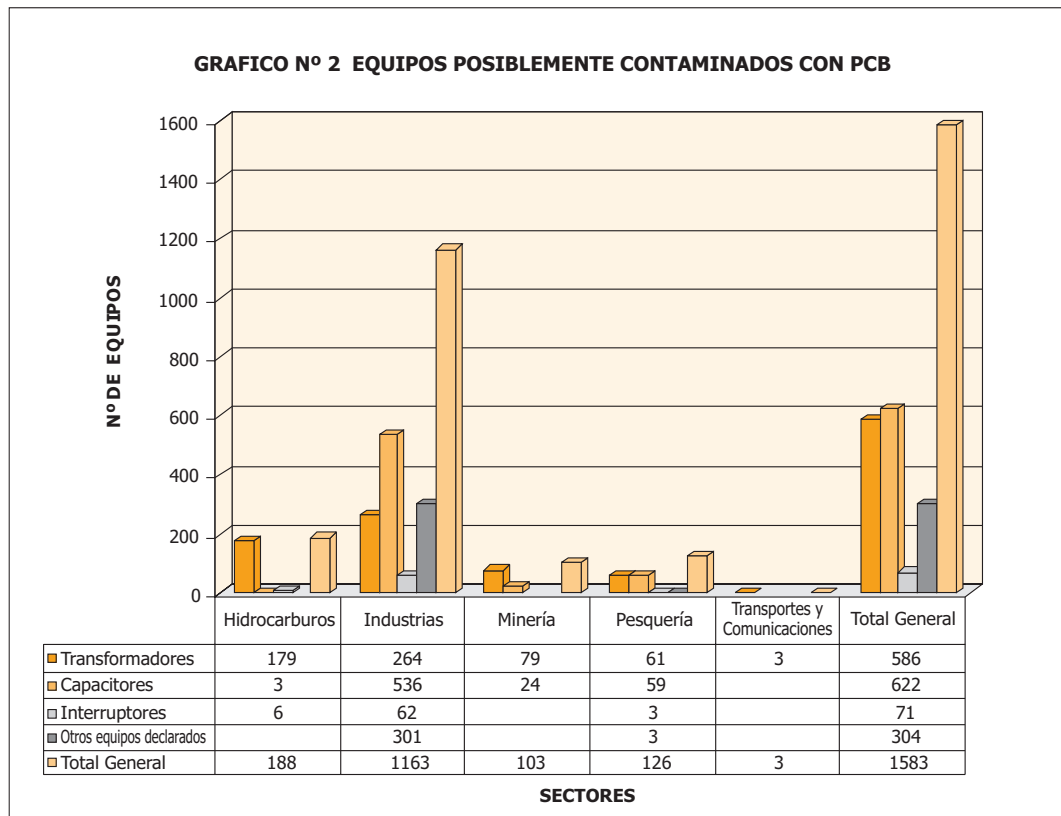
SECTOR	TRANSFORMADORES	CAPACITORES	INTERRUPTORES	OTROS EQUIPOS DECLARADO (1)	TOTAL GENERAL	%
HIDROCARBUROS	179	3	6	0	188	11,9
INDUSTRIAS	264	536	62	301	1 163	73,5
MINERÍA	79	24		0	103	6,5
PESQUERÍA	61	59	3	3	126	8
TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	3			0	3	0,1
TOTAL GENERAL	586	622	71	304	1 583	100
%	37,0	39,3	4,5	19,2	100	

(1) Los "otros equipos declarados" se refieren a reactores de fluorescentes, equipos hidráulicos y de termotransferencia, llaves térmicas, interruptores. Se clasifican como posiblemente contaminados porque no se tiene marcas de referencia para estos equipos (salvo para los capacitores), además casi todos no tienen un historial de mantenimiento, ni fecha de fabricación, caracterizándose también porque tampoco consignan un peso total o estimado del aceite.

Nótese que en el sector Industria se ha declarado la mayoría de estos equipos (536 de 622 capacitores), una gran parte son condensadores presentes en fluorescentes, computadores, ventiladores, que también poseen estos equipos y que aparentemente “inflan” el inventario. Además, como se mencionó en la Nota, al no tener mayores datos (marca, antigüedad, pesos, etc.) se los clasifica dentro de la categoría de posiblemente contaminados. Cabe mencionar que sólo 212 de los 1163 equipos posiblemente contaminados (in-

dustria) en total, declaran pesos de aceite, casi todos ellos correspondientes a condensadores de transformadores de distinta potencia.

La siguiente gráfica permite apreciar estos resultados, recordando que los equipos posiblemente contaminados no están categorizados como equipos contaminados, para lo cual tendrían que tener un contenido de PCB igual o superior a las 50 ppm; ni tampoco se categorizan como equipos libres de PCB, con una concentración por debajo de las 50 ppm.



De acuerdo a la **Tabla N° 5** y este **Gráfico N° 2**, se puede apreciar:

- En el sector Industria se ha declarado la mayor cantidad de equipos posiblemente contaminados representando el 73,5 % del total, seguido del sector hidrocarburos con el 11,9 %, estando en su mayoría (95%) compuesto de transformadores.
- La mayor cantidad de equipos se compone básicamente de condensadores y transformadores (en conjunto 77%). Lo que representa un total de 1 163 equipos dentro del sector. La cantidad reportada de condensadores corresponde a bancos de los mismos que se componen en el sector industria de grupos de 2 a más.
- Los transformadores en su gran mayoría son equipos de distribución, lo cual limita la can-

tidad de aceite que puede estar contenido en ellos.

- Casi la totalidad (99%) de equipos declarados como “Otros equipos” (diferentes a transformadores y capacitores) constituido por interruptores, reactores (se compone de un condensador que puede contener PCB), equipos hidráulicos y de termotransferencia, corresponden al sector Industria.
- En los equipos contaminados, hay que tener en cuenta que los capacitores pueden tener menor cantidad de aceite, sin embargo, son 100% PCB a diferencia de los transformadores donde pueden contener mayor cantidad de aceite dieléctrico, pero (por ejemplo) con un 10 % de PCB.

13.2 Distribución de los equipos contaminados y posiblemente contaminados con PCB según departamento

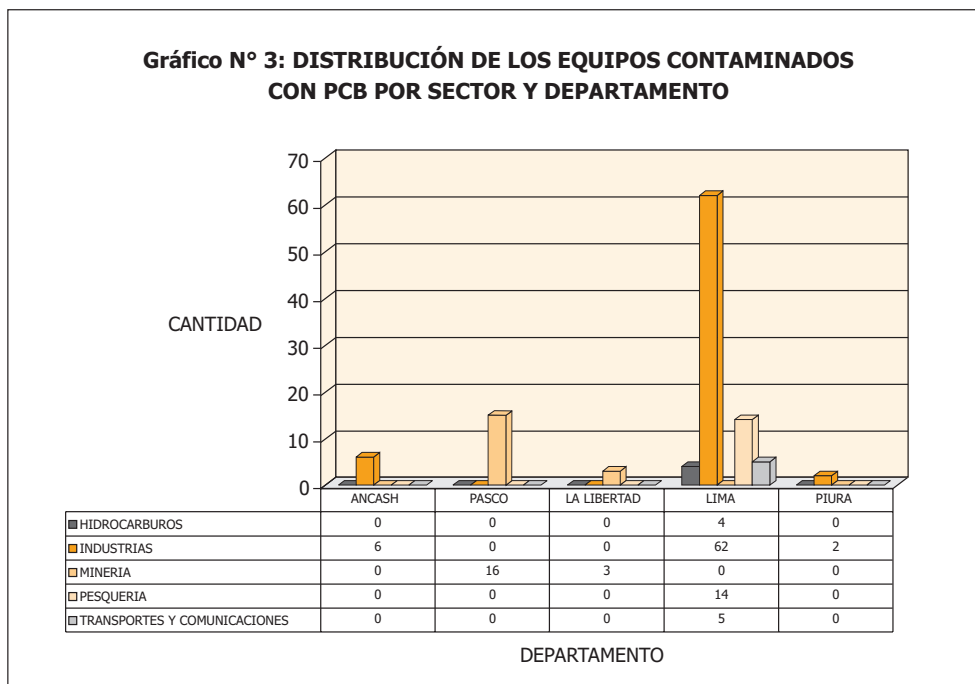
En la tabla siguiente se presenta las existencias de equipos contaminados y posiblemente contaminados por departamento.

Tabla N° 6: Distribución de los equipos contaminados por sector y por departamento

DEPARTAMENTO SECTOR	ANCASH		PASCO		LIMA		PIURA		TOTALES		%
	Transf	Capacit	Transf	Capacit	Transf	Capacit	Transf	Capaci	Transf	Capacit	
	Total										
HIDROCARBUROS	-	-	-	-	4	-	-	-	4	0	3,7
INDUSTRIAS	6	-	-	-	9	53	-	2	15	55	64,2
MINERÍA	-	-	16	-	-	-	-	-	16	0	14,7
PESQUERÍA	-	-	-	-	-	14	-	-	-	14	12,8
TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	-	-	-	-	5	-	-	-	5	0	4,6
TOTAL x EQUIPO	6	0	16	0	18	67	0	2	40	69	100
TOTAL	6		16		85		2		109		
%	5,5		14,7		78		1,8		100		

El gráfico N° 3 muestra en que sector y en que departamento se presentan las mayores cantidades de equipos con un contenido de 50 ppm o más de

PCB, lo cual no necesariamente indica que la mayor cantidad de aceite contaminado se encuentre en dicho sector.



De acuerdo a la Tabla N° 6:

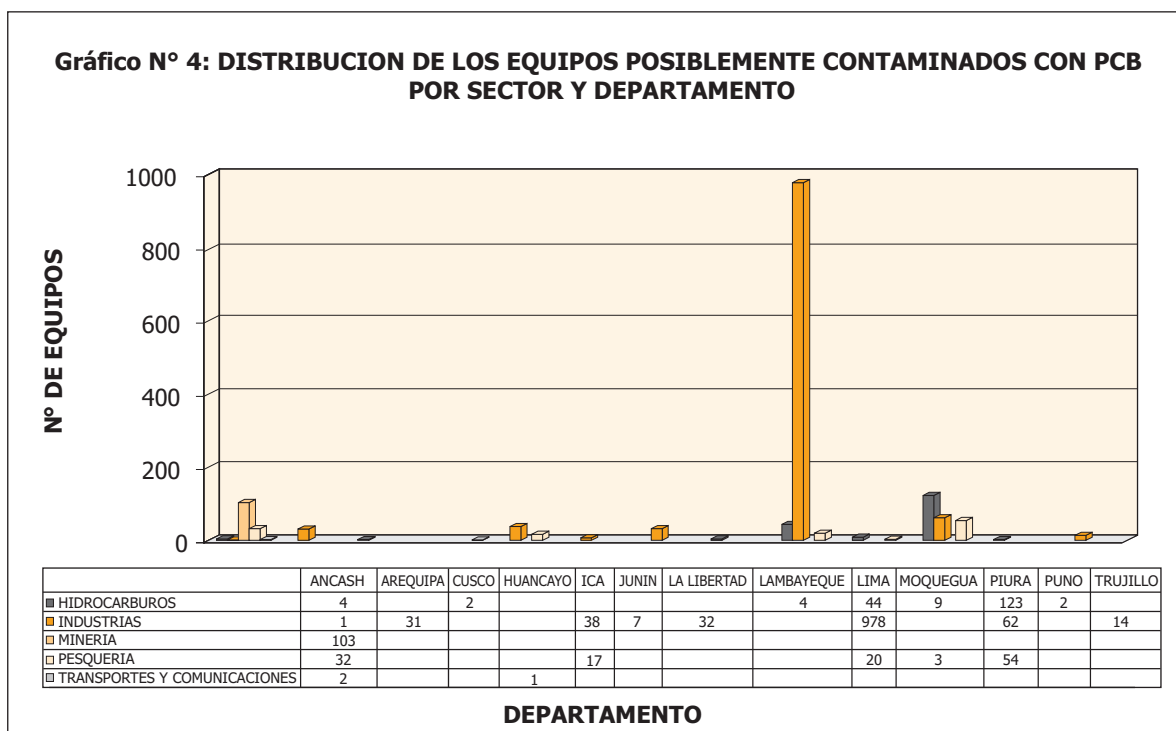
- La distribución del número de equipos con PCB a nivel nacional determina que el departamento de Lima es aquel que cuenta con una mayor cantidad de equipos declarados con PCB, llegando a ser el 78% de los equipos totales declarados, los que en su mayoría pertenecen al sector Industria, el puerto del Callao, es una de las principales zonas con existencias de PCB, junto a las demás zonas industriales de los distritos dentro del departamento de Lima.
- En segundo lugar tenemos a Pasco con aproximadamente el 14,7%, siendo en su totalidad equipos del sector Minería, se debe tener presente que un gran número de empresas mineras están ubicadas en esta región, pero sólo han declarado 4 de ellas.

Tabla N° 7: Distribución de los equipos posiblemente contaminados con PCB por sector y por departamento

SECTOR DEPARTAMENTO	HIDROCARBUROS			INDUSTRIAS						MINERÍA		PESQUERÍA				MTC		TOTAL	%
	Transf	Capac	Interr	Transf	Capac	Interr	Equ. Hidr.	Llave térm.	React	Transf	Capac	Transf	Capac	Interr	Equ. Hidr.	Transf	Capac		
ANCASH	4	-	-	1	-	-	-	-	-	79	24	24	6	2	-	2	-	142	9,0
AREQUIPA	-	-	-	4	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	2,0
CUSCO	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,12
ICA	-	-	-	28	3	5	2	-	-	-	-	13	-	1	3	-	-	55	3,5
JUNIN	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	8	0,5
LA LIBERTAD	-	-	-	42	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	2,9
LAMBAYEQUE	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,3
LIMA	35	3	6	167	467	46	24 ^(*)	13	261 ^(**)	-	-	18	2	-	-	-	-	1 042	65,8
MOQUEGUA	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	12	0,8
PIURA	123	-	-	15	40	7	-	-	-	-	-	3	51	-	-	-	-	239	15,1
PUNO	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,1
TOTAL x SECTOR	179	3	6	264	537	62	26	13	261	79	24	61	59	3	3	3	-	1583	100
TOTAL	188			1 163						103		126				3		1 583	
%	11,9			73,5						6,5		8,0				0,2		100	

(*) Incluyen 2 equipos de termotransferencia

(**) Corresponden a reactores de encendido en los fluorescentes



De la tabla N° 7 y gráfico N° 4 se desprenden las siguientes apreciaciones:

- Lima es el departamento con mayor cantidad de equipos posiblemente contaminados con un 65,8%, siendo en su mayoría (93,9%) equipos del sector Industrias, compuesto básicamente de transformadores, capacitores e interruptores. Esto indica claramente que en Lima, la distribución de los equipos obliga a tener muy en cuenta el riesgo ocupacional de los trabajadores expuestos, así como el riesgo ambiental por su ubicación o cercanía a centros poblados, incluyendo hospitales, colegios, etc.
- En segundo lugar tenemos al departamento de Piura con un 15,1% de equipos, los que en más de la mitad (51,5%) pertenecen al sector Hidrocarburos y en tercer lugar a Ancash siendo en su mayoría (72,5%) equipos del sector minería.
- Se puede deducir de estas cantidades que en provincias, el problema de distribución estaría más concentrado dentro de las instalaciones productivas del sector energía y minas, lo cual por un lado implica bajo riesgo en cuanto a la salud se refiere, al estar localizados los equi-

pos dentro de instalaciones, que por su tamaño y extensión están generalmente alejados de la población.

13.3 Marcas de aceites declarados para los equipos contaminados y posiblemente contaminados con PCB

Se presentan a continuación los esquemas que muestran que aceite dieléctrico comercial es el de mayor presencia en los equipos eléctricos por sector. Esto no implica necesariamente que sean los aceites con mayor cantidad (en peso) por sector.

Se observó en las encuestas, que muchas de ellas eran llenadas por personal que no ponía mucha atención al momento de consignar el nombre, y en general, de colocar los datos en la encuesta, ya sea en los formatos a mano o al pasarlos a formato electrónico, por lo que se tuvo que uniformizar a nombres comerciales conocidos en la literatura.

Al respecto, cabe señalar que algunas encuestas no consignaban datos precisos por haberse encargado esta tarea a practicantes o en general a personal no idóneo y habituado en estas actividades, por lo que información más o menos valiosa se puede haber perdido en el proceso.

Tabla N° 8: Marcas de aceites que contienen PCB declarados por número de equipos y por sector

SECTOR \ MARCA	HIDRO-CARBURROS	INDUSTRIAS	MINERÍA	PESQUERÍA	TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	N° TOTAL EQUIPOS	%
Aceite Contaminado			2			2	1,8
Askarel		17	14		1	32	29,4
Clopen		3				3	2,8
Dielektrol		7				7	6,4
Diphenyle Tetracoloro		2		14		16	14,6
Electro (*)		3				3	2,8
Inerteen	3				3	6	5,5
Piralene	1					1	0,9
Pyranol		38			1	39	35,8
TOTAL GENERAL	4	70	16	14	5	109	100
%	3,7	64,2	14,7	12,8	4,6	100	

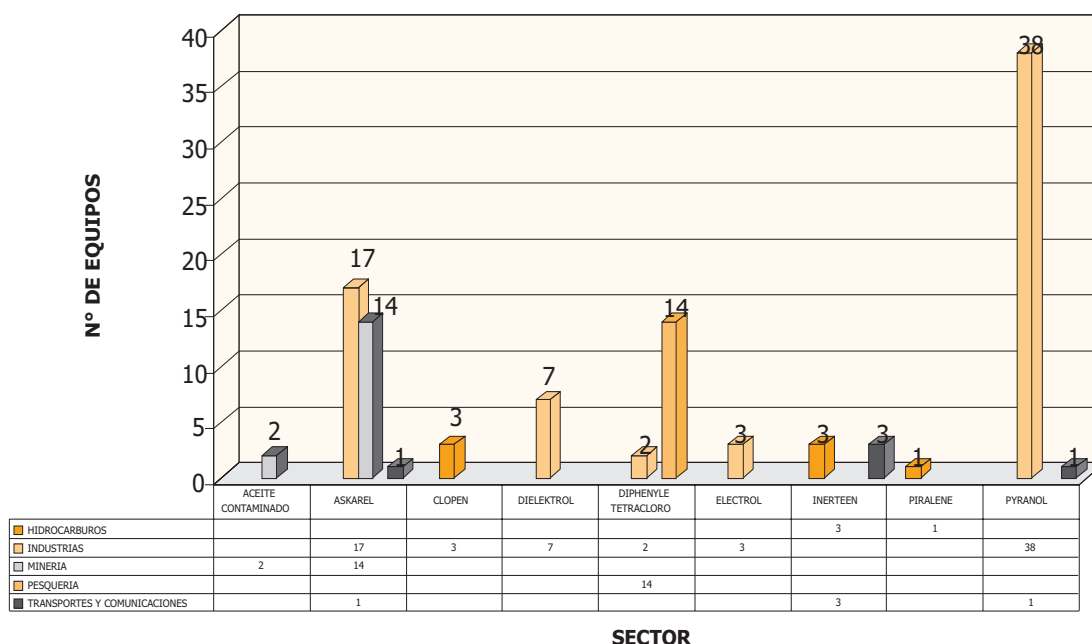
(*) Se consignaba Electro (en la placa borrosa), pero por las características del equipo podía ser Electrophenyl que es uno de los nombres comerciales de los PCB.

Cabe mencionar que la afirmación de que estos aceites se encuentran contaminados se remiten al listado de los nombres comerciales de aceites dieléctricos conteniendo PCB (ver el Anexo 5), que se encuentra en el documento de referencia del PNUMA, que como sabemos son las “Directrices para la identificación de PCB y materiales que contienen PCB”, UNEP, Agosto 1999. En tal sentido, siguiendo esta Guía se da por descontada la presencia o conta-

minación con PCB de los equipos que contienen estos aceites y para efectos del presente inventario según los criterios descritos en la Tabla 2.

Se sugiere adoptar de forma referencial esta información, ya que para efectos del manejo ambientalmente racional será irrelevante la marca o nombre comercial del dieléctrico.

Gráfico N° 5: MARCAS DE ACEITES QUE CONTIENEN PCB IDENTIFICADOS DECLARADOS POR NÚMERO DE EQUIPOS Y POR SECTOR



De acuerdo a la Tabla 8 y este gráfico anteriores se puede apreciar claramente lo siguiente:

- Los aceites comerciales con PCB con mayor presencia en los equipos eléctricos lo constituye el pyranol en 35,8% del total de equipos, perteneciendo casi en su totalidad (97,4%) al sector Industrias. Esto parece indicar que prevalece la presencia de los equipos americanos General Electric Co. en las instalaciones del sector industria, lo cual es concordante en función a la antigüedad de los equipos, de la década de los 50, 60 ó 70, en los que en general había una preferencia por maquinaria y equipos estadounidenses.
- Por otro lado, al declararse la presencia de este aceite pyranol en un equipo alemán A.E.G., que según las “Directrices” debería contener Clophen, nos indica que no necesariamente nos debemos someter incondicionalmente o en un 100% a lo establecido por los documentos de referencia internacionales en la materia. Lo mismo sucede con las marcas de los transformadores, que como se verá más adelante, no está sujeta necesariamente a la lista establecida en los manuales, los cuales deben tomarse, tal como su nombre lo dice, como un buen documento de referencia y adaptarse a la realidad nacional para involucrar otras marcas y nombres con mayor o menor presencia en nuestro país. Estos criterios resultaron de singular importancia al momento de evaluar los datos e información consignada en las encuestas recibidas.
- En segundo lugar, tenemos al aceite askarel con 29,4%, distribuidos entre el sector Minería e Industria. Igualmente, este nombre comercial proviene de EE.UU. y comprueba la mayor presencia de equipos de este origen en el sector productivo nacional, en este caso incluyendo a las empresas mineras.
- En el sector pesquería e industrias poseen equipos con diphenyle tetracloro procedentes de los capacitores Fribourg y Micafil, los cuales no figuran en las listas conocidas y refuerza el sustento mencionado respecto a los documentos de referencia.
- Los dos equipos declarados como “aceite contaminado” del sector Minería manifiestan que conservan el aceite original de nombre Askarel, al no precisar que se encuentra en la placa original del fabricante, señalando que la marca de los transformadores es de un fabricante nacional. Al respecto, remitiéndonos a los manuales, se sabe que el “askarel” es un nombre genérico utilizado para denominar a los PCB, el cual puede haber sido asumido por el declarante.

Tabla N° 9: Marcas de aceites contenidos en los equipos eléctricos posiblemente contaminados con PCB

MARCA Sector	HIDROCARBUROS	INDUSTRIAS	MINERÍA	PESQUERÍA	TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	TOTAL GENERAL	%
Electrolube	113	68		4		185	11,7
Shell diala ax	15	11		3		29	1,8
Nynas 10gbn		15		4		19	1,2
Shell tellus		15		3		18	1,1
Electra		7				7	0,4
Electro		4				4	0,3
Nema grad 10	9					9	0,6
Nytro		5				5	0,3
Onan - pleite		4				4	0,3
Texaco		5		3		8	0,5
Otros		15		1		16	1,0
No determinado	51	1 014	103	108	3	1 279	80,8
TOTAL GENERAL	188	1 163	103	126	3	1 583	100
%	11,9	73,5	6,5	8	0,1	100	

En esta Tabla N° 9 se puede observar lo siguiente:

- El 80,8% de los equipos no declara el tipo de aceite que contiene, lo que lo convierte en sospechoso de contener PCB, de los cuales el 79,3% del total no declarado corresponde a sector Industrias.
- Este alto porcentaje de equipos sin declaración manifiesta el poco control y registro por parte de las empresas sobre los aceites utilizados para el mantenimiento, de lo cual se pueden aprovechar los vendedores informales para ofrecerles aceites de dudosa procedencia o marca que pueden continuar con

el círculo vicioso conocidos para la vida de los aceites y seguir contaminados equipos inclusive nuevos.

- El restante 19,2% de los equipos declarados usan aceites de diversas marcas comerciales, prevaleciendo la antigua marca nacional Electrolube con 11,7%, los cuales cuentan con análisis y hojas de seguridad demostrando estar libres de PCB. Todo este aceite podría

contaminarse si es aplicado en equipos contaminados.

13.4 Peso de aceite en los equipos contaminados y posiblemente contaminados con PCB

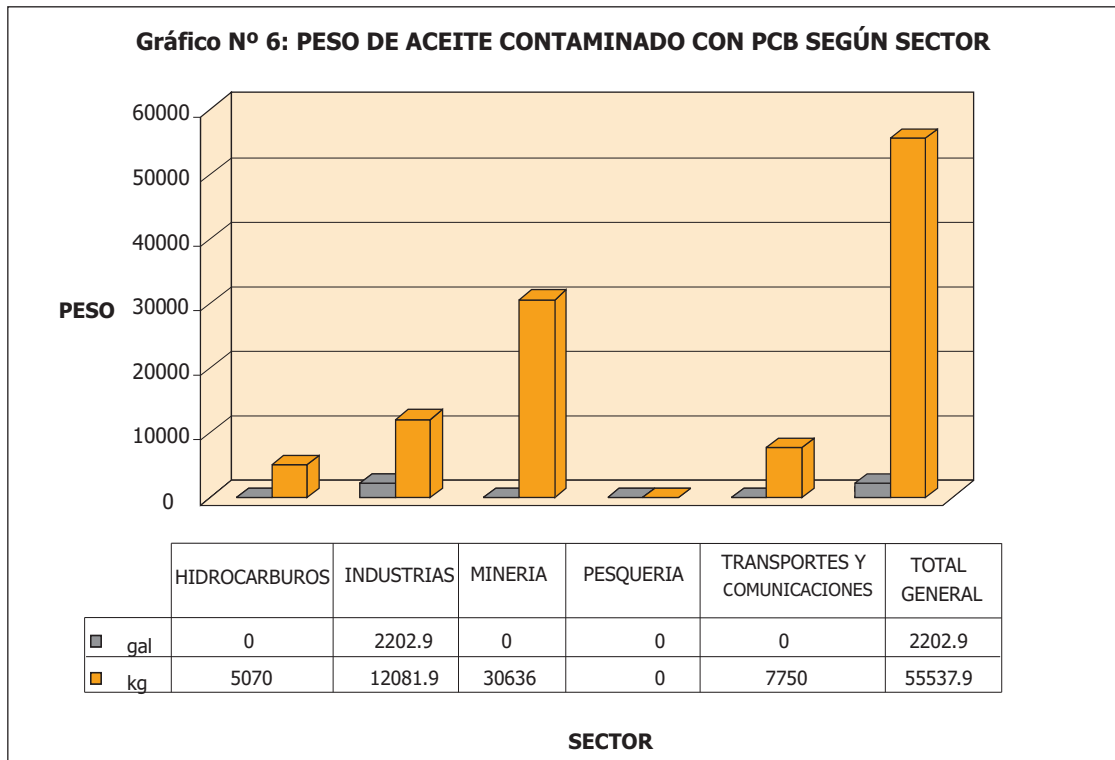
En la tabla siguiente se muestran los pesos correspondientes a los equipos clasificados como contaminados con PCB.

Tabla N° 10: Peso del aceite y equipo contaminado con PCB según sector

SECTOR	EQUIPOS	TRANSFORMADORES		PESO TOTAL ACEITE EN kg	PESO TOTAL EQUIPOS (*) ESTIMADO EN kg	N° DE EQUIPOS QUE NO DECLARAN PESO
	CAPACITORES	gal	kg			
HIDROCARBUROS	0	0	5 070,0	5 070,0	11 830,0	0
INDUSTRIAS	47,9	2 155	1 2081,9	24 638,4	57 489,6	20
MINERÍA	0	0	30 636,0	30 636,0	71 484,0	0
PESQUERÍA	0	0	0	0	0	14
TRANSPORTE Y COMUNICACIONES	0	0	7 750,0	7 750,0	18 083,3	1
TOTAL GENERAL	47,9	2 155	55 537,9	68 094,4	158 886,9	35
TOTAL EN kg	273,0	12 283,5	55 537,9			
PESO TOTAL ACEITES + EQUIPOS				226 981,3	6 727 (**)	
PESO TOTAL GENERAL				233 708,3		

(*) Peso estimado en función a un contenido de 30% de aceite.

(**) Peso estimado de los equipos que no declaran peso, en función del número, características y especificaciones técnicas de los equipos.



En las Tablas N° 8 y 10, se muestra que:

- En el sector Minero se declara un total 16 transformadores con 30 636 kg de aceite contaminado (14 de los cuales utilizan aceite marca askarel).
 - Uniformizando las unidades a kilogramos, asignando una densidad de 1,5 al aceite dieléctrico y asumiendo en un peor escenario que esté contaminado con PCB, se obtiene para el sector Industrial un total de 24 638,4 kg más 20 equipos sin peso determinado.
 - El sector de Transportes y Comunicaciones se declara 7 750 kg de aceite (marcas askarel, inerteen y pyranol) más un equipo sin peso.
 - El sector pesquería declara 14 equipos con diphenyle tetracloro (no se especifica el peso del aceite).
- En resumen, entre 2 202,9 gal y 55 537,9 kg se tiene un total aproximado de 68 094,4 kg de aceite contaminado con PCB.
 - Conociendo que en promedio el peso del aceite representa el 30% del peso total del transformador se estiman los pesos de los equipos (carcaza), así como el peso total de los equipos y aceite, el cual se estima en casi 227 toneladas.
 - Cabe señalar que este peso resultaría mayor de haber declarado los poseedores los detalles de 35 equipos contaminados. Sin embargo, al ser esta cantidad casi un tercio del total de equipos contaminados (109) se podría estimar también que el peso total de estos 35 equipos (incluido el aceite) es de 107 t, con lo cual el peso estimado total consolidado para estos 109 equipos sería de 334 toneladas.

Tabla N° 11: Peso de aceite en los equipos posiblemente contaminados según departamento y sector.

SECTOR	DEPARTAMENTO	N° DE CILINDROS	gal	kg	L	N° DE EQUIPOS QUE NO DECLARAN PESO DE ACEITE
HIDROCARBUROS	ANCASH			635		
	CUSCO			195		
	LAMBAYEQUE			1 834		
	LIMA			8 091		15
	MOQUEGUA			1 940		2
	PIURA		780	14 278		76
	PUNO			125		
Total HIDROCARBUROS			780	27 098		93
INDUSTRIAS	ANCASH			1 315		
	AREQUIPA			2 254		28
	ICA			17 116,75		5
	JUNIN			2 081		
	LA LIBERTAD			76 128		9
	LIMA	9	283,5	141 505,8	550	853
	PIURA			15 520		56
Total INDUSTRIAS		9	283,5	255 920,55	550	951
MINERÍA	ANCASH			230		102
Total MINERÍA				230		102
PESQUERÍA	ANCASH			7 168		22
	ICA			5 528		5
	LIMA			4 964		13
	MOQUEGUA			2 015		
	PIURA			190		53
Total PESQUERÍA				19 865		93
TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	ANCASH					2
	HUANCAYO					1
Total TRANSPORTES Y COMUNICACIONES						3
TOTAL		9	1 063,5	303 113,55	550	1 242
TOTAL EN kg	312 784					

Como se observa en la **Tabla N° 11** luego de las conversiones correspondientes se obtiene lo siguiente:

- Un total de 312 784 kg de aceite posiblemente contaminado,
- Un 83,5% se encuentra en el sector Industrias, lo que equivale a 261 165,48 kg.
- En Lima se concentra el 55,34% de aceite posiblemente contaminado.
- Se resalta la cantidad declarada por el sector Hidrocarburos con un 10% del total, concen-

trando en Piura el 59,3% de esta última cantidad.

- Luego, sigue el sector Pesquería con el 6,35%, distribuyéndose esta cantidad en los departamentos de Ancash, Ica y Lima.
- Una cantidad muy considerable (1 242) no declara el peso de los equipos, lo que equivale al 78,5% del total de equipos, de haberse declarado hubiera incrementado en gran medida las cantidades existentes, sin embargo, al menos proporcionalmente se mantienen las cantidades de equipos no

declarados con su nivel de presencia en cada sector, así se tiene que al sector Industrias pertenecen el 76,6% del total de equipos no declarados, siguiendo Minería con el 8,2%, y Pesquería e Hidrocarburos con 7,5% cada uno.

- En el sector Minería, de los 103 equipos posiblemente contaminados, sólo una empresa declara el peso del aceite de un equipo, perteneciendo la mayoría restante (102) a otra empresa, que de haber declarado los

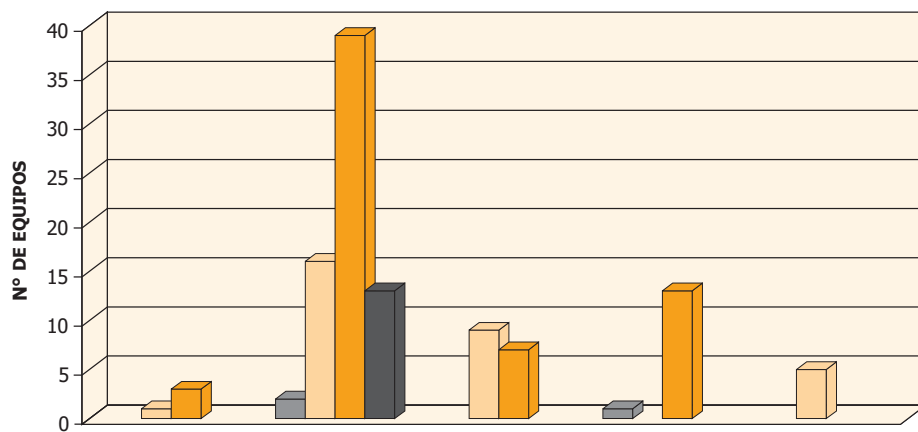
datos completos podría alterar el orden o prioridad en el que se encuentra determinado sector y departamento. Considerando el factor riesgo, éste se reduce debido a que una gran mayoría de equipos consigna fechas de fabricación posteriores al año 2000, precisándose que han sido categorizados como posiblemente contaminados debido a que no declaran la información respecto al mantenimiento.

13.5 Estado operativo de los equipos contaminados y posiblemente contaminados

Tabla N° 12: Estado operativo de los equipos contaminados con PCB

ESTADO SECTOR	EN ALMACENAMIENTO (RESERVA)		EN ALMACENAMIENTO (DESECHO)		EN FUNCIONAMIENTO		EN TRATAMIENTO		TOTAL GENERAL	
	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%
HIDROCARBUROS			1	3,23	3	4,84			4	3,7
INDUSTRIAS	2	66,67	16	51,61	39	62,90	13	100	70	64,2
MINERÍA			9	29,03	7	11,29			16	14,7
PESQUERÍA	1	33,33		0,00	13	20,97			14	12,8
TRANSPORTES Y COMUNICACIONES			5	16,13		0,00			5	4,6
TOTAL GENERAL	3	100	31	100	62	100	13	100	109	100
%	2,8		28,4		56,9		11,9		100	

Gráfico N° 7: ESTADO OPERATIVO DE LOS EQUIPOS CONTAMINADOS CON PCB



	HIDROCARBUROS	INDUSTRIAS	MINERIA	PESQUERIA	TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
■ EN ALMACENIAMINETO (RESERVA)		2		1	
■ EN ALMACENAMIENO (DESECHO)	1	16	9		5
■ EN FUNCIONAMIENTO	3	39	7	13	
■ EN TRATAMIENTO		13			

SECTOR

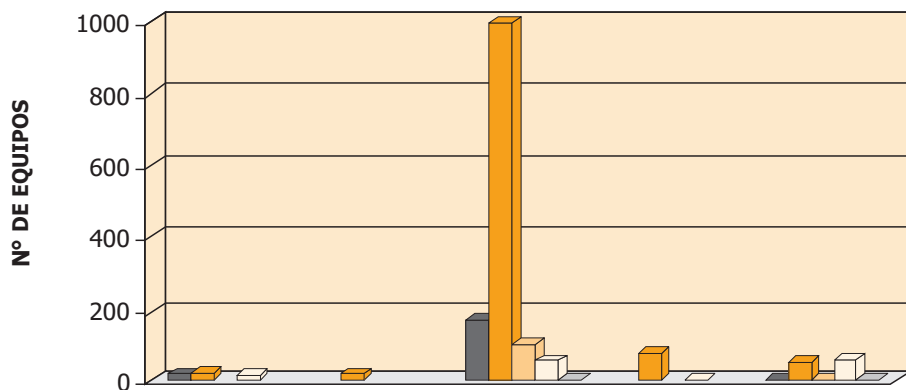
Como se observa en la **Tabla N° 12 y el Gráfico N° 7**, respecto a las condiciones de operatividad de los equipos se puede anotar principalmente que:

- El 56,9% de los equipos se encuentran en funcionamiento, perteneciendo en su mayoría (62,9%) al sector Industrias.
- Sólo 3 equipos (2,8% del total) se encuentran en almacenamiento como reserva, lo cual es muy poco significativo en cuanto al riesgo que representan ya que generalmente estos equipos están en calidad de custodia o listos para entrar en funcionamiento en cualquier momento.
- El 28,4% (31 equipos) han sido declarados como desechos en almacén, y el 51,6% están ubicados en el sector Industrias. Aunque forma parte de un siguiente cuadro, se puede adelantar a fin de percibir el grado de análisis que soportan los datos, que 17 de los equipos se encuentran en piso de tierra y al aire libre, representando un riesgo por las filtraciones que puedan tener en determinado momento ya que su periodo de fabricación fluctúa entre los años 1956 y 1977.

Tabla N° 13: Estado operativo de los equipos posiblemente contaminados con PCB por sector

ESTADO SECTOR	Almacenamiento (reserva)	Almacenamiento (desecho)	Funcionamiento	Tratamiento	(Vacías)	Total general	%
HIDROCARBUROS	17		168		3	188	11,9
INDUSTRIAS	22	16	999	75	51	1 163	73,5
MINERÍA			102		1	103	6,5
PESQUERÍA	15		54	1	56	126	8,0
TRANSPORTES Y COMUNICACIONES			2		1	3	0,1
TOTAL GENERAL	54	16	1 325	76	112	1 583	100
%	3,5	1,0	83,7	4,8	7,0	100	

Gráfico N° 8: ESTADO OPERATIVO DE LOS EQUIPOS POSIBLEMENTE CONTAMINADOS CON PCB



	ALMACENAMIENTO O (RESERVA)	ALMACENAMIENTO O (DESECHO)	FUNCIONAMIENTO	TRATAMIENTO	(vacías)
■ HIDROCARBUROS	17		168		3
■ INDUSTRIAS	22	16	999	75	51
■ MINERIA			102		1
□ PESQUERIA	15		54	1	56
■ TRANSPORTES Y COMUNICACIONES			2		1

ESTADO OPERATIVO

Como se observa en esta **Tabla 13**, los aspectos a destacar son los siguientes:

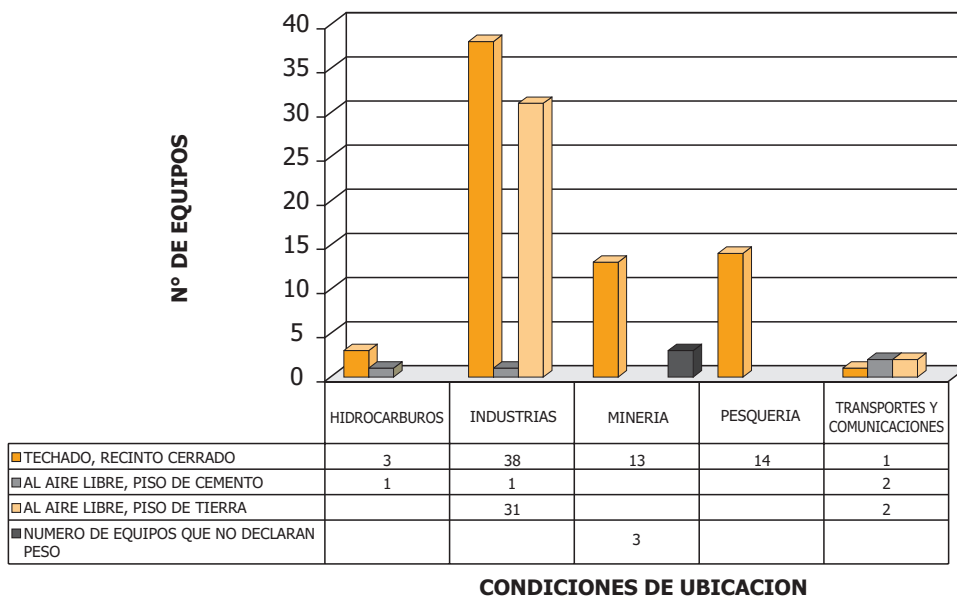
- El 83,7% de los equipos se encuentran en funcionamiento, perteneciendo en su mayoría al sector Industrias (75,4% de estos equipos operativos).
- 3,5% de los equipos están en almacenamiento como reserva.
- 16 equipos que representan el 1,0% han sido declarados como desechos en almacén encontrándose en un recinto cerrado y techado, todos pertenecientes al sector Industrias.
- También se resalta el caso de 112 equipos (7,0% del total) que no tienen definido su estado operativo en las empresas, sobre todo de los sectores Pesquería e Industrias.

13.6 Condiciones de ubicación de los equipos contaminados y posiblemente contaminados

Tabla N° 14: Condiciones de ubicación de los equipos contaminados con PCB

CONDICION SECTOR	Techado, recinto cerrado	Al aire libre, piso de cemento	Al aire libre, piso de tierra	N° de equipos que no declaran peso	Total general	%
HIDROCARBUROS	3	1			4	3,7
INDUSTRIAS	38	1	31		70	64,2
MINERÍA	13			3	16	14,7
PESQUERÍA	14				14	12,8
TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	1	2	2		5	4,6
TOTAL GENERAL	71	4	33	3	109	100
%	65,1	3,7	30,3	2,8	100,0	

Gráfico N° 9: CONDICIONES DE UBICACION DE LOS EQUIPOS CONTAMINADOS CON PCB



De acuerdo a lo presentado en la Tabla N° 14, se puede apreciar que:

- El 65,1% de los equipos contaminados con PCB, se encuentran en ambientes cerrados y techados, que muestra ciertas medidas de seguridad tomadas por las empresas, ubicándose el 64,2% de estos equipos en el sector Industrias.
- El 30,3% del total de los equipos se encuentran al aire libre, piso de tierra representan-

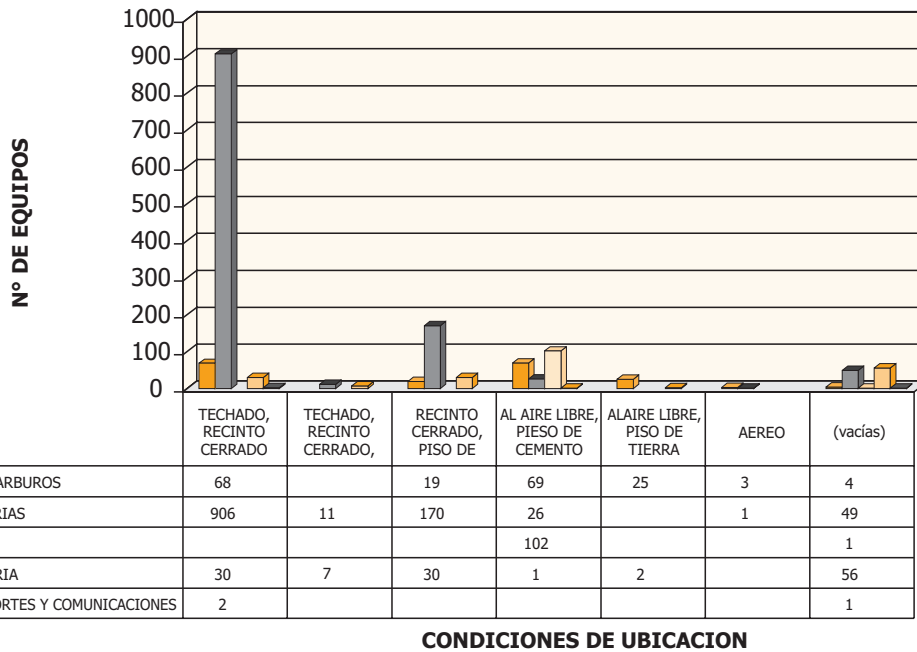
do riesgo de contaminar áreas de suelo, fuentes de aguas por filtraciones además de exposición a los operarios en el momento en que los equipos presenten alguna fuga o derrame. En esta condición se encuentran el 94% de los equipos, pertenecientes a una empresa del sector Industrias que posee 3 transformadores y bancos de capacitores.

Tabla N° 15: Condiciones de ubicación de equipos posiblemente contaminados con PCB

SECTOR	Techado, recinto cerrado	Techado, recinto cerrado, piso de cemento	Recinto cerrado, piso de cemento.	Al aire libre, piso de cemento	Al aire libre, piso de tierra	Aéreo	Vacías (no indican condiciones de ubicación)	Total general	%
HIDROCARBUROS	68		19	69	25	3	4	188	11,9
INDUSTRIAS	906	11	170	26		1	49	1 163	73,5
MINERÍA				102			1	103	6,5
PESQUERÍA	30	7	30	1	2		56	126	8,0
TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	2						1	3	0,2
TOTAL GENERAL	1 006	18	219	198	27	4	111	1 583	100
%	63,6	1,1	13,8	12,5	1,7	0,3	7,0	100	

En el siguiente gráfico se aprecian los resultados de esta tabla:

Gráfico N° 10: CONDICIONES DE UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS POSIBLEMENTE CONTAMINADOS CON PCB



De acuerdo a lo presentado en la **Tabla N° 15** y el **Gráfico N° 10**, se puede sacar las siguientes conclusiones:

- El 63,6% de los equipos se encuentran en ambientes cerrados, perteneciendo el 90% de éstos al sector Industrias, lo que muestra que las empresas de este sector han tomado medidas de seguridad.
- Sólo el 1,7% se encuentra al aire libre y sobre piso de tierra, reduciéndose la posibilidad de contaminar el ambiente, suelo o fuentes de aguas por filtraciones.
- Un 26,3% del total de equipos es almacenado en recintos cerrados o al aire libre pero con piso de cemento y sólo el 1,1% está ubicado bajo techo, en recintos cerrados y con piso de cemento.
- En el 7,0 % de los equipos (111) no se declara las condiciones de ubicación en las que se encuentran, la mayoría de ellos del sector Pesquería e Hidrocarburos.

13.7 Mantenimiento realizado a los equipos contaminados y posiblemente contaminados

Es importante mencionar este aspecto ya que de ellos resultarán apreciaciones que nos darán el nivel de conocimiento de las empresas sobre las condiciones de mantenimiento al que son sometidos los equipos de los diferentes sectores.

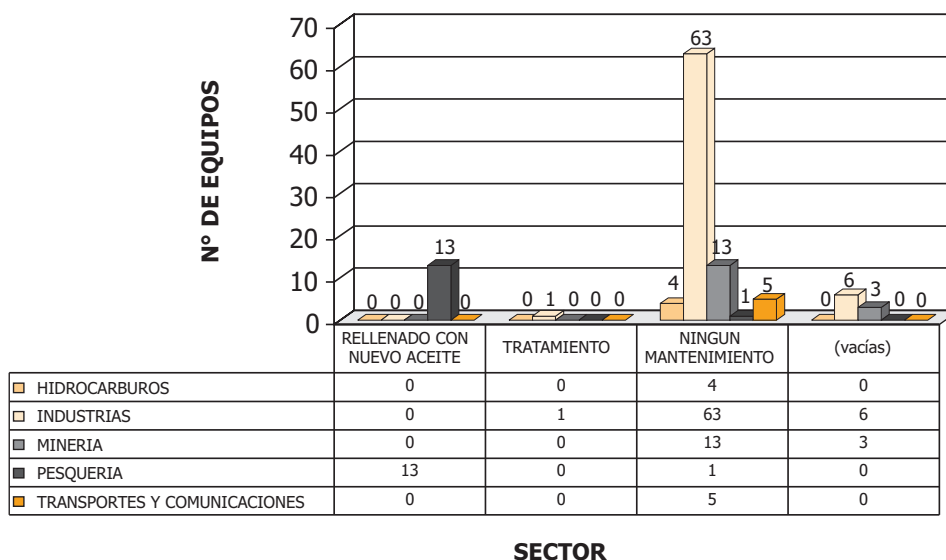
Este mantenimiento puede consistir en un cambio de aceite (reemplazo total del contenido de aceite antiguo por uno nuevo), relleno de aceite (hasta recuperar el nivel normal de aceite en el transformador) o tratamiento del aceite (generalmente por técnicas de regeneración) para recuperar sus especificaciones técnicas.

El peligro de estas operaciones es que si no son realizadas con el debido cuidado por empresas o personal especializado existe el riesgo inherente de una contaminación cruzada que podría ocasionar la contaminación de los equipos involucrados en dicho mantenimiento.

Tabla N° 16: Mantenimiento realizado a los equipos contaminados con PCB por sector

MANTENIMIENTO SECTOR	RELLENADO CON NUEVO ACEITE	TRATAMIENTO	NINGÚN MANTENIMIENTO	Nº DE EQUIPOS QUE NO DECLARAN CONDICIONES DE MANTENIMIENTO	TOTAL GENERAL	%
HIDROCARBUROS			4		4	3,7
INDUSTRIAS		1	63	6	70	64,2
MINERÍA			13	3	16	14,7
PESQUERÍA	13		1		14	12,8
TRANSPORTES Y COMUNICACIONES			5		5	4,6
TOTAL GENERAL	13	1	86	9	109	100
%	11,9	0,9	78,9	8,3	100	

Gráfico N° 11: MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CONTAMINADOS CON PCB



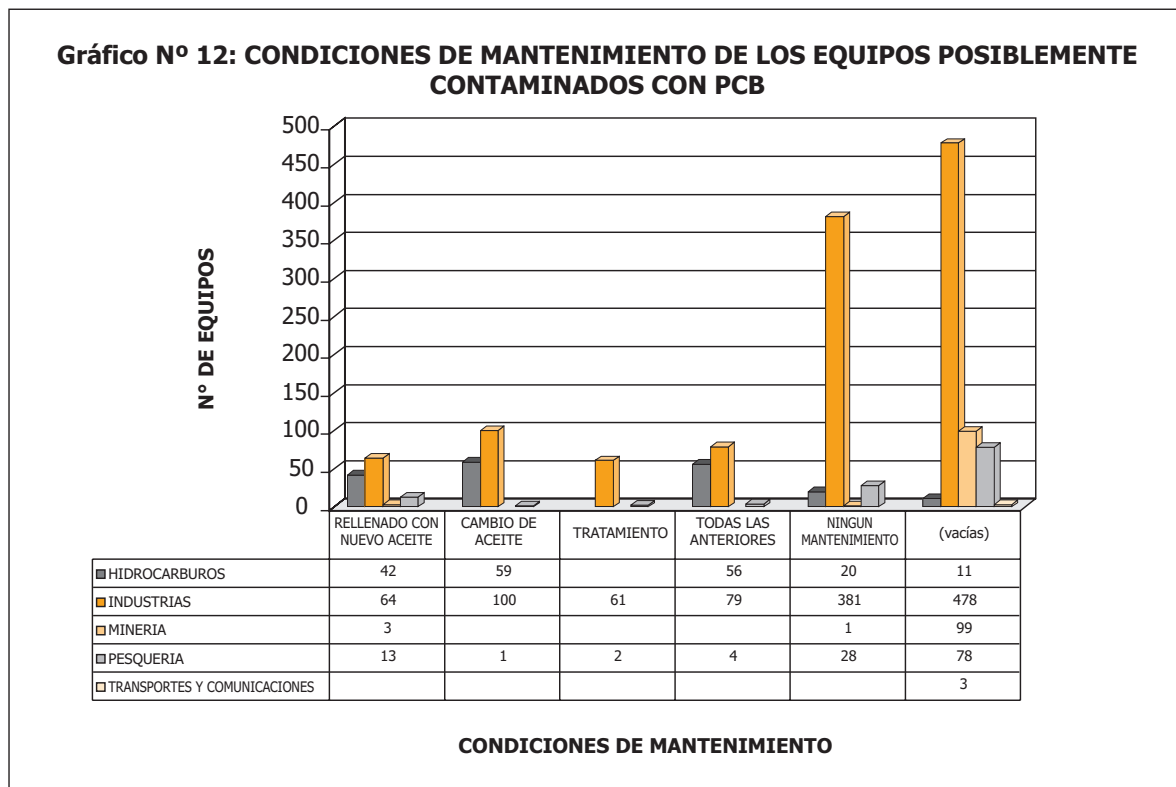
De la **Tabla N° 16** y el **Gráfico N° 11**, respecto a las condiciones de mantenimiento de los equipos contaminados, las encuestas muestran los siguientes resultados:

- El 78,9 % de los equipos no han tenido ningún mantenimiento (rellenado con aceite nuevo, cambio de aceite o tratamiento al mismo), situación que reduce el riesgo de contaminar a otros equipos de la misma empresa o la generación de aceites como residuos que podrían ir luego de algún posible tratamiento, a otras empresas. Cabe mencionar que estos tratamientos no eliminan el contenido de PCB, ya que un filtrado o regenerado son para restablecer algunas características del aceite, más no destinadas a tratar los PCB.
- El 73,3% de los equipos que declaran no haber realizado ningún mantenimiento, pertenecen al sector Industrias.
- Respecto al relleno con aceite, sólo se registra en el sector Pesquería 13 equipos que representan el 11,9% del total, los que han relleno con nuevo aceite (Electrolube), lo que significa generación de aceites con PCB como residuo, además de la contaminación del aceite nuevo que reemplazó el aceite original del equipo.
- En el sector Industrias, sólo en 1 equipo se declara haber realizado tratamiento al aceite original, aunque no se especifica que clase de tratamiento han recibido.

Tabla N° 17: Condiciones de mantenimiento de los equipos posiblemente contaminados

SECTOR	RELLENADO CON NUEVO ACEITE	CAMBIO DE ACEITE	TRATAMIENTO	TODAS LAS ANTERIORES	NINGÚN MANTENIMIENTO	Nº DE EQUIPOS QUE NO DECLARAN	TOTAL GENERAL	%
HIDROCARBUROS	42	59		56	20	11	188	11,9
INDUSTRIAS	64	100	61	79	381	478	1 163	73,5
MINERÍA	3				1	99	103	6,5
PESQUERÍA	13	1	2	4	28	78	126	8,0
TRANSPORTES Y COMUNICACIONES						3	3	0,1
TOTAL GENERAL	122	160	63	139	430	669	1 583	100
%	7,7	10,0	4	8,8	27,2	42,3	100	

Gráfico N° 12: CONDICIONES DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS POSIBLEMENTE CONTAMINADOS CON PCB



De acuerdo a la **Tabla 17 y el gráfico N° 12**, se puede verificar las siguientes condiciones de mantenimiento para los equipos posiblemente contaminados:

- El 27,2 % de los equipos no ha tenido ningún mantenimiento (rellenado con aceite nuevo, cambio de aceite o tratamiento al mismo), lo que reduce el riesgo de contaminar a otros equipos de la misma empresa o la generación de aceites como residuos, si es que éstos van a dar a otros equipos.
- El 42,3% de los equipos no declara si han tenido algún mantenimiento, siendo el sector Industria quien declara mayor número con 478, representando el 71,5% de estos equipos.
- Entre los equipos que han sido rellenados (7,7%) o cambio de aceite (10,0%), para el primer caso un 30,3% y para el segundo 22,5%, no conocen el nuevo aceite de relleno o cambio, indicando el grado de importancia y/o control sobre los mantenimientos que realizan las empresas, sobre todo del sector Industrias e Hidrocarburos.
- En el sector Minería 99 equipos (6,5% del total de declaraciones en blanco) no declaran las condiciones de mantenimiento. Sólo para tres equipos declaran haber hecho mantenimiento (rellenado) y el nombre del nuevo aceite, esto representa a su vez el 96,12% de los equipos registrados como posiblemente contaminados en dicho sector y todos pertenecientes a una misma empresa, por lo cual no sería objetivo de atribuir esta condición a todo el sector y menos proyectarlo a todos los sectores productivos o a una realidad nacional.

13.7.1 Empresas de mantenimiento de equipos eléctricos.

Respecto a empresas de servicio que hayan garantizado o garanticen el uso de aceites libres de PCB, se menciona a las que voluntariamente han realizado declaraciones. Se puede afirmar que es más o menos reciente la implementación de algún procedimiento para el control de los PCB por parte de estas empresas, debido a que antes muy poco se conocía o exigía sobre el tema y menos se podría contar con procedimientos anteriores para el manejo de los PCB.

Las compañías de mantenimiento mencionadas que de alguna manera están implementando controles para garantizar el manejo de equipos o uso de aceites libres de PCB, son en orden alfabético:

- Asea Brown Boveri (ABB Perú S.A.) que exige análisis cromatográficos de PCB;
- Compañía Eléctrica Andina (CEA) que cuenta con el Analyzer L2000DX;
- RQF Electroservice que exige la presentación de certificados de Libres de PCB;
- Transformer Service S.R.L. que también realiza análisis de PCB, enviando al exterior las muestras. Cabe mencionar que esta empresa estuvo autorizada para realizar tratamiento fisicoquímico por dechlorinación química en base a sodio metálico en su estación móvil a una empresa del sub-sector eléctrico.

13.7.2 Mantenimiento de Transformadores

El mantenimiento de los equipos eléctricos consiste básicamente en el cambio o relleno de aceite o el tratamiento del mismo para su regeneración, consistente en la limpieza del fluido para restablecer sus especificaciones técnicas, principalmente su rigidez dieléctrica, humedad, tensión interfacial e índice de neutralización.



Preparación para mantenimiento

El mantenimiento puede ser realizado por las áreas de mantenimiento o maestranza de las empresas o bien por terceros, por lo que será importante que las empresas o terceros garanticen el trabajo a realizar a fin de evitar cualquier contaminación cruzada que se pudiera ocasionar debido a la utilización de insumos (aceites dieléctricos usados, tierra fuller, etc.) o equipos (bombas de vacío, mangueras, tanques o depósitos, etc.) contaminados.

Antes del tratamiento o inicio del servicio se debe extraer muestras del aceite aislante para el respectivo análisis Físico-Químico en campo para verificar las condiciones iniciales del flui-

do, que generalmente incluyen los siguientes parámetros, con sus respectivas metodologías normalizadas:

- Índice de neutralización (ASTM D974)
- Rigidez dieléctrica (ASTM D1816)
- Contenido de agua (ASTM D1533)
- Tensión interfacial (ASTM D971)
- Factor de potencia (ASTM D924)
- Color (ASTM D1500)

Se detalla a continuación como ejemplo el tratamiento completo para un transformador trifásico de potencia de 20/25 MVA:

En el Proceso de Regeneración (percolado con tierra fuller, deshumedecido, desgasificado y microfiltrado) el aceite del transformador se debe recircular un número adecuado de veces (como mínimo por 06 ciclos continuos) y el proceso de reacondicionamiento o tratamiento de termo vacío (deshumedecido, desgasificado y microfiltrado) del aceite del transformador se recirculará como mínimo por 03 ciclos continuos más.

Este proceso consiste de cuatro etapas:

- a. Calentamiento del aceite:** Mediante el tratamiento de termo vacío al aceite se calienta entre 70 y 80 °C (punto de anilina), con la finalidad que los compuestos polares (sedimentos impregnados en las bobinas y carcasa) se solubilizan en el aceite y permitan una fácil eliminación de los mismos en la etapa del percolado con tierra fuller.
- b. Percolado con tierra fuller, deshumedecido, desgasificado y microfiltrado:** Permite la eliminación de compuestos polares y sedimentos de aceite a través del paso por la tierra fuller (adsorción), se elimina el agua ya sea libre o solubilizada mediante el calentamiento a 70 °C y sometimiento a alto vacío menor a 1 mbar, también se eliminan los gases combustibles y no combustibles mediante al alto vacío a 1 mbar y por último la eliminación de partículas en suspensión del aceite mediante el microfiltrado a 0,5 micras de porosidad nominal. Los parámetros de control durante el proceso son: Tensión interfacial (ASTM D971), Contenido de Agua en línea (Doble) y Color (ASTM D1500).

c. Aditivación del antioxidante bajo termo vacío: Se adiciona bajo tratamiento de termo vacío, el Inhibidor de Oxidación en un porcentaje de 0,3% en peso de aceite, ya que esta sustancia termoestable interrumpe las reacciones de oxidación del aceite y prolonga así la vida útil del aceite y por ende de la unidad. La Aditivación se realiza según norma ASTM D3487.

d. Tratamiento de Termo vacío: En esta última etapa se elimina aún más las trazas de humedad, gases y micropartículas que pudieran estar presentes en el aceite, como también ayudamos a eliminar el agua impregnada en la parte activa de la unidad. Los parámetros de control durante el proceso son: Rigidez Dieléctrica (ASTM D1816), Contenido de Agua en línea (Doble) y Color (ASTM D1500).

Por último, de acuerdo a las características o términos contractuales del servicio se extraen muestras al final del proceso para el análisis físico-químico, Cromatográfico, Furano y PCB's del aceite aislante, los cuales incluyen:

a.- Pruebas Físico-Químicas

- a. Rigidez dieléctrica (ASTM D1816)
- b. Contenido de agua (ASTM D1533)
- c. Índice de Neutralización (ASTM D974)
- d. Tensión Interfacial (ASTM D971)
- e. Contenido de Inhibidor (ASTM D2668)
- f. Factor de Potencia a 25 °C y 100 °C (ASTM D924)
- g. Color (ASTM D1500)
- h. Gravedad Específica (ASTM D1298)
- i. Visual (ASTM D1524)

b.- Prueba de Cromatografía de Gases (ASTM D3612)

Gases analizados:

Hidrógeno	(H ₂)
Oxígeno	(O ₂)
Nitrógeno	(N ₂)
Metano	(CH ₄)
Monóxido de Carbono	(CO)
Dióxido de Carbono	(CO ₂)
Acetileno	(C ₂ H ₂)
Etileno	(C ₂ H ₄)
Etano	(C ₂ H ₆)

c.- Prueba de Furano

d.- Prueba de Contenido de PCB (ASTM D4059)

13.7.3 Disposición final de aceites dieléctricos usados

Por último, al final de las pruebas, los generadores o poseedores de los aceites dieléctricos de recambio y residuos generados del tratamiento (tierra fuller, paños absorbentes o waypes impregnados con aceite) deberán tener especial cuidado para la disposición final de los residuos mencionados, en especial si se ha detectado la presencia de PCB en las pruebas correspondientes, ya que de no asegurar su manejo ambiental adecuado a través de una empresa autorizada, estos desechos pueden tener un destino incierto, bien sea a través del reciclado informal lo cual genera el círculo vicioso de la contaminación cruzada, por el mismo aceite o por las partes

del mismo transformador; o bien, y que resulta más peligrosos aún, destinando su uso como combustible alternativo, para su quema irresponsable en instalaciones que no cumplan con los requisitos mínimos para una incineración controlada (p.e. ladrilleras, fundiciones, vidrieras, etc.), generando dioxinas y furanos, peligrosos compuestos cancerígenos reconocidos por el IARC y la OMS.

A fin de evitar el manejo inadecuado de los residuos, la autoridad ambiental competente (DIGESA) ha implementado el registro de las Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS) y el de las Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos (EC-RS), las primeras para brindar los servicios de recolección, transporte, tratamiento o disposición final de los aceites desechados.

Dada la implementación reciente de la norma de residuos, la DIGESA tiene registradas sólo dos empresas para el almacenamiento temporal y exportación de PCB, a saber:

NOMBRE	CÓDIGO	VIGENCIA	DIRECCIÓN	Área / Capacidad de almacén
ASEA BROWN BOVERI S.A.	ECNA 113 -05	29.04.05 al 29.04.09	Av. Argentina 3120 - Lima	Aprox.200 m ²
BEFESA PERU S.A.	ECNA 0238 -06	04.04.06 al 04.04.10	km 59,5 Panamericana Sur,	25 toneladas
	EPNA 095-04 (Disposición final de residuos peligrosos, excepto PCB > 50 ppm).	18.02.04 hasta el 18.02.08	Quebrada de Chutana, Chilca, Lima	Capacidad operativa de tratamiento de planta inertización de residuos peligrosos 15 000 m ³ / año

13.8 Resultados declarados sobre Residuos.

En general, son limitadas las declaraciones sobre residuos y por extensión pocas las conclusiones que se establezcan como una realidad objetiva del manejo actual de los residuos industriales peligrosos en los diferentes sectores productivos. Se presentan a continuación los resultados obtenidos, demostrando el gran reto que tienen las autoridades competentes para hacer cumplir la Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314 y su Reglamento (D.S. N° 057-2004-PCM), en el que categorizan en la Lista A (Anexo 4, 3.18) como desechos peligrosos a los residuos (aceites dieléctricos usados) y equipos

(transformadores, capacitores) con un contenido de PCB mayor o igual a los 50 ppm.

La preocupación radica en que si para estos residuos que están reglamentados no se verifica un cumplimiento cabal de la normatividad, que nivel de cumplimiento se puede prever para los PCB, que requieren una normatividad específica para implementarla.

Se presenta un detalle de la tabla 18 respecto de los equipos declarados como contaminados y posiblemente contaminados que se encuentran en almacenamiento para desecho dentro de las instalaciones industriales de cada sector.

Tabla N° 18: Equipos contaminados y posiblemente contaminados declarados en almacenamiento para desecho

EQUIPOS SECTOR	Posiblemente contaminados		Contaminados		Peso total (kg) ^(***)
	Transformadores	Capacitores	Transformad	Capacitores	
Hidrocarburos			1		1 421
Industrias	1	15	4	12 ^(**)	7 407,5
Minería			9		39 177
MTC			5		24 638
Pesquería					
PESO TOTAL (kg)^(***)	1 950	1 062^(*)	69 391,5	240	72 643,5

(*) Peso estimado de 14 equipos sin peso declarado (60 kg por capacitor), más uno de 222 kg.

(**) Corresponde a una Batería de condensadores, estimándose en 20 kg el peso de cada capacitor según la cantidad de fluido contenido.

(***) El peso total incluye el peso del equipo (peso seco) y del aceite.

Tabla N° 19: Aceite dieléctrico declarado como residuo por sector

CANTIDAD SECTOR	ACEITE USADO DE EQUIPOS					N° DE EQUIPOS SIN DECLARACIONES
	N° CILINDROS	gal	kg	L	m ³	
Hidrocarburos		140	1 070			1
Industrias	8		1 016,6	1 912	0,75	2
Minería			29 718			
Transportes y comunicaciones						
Pesquería		550	192		0,232	
CANTIDAD TOTAL	8	690	31 996,6	1 912	0,982	3
TOTAL PARCIAL (kg)	2 640	3 917,5	31 996,6	2 868	1 473	
TOTAL (kg)			42 895,1			

Los residuos identificados como aceites corresponden al aceite dieléctrico almacenado en diferentes depósitos o contenedores dentro de las instala-

ciones. Como se aprecia no todos precisan el tipo de contenedor utilizado. Por otro lado, ninguno declara si este aceite contiene PCB.

Tabla N° 20: Residuos de equipos hidráulicos, tierra y waypes declarados como residuos

RESIDUO SECTOR	RESIDUOS DE EQUIPOS HIDRÁULICOS	TIERRA	WAYPES				Declaraciones que no precisan
	kg	kg	kg	kg/ año	L/ mes	m ³	
Hidrocarburos			12				1
Industrias	200	200	10 000	125	40	1,1	
Minería							
Transporte y Comunicaciones							1
Pesquería			207				
TOTAL GENERAL	200	200	10 219	125	40	1,1	2

De las Tablas N° 19 y 20, se puede mencionar lo siguiente:

- De las 156 empresas que respondieron la encuesta, sólo 26 (16,67%) de las instalaciones han declarado que poseen algún tipo de residuo, aunque las declaraciones van relacionadas a cambio de aceite como Electrolube, Nynas u otra marca que de acuerdo a las informaciones proporcionadas y a sus Hojas de Seguridad están libres de PCB.
- En ningún caso se declaran contenido de PCB o haber realizado mediciones (p.e. colorimétricas) o determinaciones analíticas de PCB en los residuos, por lo que se categorizan como residuos posiblemente contaminados con PCB, al no tener la seguridad que éstos provienen de la limpieza de equipos contaminados con PCB o sean aceites extraídos de los mismos, o también de tierra contaminada de sus filtraciones o fugas.

Tabla N° 21: Número de declaraciones que indican disposición de residuos posiblemente contaminados con PCB

ACTIVIDAD SECTOR	COMERCIALIZACIÓN	EXPORTACIÓN	RELLENO SANITARIO (*)	RELLENO DE SEGURIDAD (*)	TRATAMIENTO	VACIAS	TOTAL GENERAL
HIDROCARBUROS	0	0	1	3	2	0	6
INDUSTRIAS	2	0	4	1	6	6	19
MINERÍA	0	6	0	0	0	0	6
TRANSPORTE Y COMUNICACIONES	0	0	0	0	0	1	1
PESQUERÍA	0	0	8	0	2	2	12
TOTAL GENERAL	2	6	13	4	10	9	44

(*) La diferencia entre un relleno sanitario y un relleno de seguridad es que el primero es una infraestructura aprobada para la disposición final de residuos sólidos no peligrosos (domésticos, comerciales) y el segundo para la disposición final de residuos peligrosos.

En general, se puede apreciar de esta tabla y de las declaraciones en las encuestas, que:

- Dos empresas del sector Industrias comercializaron sus residuos (aceites y waypes).
- Seis equipos de una empresa del sector Minería fueron declarados para exportación, los cuales aún se encuentran en funcionamiento. Esta información coincide con la brindada con la empresa al declarar estos equipos dentro de sus existencias contaminadas con PCB (askarel).
- Cuatro empresas del sector Industrias dispusieron en Rellenos Sanitarios, waypes y aceite usado, debiendo hacerlo en un relleno de seguridad, además no todas las empresas que hacen esta disposición utilizan el servicio de EPS-RS autorizadas. En el sector Pesquería son 8 las operaciones de disposición de waypes (realizado por 4 empresas) y una del sector Hidrocarburos.
- Cuatro empresas (tres instalaciones de una misma empresa del sector Hidrocarburos y una del sector Industrias) dispusieron waypes (1 empresa) y aceite usado (3) en el Relleno de Seguridad de Befesa Perú S.A., único autorizado por la DIGESA para la disposición final de residuos peligrosos, excepto para PCB con una concentración mayor a 50 ppm. Sólo



Residuos de PCB en contenedor especial

en un caso, para disposición de aceite usado, declararon correctamente su disposición en el único relleno de seguridad autorizado, en los otros dos casos no indican la EPS-RS responsable.

- Para tratamiento se registran 6 declaraciones en el sector Industrias provenientes de 4 empresas, que han dispuesto tierra, waypes y aceites usados. Asimismo, se registran 2 operaciones de disposición de aceites usados de dos empresas del sector Hidrocarburos y otras dos del sector pesquero (de una misma empresa).

- Una empresa del sector Industrias declara que los residuos (tierra y aceite) los tiene almacenados, en los otros casos los manejan a través de EPS-RS o lo consignan, en un caso, como uso interno dentro del proceso productivo de la planta, lo cual es comprensible dado que es del sector Hidrocarburos.
- Se registran las declaraciones en blanco sobre las disposiciones realizadas, de las cuales: 6 corresponden a Industria, 1 al sector Transportes y Comunicaciones y 2 a Pesquería. En Industrias, 4 operaciones de disposición son de aceites, 1 de residuos hidráulicos y 1 de waypes. En el sector Transportes, la disposición es de waypes y en el Pesquero es de aceites usados, resultando curioso que no indican que es para tratamiento pero si señalan la EPS-RS de destino, por lo que se puede asumir como una omisión de datos.
- En cuanto a waypes, la producción de residuos declarada es de una frecuencia mensual y generada básicamente de la limpieza externa de los equipos como transformadores, sistemas hidráulicos y equipos similares. Cabe agregar que dichos residuos se declaran para disposición en un relleno sanitario, o con una empresa no autorizada para la disposición final de residuos peligrosos, lo que no cumple con el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos al tener que disponerse en un relleno de seguridad por su categorización de residuo peligroso (Anexo 4, puntos 3.18 y 4.6).
- De otras declaraciones de la encuesta se puede resaltar que: la mayoría de los residuos declarados se encuentran en ambientes cerrados y techados, protegidos de ciertas condiciones climáticas adversas.

14. Resultados a nivel de las DESAs

Se mencionan a continuación los datos correspondientes al sector Salud remitidos por las Direcciones Ejecutivas de Salud Ambiental (DESAs) dentro de sus jurisdicciones repartidas en cada una de las regiones o departamentos del país. Como se señaló en el principio, en su mayoría los equipos instalados en los establecimientos de salud (centros de salud, hospitales, postas, etc.) pueden, en función de su magnitud, carecer o poseer equipos eléctricos, y de poseerlos la gran mayoría pertenecen a empresas del sector eléctrico que brindan el servicio, restringiéndose sólo

a los grandes hospitales la posesión de transformadores. Es sobre estas declaraciones las que se reportan a nivel de DESAs a fin de evitar reiterar o duplicar datos del inventario de OSINERG, que reportan los datos de las empresas eléctricas que son las encargadas del mantenimiento y, cuando corresponda, de la disposición final de dichos equipos.

En tal sentido, es conveniente precisar que los objetivos del inventario en este Sector fueron de difusión y sensibilización, ello para no incurrir en sesgos derivados del análisis correspondiente, ya que en este estratégico Sector, se tendrá el importantísimo encargo adicional de continuar con las tareas de difusión, concientización y sensibilización, multiplicando y facilitando el proceso a todo nivel, tanto de las empresas involucradas con el manejo de la sustancia como de la población dentro sus jurisdicciones, como única forma de garantizar el éxito de la implementación del PNI-COP-PERU en un mediano o largo plazo.

14.1 Análisis de los resultados del inventario en las DESAs

Se remitieron 50 formatos de la encuesta a cada una de las DESAs de las regiones de Salud y 100 a cada una de las DESAs de Lima, totalizando 1950, que fueron remitidas a hospitales, clínicas, centros de salud y todo establecimiento de salud con posibilidad de poseer existencias contaminadas con PCB, incluyendo algunas empresas alejadas que consideren importantes dentro de sus jurisdicciones a fin de garantizar que llegue la encuesta a éstas, que se constituyen en el público objetivo, aunque teniendo cuidado al momento de la sistematización de los datos para no duplicar la información del inventario.

Se recibieron respuestas de establecimientos de salud, hospitales, algunas empresas industriales y del sub-sector eléctrico, considerado dentro del Inventario del OSINERG, analizado más adelante, e inclusive de una base militar. Cabe precisar que este sector Defensa no fue involucrado en el presente proceso dada la conocida confidencialidad y reserva que mantienen para brindar información, aduciendo razones de seguridad, sin embargo a través de una de las DESAs se pudo obtener excepcionalmente esta información.

A continuación se presenta el análisis de la información obtenida a través de las DESAs. La

información perteneciente a los sectores Industria, Minería y Pesquería se registraron e incor-

poraron dentro del sector correspondiente para el análisis respectivo.

Tabla N° 22: Cantidad de Equipos posiblemente contaminados y libres de PCB

SECTOR	NOMBRE DEL EQUIPO	EQUIPOS POSIBLEMENTE CONTAMINADOS	EQUIPOS LIBRES DE PCB	TOTAL GENERAL
MINISTERIO DE DEFENSA	TRANSFORMADORES	13		13
	EQUIPOS HIDRÁULICOS	30		30
SALUD	CAPACITOR		1	1
	TRANSFORMADORES	27		27
	DISYUNTOR	1		1
	EQUIPOS HIDRÁULICOS	6	1	7
	INTERRUPTORES	4		4
TOTAL GENERAL		81	2	83

De esta tabla, se observa la declaración de 83 equipos entre capacitores, transformadores, equipos hidráulicos, etc., la mayor parte (81) clasificados como posiblemente contaminados. Como se aprecia no se identifica ningún equipo contaminado en este sector.

Se utilizaron los mismos criterios de clasificación que para los demás sectores, el sector Salud

también declaró otros equipos como tableros de control, distribución o recepción, que no se consideran por no contener aceite dieléctrico.

Se presentan los siguientes resultados para los equipos posiblemente contaminados:

Tabla N° 23: Estado operativo de los equipos clasificados como sospechosos de contener PCB

EQUIPOS POSIBLEMENTE CONTAMINADOS							
SECTOR	Nombre del equipo	Equipos en reserva	Equipo como desecho	Equipo funcionando	Tratamiento	No declaran condiciones	Total de Equipos
MINISTERIO DE DEFENSA	TRANSFORMADORES			12		1	13
	EQUIPOS HIDRÁULICOS	7		23			30
SALUD	TRANSFORMADORES	1	3	17		6	27
	DISYUNTOR				1		1
	EQUIPOS HIDRÁULICOS			4	2		6
	INTERRUPTORES		2			2	4
TOTAL GENERAL		8	5	56	3	9	81

De esta tabla y declaraciones de la Encuesta se desprende que:

- 56 equipos se encuentran en funcionamiento, en su mayoría transformadores.

- Sólo 5 equipos han sido declarados como desecho y se encuentran en ambientes cerrados y techados.

Tabla N° 24: Condiciones de Almacenamiento de los equipos declarados

EQUIPOS POSIBLEMENTE CONTAMINADOS					
SECTOR	Nombre del equipo	Techado y Cerrado	Al aire libre con piso de Cemento	No declaran condiciones	Total equipos posiblemente contaminados
MINISTERIO DE DEFENSA	TRANSFORMADORES	12		1	13
	EQUIPOS HIDRÁULICOS	30			30
SALUD	TRANSFORMADORES	19	2	6	27
	DISYUNTOR	1			1
	EQUIPOS HIDRÁULICOS	6			6
	INTERRUPTORES	3		1	4
TOTAL GENERAL		71	2	8	81

Al igual que para los demás sectores (ver Tablas 14 y 15), la tabla nos muestra las condiciones de almacenamiento de los equipos posiblemente contaminados:

- 71 se encuentran en ambientes techados y cerrados, lo que da ciertas garantías de seguridad para su vigilancia física y el control de la situación en caso de ocurrir alguna contingencia, como derrames, fugas, volcaduras, etc.
- 8 de los equipos no declaran las condiciones en las que se encuentran, siendo preferible indagar sobre la precisión de este detalle para adoptar las medidas respectivas.

15. Importaciones, Exportaciones y Disposición Final de equipos / residuos

Se obtuvo una cantidad referencial de equipos y cantidades de aceite que puede haber en el país, en base a la búsqueda en Aduanas de los datos de importaciones de equipos eléctricos y de aceites dieléctricos desde 1966 hasta 1983.

La intención obedece a los limitados datos obtenidos de las encuestas al no consignar los pesos de equipos y aceites y que se explican principalmente por la inexistencia de éstos en las placas o por dificultades en su lectura dada su antigüedad, o bien simplemente, por no contar con dicha placa.

También se mencionan datos a los que se ha podido acceder sobre exportaciones y disposición final de existencias y equipos contaminados con PCB, precisando que los aspectos de exportación están regulados por el “Convenio de Basilea sobre movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación” y por la Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento, este último en proceso de implementación dado el relativo corto tiempo de vigencia (22.07.2004), y por lo tanto, con datos limitados a partir de EPS-RS o EC-RS que por Ley son las

únicas autorizadas por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) para el manejo y exportación de PCB, y residuos peligrosos en general.

15.1 Reporte de Importaciones de Aduanas

Se presentan los datos correspondientes a las importaciones realizadas a través de las Aduanas del país desde 1966 hasta 1983, estimando una vida útil promedio de un equipo eléctrico de 40 años y además considerando internacionalmente el año 1983 como fecha límite de fabricación y comercialización de equipos conteniendo PCB.

Adicionalmente, se consideran estos datos como referenciales, habida cuenta que durante el gobierno militar no se registró información aduanera y durante esos años prevalecieron las importaciones del bloque soviético (URSS), gran productor de PCB por lo que serían mayores las cantidades que se podrían totalizar de contar con información completa.

De esta búsqueda se obtuvo lo siguiente:

- Búsqueda de partidas desde 1966 a 1983.
- Las partidas investigadas fueron:
 - Aceites: 27.10.9.01
 - Transformadores: 85.01.6.01 a 85.01.6.04
 - Condensadores: 85.18.0.01 - 85.18.0.02

4 092 t de aceite dieléctrico ingresado a nuestro país entre 1966 y 1983.

Para transformadores se tiene un peso bruto aproximado de **7 300 t**. Considerando que en promedio estos equipos pueden contener aproximadamente un 30% de aceite dieléctrico, se estima un contenido de **2 190 t del fluido**.

Para los condensadores fijos y variables se tiene un peso bruto de **582 120 kg (582,12 t)**, recor-

dando que al ser aplicaciones herméticamente cerradas se considera el peso total del equipo y aceite.

15.2 Reporte de Exportaciones de PCB

Se obtuvieron datos de las exportaciones oficiales ya sea por declaración de las empresas o a través de la autoridad sanitaria (DIGESA) responsable de otorgar los permisos de exportación de PCB, los mismos que se sujetan al Convenio de Basilea, el cual ha sido ratificado por nuestro país. De éstos, se tienen las siguientes exportaciones:

- Una empresa del sector industrial declara (2002-2003): 1 561 kg en líquidos; 93 capacitores con 2 748 kg y un transformador de 3 006 kg.

- Sector minero: 13 transformadores con un peso total aproximado de 6,2 t.
- Sector eléctrico: Una empresa eléctrica exportó aproximadamente 30 t entre equipos, aceite y material (pañños, uniformes, equipos de protección personal) contaminado con PCB.
- Asimismo, se tienen datos adicionales de exportación en el 2003 cuya fuente de información es la DIGESA y la SUNAT, citados en el documento elaborado por el Perfil Nacional del Proyecto PNI-COP y que muestran a continuación:

Exportación de Residuos Peligrosos 2003			
Empresa	Residuo	País	Cantidad(t)
ASEA BROWN BOVERI S.A.	Transformadores y Líquidos Contaminados con PCB	Alemania	850
BEFESA PERÚ S.A.	Transformadores y Líquidos Contaminados con PCB	España	No indicado

La última exportación (0.08m³) de desechos de aceites contenido de bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados

(PBB), fue realizado a Chile en mayo del 2003, según reportes de SUNAT-ADUANAS (véase el siguiente cuadro)

Régimen de Exportaciones Definitivas Periodo: Enero 2002 - Julio 2005							
Fecha Embarque	Sub-Partida	Descripción de la Sub-Partida	Exportador	País de destino	FOB US \$	Unidades	UF
19/05/2003	2710910000	Desechos de aceites que contengan bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)	THIESSEN DEL PERÚ S.A.	CHILE	106.40	0,08	m ³

Fuente: SUNAT-ADUANAS (citado en Perfil Nacional)

Respecto a la exportación mencionada para Befesa Perú S.A. cabe precisar que dicha operación está pendiente por realizarse, encontrándose en trámite ante la DIGESA la autorización con los países en tránsito según las disposiciones del Convenio de Basilea.

15.3 Reporte de Disposición Final

Se sabe por declaración de una EPS-RS de acuerdo a los Manifiestos de Manejo de Residuos Peligrosos, de la disposición final mediante confinamiento

por enterramiento, en un Relleno de Seguridad en el 2004 (Befesa Perú S.A.), de 122 equipos eléctricos (sólo carcazas) cuya contenido de sus aceites estaban por debajo de las 50 ppm. Dichos aceites fueron destinados a tratamiento fisicoquímico para regeneración como residuo no peligroso al tener una concentración de PCB inferior a las 50 ppm. Esta disposición se realizó en dos fechas en las siguientes cantidades:

48,28 t y 21,26 t, dispuestos en mayo del 2004, totalizando **69,54 t** de equipos.

16. Resultados de OSINERG

16.1 Inventario OSINERG

Según lo previsto por el Proyecto, el proceso de Inventario Nacional de PCB se desarrolló en todos los sectores productivos nacionales, excepto en el sub-sector eléctrico (sector Energía), en razón de que la autoridad de control y fiscalización eléctrica (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía, OSINERG) desarrolló recientemente el Inventario

del 2004 en todo este sub-sector. En tal sentido, era conveniente aprovechar esta información a fin de no duplicar esfuerzos y desperdiciar tiempo y recursos en una actividad que no hubiera variado sustancialmente en sus resultados y que por el contrario, de haberse repetido el proceso, hubiera causado el malestar en las empresas de este sub-sector.

Del análisis de los datos proporcionados por esta institución se desprenden los siguientes resultados:

Tabla N° 25: Cantidad de aceite y de equipos del sub-sector eléctrico

Actividad (N° Empresas)	Cantidad de aceite (TM)	N° Equipos (*)
Generación (17)	2 250	822
Transmisión (7)	1 806	265
Distribución (15)	6 767	43 752
TOTAL (39)	10 823	44 839

(*) Los equipos reportados por el inventario de OSINERG se refieren casi en su totalidad a transformadores eléctricos.

De esta Tabla N° 25 y de la base de datos alcanzada, se pueden señalar lo siguiente:

- El 62% del aceite se encuentra en equipos de las empresas de distribución, que a su vez corresponde al 98% de la cantidad total de equipos del sub-sector.
- Dos empresas de distribución de Lima poseen el 40% del total de aceite de las empresas de distribución.

Asimismo, este Inventario brinda la siguiente información:

Equipos con fecha de fabricación tomando como año base 1983

Es importante definir las existencias en función a la fecha de fabricación (FF) para intentar correlacionar este parámetro con la posibilidad de contaminación de un equipo con PCB, por lo que se tiene:

Tabla N° 26: Cantidad de equipos según fecha de fabricación

Actividad	N° Equipos	Fecha anterior o igual a 1983	Fecha posterior a 1983	Sin Fecha de Fabricación
Generación	822	389	194	239
Transmisión	265	55	209	1
Distribución	43 752	6 623	23 936	13 193
TOTAL:	44 839	7 067	24 339	13 433

- El 16% de los equipos tiene fecha de fabricación (FF) anterior o igual a 1983.
- El 30% no indica FF.
- En generación: 47% de los equipos son antiguos, con FF anterior o igual a 1983.
- El 79% de los equipos de transmisión (potencia) es muy probable que no se encuentren contaminados con PCB. Asimismo, cabe resaltar que casi todos se encuentran identificados con su placa del fabricante.

- En las empresas de distribución el 55% de los equipos son relativamente modernos, con FF posterior a 1983.

CALIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS POR PRESENCIA DE PCB Y POR DEFINIR:

Según los criterios manejados por OSINERG, se caracterizan las existencias como:

- a) Equipos con PCB, para una concentración > 50 ppm ó >= 100 µg/100 cm².

b) Equipos contaminados con PCB, para $5 \leq [\text{PCB}] \leq 50$ ppm ó en términos de contaminación superficial: $10 \mu\text{g} < [\text{PCB}]/100 \text{ cm}^2 < 100 \mu\text{g}$

c) Equipos sin PCB, cuando $[\text{PCB}] < 5$ ppm ó $\leq 10 \mu\text{g} / 100 \text{ cm}^2$.

Es así que se tiene la siguiente Tabla:

Tabla N° 27: Cantidad de equipos según presencia de PCB

Actividad	N° Equipos	Total Equipos con PCB	Total Equipos Contaminados con PCB	Total Equipos sin PCB	Total Equipos por definir PCB
Generación	822	21	24	101	676
Transmisión	265	3	0	16	246
Distribución	43 752	0	0	3	43 749
TOTAL	44 839	24	24	120	44 671

Esta Tabla nos muestra los siguientes datos principales:

- Del total de equipos: más del 99% están calificados como equipos “por definir” la concentración de PCB, entonces debe proceder la medición en laboratorios.
- Del total de equipos con PCB, aproximadamente el 88% de los equipos son de generación.
- Del universo de equipos (44 839) se han declarado sólo 24 equipos se califican como con PCB.

16.2 Equipos con PCB

Estos equipos los conforman aquellos cuya placa del fabricante explícitamente consigna el nombre del aceite dieléctrico utilizado en dicho equipo, o lo que es más factible, dado el tipo de transformador (de potencia) de las empresas declarantes, aquellos a los que les han realizado análisis cromatográfico o una medición confiable para comprobar la presencia de PCB con una concentración mayor a 50 ppm, verificándose en los siguientes datos que solamente 24 equipos o transformadores están contaminados, según la siguiente tabla.

Tabla N° 28: Cantidad de equipos con PCB

Actividad	Empresa	Equipo	N° de Equipos	Aceite Dieléctrico (kg)
Generación	EGASA	Transformador	8	5 664
	ENERSUR	Transformador	13	32 439
Transmisión	REP	Transformador	3	42 455
Distribución	-----	-----	-----	-----
	TOTAL		24	80 558

Del total de aceite, el 93% del total de aceite declarado con PCB está contenido en dos empresas, de generación (ENERSUR) y transmisión (REP).

No hay declaración de equipos con PCB en las empresas de distribución.

16.3 Equipos contaminados con PCB:

Para esta categoría se presentan los siguientes resultados:

Tabla N° 29: Cantidad de equipos contaminados con PCB

Actividad	Empresa	Equipo	N° de Equipos	Aceite Dieléctrico (TM)
Generación	CAHUA	Transformador	1	10
	EDEGEL	Transformador	21	206
	EEPSA	Transformador	1	--
	EGEMSA	Transformador	1	10
TOTAL			24	226

Se cuenta con información procedente de cuatro (4) empresas de generación, una de las empresas (EDEGEL) concentra el 91% del total el aceite dieléctrico en el 88% de los equipos de estas empresas de generación.

16.4 Equipos sin PCB

En el Tabla siguiente se muestran los resultados reportados para los equipos sin PCB.

Tabla N° 30: Cantidad de equipos sin PCB

Actividad	Empresa	Equipo	N° de Equipos sin PCB	Aceite Dieléctrico (t)
Generación	Cahua	Interruptor	1	--
	Cahua	Transformador	6	56
	EDEGEL SAA	Transformador	74	259
	EEPSA	Transformador	18	74
	Sociedad Minera Corona	Transformador	2	7
Transmisión	RED DE ENERGÍA DEL PERÚ - REP	Transformador	16	350
Distribución	COELVISAC	Transformador	3	360
TOTAL			120	1 106

- El mayor número de equipos sin PCB se encuentra en las empresas de generación con un 84% de los equipos.
- Sin embargo, el 64% del total del aceite dieléctrico sin PCB está concentrado en dos em-

presas: Red de Energía del Perú-REP (Transmisión) y Coelvisac (Distribución).

16.5 Equipos por definir concentración PCB

Se tiene la siguiente información según el tipo de empresa:

Tabla N° 31: Cantidad aceite y equipos por definir

Actividad	N° Equipos por definir PCB	Cantidad Aceite Dieléctrico	
		t	%
Generación	676	1 590	16
Transmisión	246	1 413	15
Distribución	43 749	6 767	69
TOTAL	44 671	9 770	100

Los datos más resaltantes de esta Tabla son:

- 69% del aceite dieléctrico: empresas de distribución, que representan al 98% del universo de las empresas del sub-sector.

- De 44 839 equipos, 44 671 están por definir la concentración de PCB.
- La cantidad de equipos en las empresas de generación y de transmisión que están por de-

finir representan una cantidad muy pequeña del universo de equipos del sub-sector.

- El programa de mediciones con base estadística deberá incidir en las empresas de distribución, priorizando la intervención según el diseño del muestreo establecido.

16.6 Mantenimiento de los equipos eléctricos

Respecto al mantenimiento realizado a los equipos eléctricos, entiéndase transformadores, es poca la información declarada por las empresas en los formatos respectivos y por lo tanto limitado lo que pueda reportar OSINERG sobre este aspecto.

El formato de encuesta, consideraba los siguientes campos para la declaración respectiva:

- Mantenimiento del equipo, rellenado o con tratamiento (Sí / No).
- Si equipo fue rellenado o con tratamiento: Fecha última de rellenado o tratamiento.
- Empresa que realizó rellenado o tratamiento.
- Aceite de relleno.

Como se puede apreciar, la encuesta incluyó preguntas con el detalle suficiente para acopiar información referente al mantenimiento. Sin embargo, la información recopilada sólo se resume en la siguiente tabla:

Tabla N° 32: Mantenimiento en el sub-sector Eléctrico:

Empresa	Rubro	N° equipos	Mantenimiento
EEPSA	Generación	2	Sin detallar si es rellenado o tratamiento
EGENOR	Generación	16	Sin detallar si es rellenado o tratamiento
ENERSUR	Generación	1	Sin detallar si es rellenado o tratamiento
Electro Perú	Generación	1	Sin detallar si es rellenado o tratamiento
REP	Transmisión	1	Transformador con PCB (askarel) en funcionamiento en área de servicios auxiliares y con reemplazo programado.
Consortio Trans -Mantaro	Transmisión	6	Todos en funcionamiento desde agosto del 2000 con un mismo contratista.
EDELNOR	Distribución	2	Precisan que los equipos están fuera de servicio.

A pesar de la limitada información recabada en las encuestas se puede afirmar que las empresas del sub-sector eléctrico son las que más control ejercen sobre sus equipos, en razón a que de su buen funcionamiento depende también un suministro eléctrico eficiente y por lo tanto que se constituya en un negocio eficaz. En tal sentido, un mantenimiento continuo de sus equipos estará directamente relacionado con la satisfacción de sus clientes y los beneficios a obtener por el servicio brindado.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que debido a la gran cantidad de equipos que poseen las empresas eléctricas cuentan con sus propias áreas de maestría y personal especializado para el mantenimiento de sus equipos, garantizando las condiciones y especificaciones para su correcto funcionamiento y de su estado físico a fin de reducir el riesgo que el equipo se encuentre en deficientes condiciones operativas, que podrían ocasionar explosiones, derrames, fugas o cualquier contingencia desfavorable para la salud humana y el ambiente.

En lo que respecta al aspecto de Seguridad, en cumplimiento de las disposiciones del OSINERG, las

empresas eléctricas cuentan con un Manual de Seguridad Industrial en el cual se contemplan los riesgos inherentes a la actividad eléctrica. Actualmente está difundido o difundándose aún más entre los trabajadores, a raíz de las actividades del Proyecto, la sensibilización necesaria respecto a los PCB y los riesgos inherentes a su manejo, debiéndose reforzar paralelamente la capacitación en la población para crear la concientización respectiva.

Sobre el particular, cabe agregar que durante las visitas realizadas se ha observado una tendencia creciente dentro de las empresas eléctricas para implementar o mejorar la infraestructura existente dentro de las instalaciones para el almacenamiento temporal de los equipos y residuos contaminados con PCB, dotándolos de recintos cerrados y techados, lomas impermeables de cemento, muros de contención, zonas aisladas y demarcadas, canaletas de drenaje o sumideros con depósitos de recolección en caso de derrames o fugas, etc. Coadyuva a esta iniciativa del manejo ambiental de sus residuos peligrosos, la necesidad de cumplir con las disposiciones de la Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314 y su Reglamento, D.S. N° 057-2004-PCM, en la cual incluyen

a los residuos y artículos (aceites y equipos) con un contenido igual o superior a los 50 ppm de PCB como residuos peligrosos (Anexo 4, 3.18), agregando que sólo pueden ser manejadas por una EPS-RS ó EC-RS, según sea destinado para su tratamiento/disposición final o bien para su exportación, respectivamente.

Referente a las adquisiciones de equipos por parte de las empresas eléctricas cabe resaltar que se han apreciado en muchas licitaciones el requerimiento específico para que el aceite o fluido refrigerante de los transformadores estén libres de PCB, sustentado en los análisis de laboratorio correspondientes.

En el punto 13.7.2 se puede apreciar el detalle sobre el tratamiento de regeneración al que son sometidos los equipos eléctricos en los talleres, mantenimien-

to que también puede incluir el cambio total del aceite del transformador por uno nuevo o el rellenado de aceite hasta alcanzar el nivel adecuado en el mismo.

Las empresas eléctricas y el OSINERG son concientes de su rol prioritario para el cumplimiento del Convenio de Estocolmo, sobre todo considerando que aproximadamente el 95% del parque de transformadores se encuentra en este sub-sector, participando activamente en las actividades del Proyecto como miembros del SCNC-PCB y colaborando directamente con la información y en los eventos programados.

16.7 Reporte general de residuos

Se reportan en la siguiente Tabla, las empresas generadoras de residuos de aceite dieléctrico.

Tabla N° 33: Cantidad de residuos y empresas generadoras de residuos líquidos

Actividad	Empresa	N° Envases de Residuos Sólidos	Aceite Líquido (kg)	Sólidos (kg)
Generación	ENERSUR	-	12 815	-
Transmisión	ETESELVA S.R.L	-	2 000	-
Distribución	ENOSA	-	2 015	-
	Electro Ucayali	-	520	-
	Electrocentro SA	-	1 281	-
	Luz del Sur	-	8 600	-
TOTAL		-	27 231	-

- Muchas de las empresas del sub-sector no han informado sobre sus Residuos con presencia de PCB. Además, en muchos casos dan información pobre y muy general.
- De 39 empresas, sólo 6 han reportado aceite dieléctrico como Residuo en un total de aproximadamente 27 TM de residuos, correspondiendo a una sola empresa (Enersur) el 47% del total del residuo líquido declarado (aceite dieléctrico).

17. Resumen de existencias contaminadas en todos los sectores (incluyendo el sub-sector eléctrico)

Se muestran a continuación cuadros resumen con el objetivo de poder visualizar integralmente a nivel nacional los sectores prioritarios y los niveles de necesidades de atención de las existencias, aceites y equipos contaminados.

Tabla N° 34: Transformadores contaminados y estado operativo

ESTADO / SECTOR	Almacén (reserva)	Almacén (desecho)	Función.	Total Transform. contaminados	Peso aceite(kg)	Peso (*) estimado total -kg
HIDROCARBUROS	-	1	3	4	5 070	16 900
INDUSTRIA	2	4	9	15	24 638,4	82 128
MINERÍA	-	9	7	16	30 636	102 120
PESQUERÍA	-	-	-	0	0	0
MTC	-	5	-	5	7 750	25 833
ELÉCTRICO	-	-	-	24	80 558	268 527
TOTAL PARCIAL	2	19	19	64	68 094,4	495 508
Peso Estimado de Transformador sin peso	-	-	-	-	-	6 047
PESO TOTAL (**)						501 555

(*) Peso estimado en función a un contenido de 30% de aceite en los equipos.

(**) Peso correspondiente al Total Parcial más el Peso Estimado de Transformadores sin peso.

Del cuadro precedente se desprenden las siguientes observaciones:

- El total estimado de existencias declaradas de transformadores contaminados sobrepasa las 500 TM.

- El sector prioritario de acuerdo a la cantidad de equipos contaminados con PCB es el sector sub-eléctrico, apreciándose que posee unas 2,5 veces y 3 veces en peso que los sectores Minero e Industria declarante.

Tabla N° 35: Capacitores contaminados y estado operativo

ESTADO SECTOR	Almacén (reserva)	Almacén (desecho)	Función	Tratamiento	Cantidad Capacit. contam	Peso aceite (kg)	Peso total (kg)
HIDROCARBUROS	-	-	-	-	0	0	0
INDUSTRIA	-	12	30	13	55	273	632,5
MINERÍA	-	-	-	-	0	0	0
PESQUERÍA	1	-	13	-	14 (*)	0	0
MTC	-	-	-	-	0	0	0
ELÉCTRICO							
TOTAL PARCIAL					69	273	632,5
Peso estimado de equipos sin peso							980(**)
PESO TOTAL (kg)							1 612,5

(*) No declaran peso

(**) Peso estimado en función a las especificaciones técnicas (kVA) de los condensadores, con un peso. En este cálculo se incluyen el peso de 10 equipos del sector Industria que no lo declaran.

Del cuadro anterior se desprenden las siguientes observaciones:

- El total estimado de existencias declaradas de capacitores contaminados sobrepasa las 1,6 TM.
- El sector prioritario de acuerdo a la cantidad de equipos contaminados con PCB es el sector Industria, considerando también que parte del peso total involucra también el de condensadores sin peso declarado.

18. Muestreo y Medición en el Sub-Sector Eléctrico

La programación de actividades de Muestreo y Medición de PCB a desarrollar en campo en las empresas del sub-sector eléctrico, dado que se contaba

con los resultados del Inventario de OSINERG, resalta dentro de las experiencias prácticas del Proyecto al plantearse objetivos que iban más allá de las actividades de gabinete desarrolladas en el proceso del Inventario y con la cual se logró sentar precedente en este proceso inicial con los siguientes objetivos:

- Entrenamiento y sensibilización del grupo de trabajo en las tareas de muestreo, siguiendo protocolos de seguridad en función a los riesgos eléctricos y a la salud por la exposición a PCB.
- Implementación de los Procedimientos de Trabajo Seguro (PTS) desarrollados.
- Validar los datos del inventario, inicialmente en las empresas seleccionadas, en un proceso preliminar que debería replicarse en todas las empresas del sub-sector eléctrico.



Visita a las instalaciones de Luz del Sur



Muestreo e identificación de PCBs

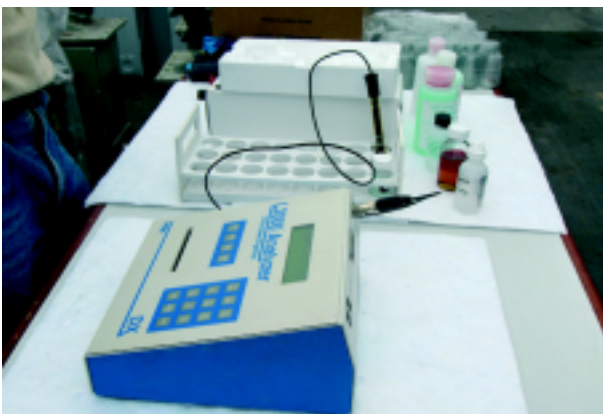
18.1 Criterios establecidos para el proceso de muestreo y medición

Este proceso se desarrolló sólo en este sub-sector, ya que se contaba con el inventario de los equipos para evaluar que empresas eran las más idóneas en función a los siguientes criterios:

- Se dio preferencia a empresas que concentran equipos en almacenes, como desecho o reserva, ya que éstos no requerían restringir ni interrumpir el suministro eléctrico a la población.
- Por su antigüedad, los equipos almacenados para desecho tienen mayor probabilidad de contener aceites dieléctricos contaminados con PCB.
- El “corte” o interrupción del suministro eléctrico requiere de tiempo para comunicaciones a la comunidad que afectará dicho corte y coordinaciones más o menos complicadas con OSINERG, quien puede inclusive sancionar por este motivo.
- El muestreo en equipos o subestaciones aéreas requiere mayor tiempo y es de mayor riesgo que para un equipo en almacenamiento. Estas dos últimas consideraciones eran claves por lo limitado del tiempo disponible para el proceso a fin de ser aprovechado al máximo, por lo que también se consideraba las distancias y facilidades para trasladarse.
- Se seleccionó también a transformadores de potencia al tener éstos dispositivos de seguridad y elementos que permitían el muestreo “en caliente” o energizados.

El desarrollo de las actividades contempló como principales aspectos los relacionados a la seguridad, entrenamiento del personal y la selección de las empresas donde se llevaría a cabo el proceso:

- Entrenamiento para la medición en campo en una empresa eléctrica que poseía el equipo Analyzer L2000DX, el mismo que fue adquirido por el Proyecto y que se utilizaría para las actividades oficiales.



Equipo Analyzer L2000DX

- Coordinación para la visita y práctica de muestreo en las instalaciones de una empresa de servicios de mantenimiento y regeneración de aceites dieléctricos, a desarrollarse con la participación del experto internacional Sr. Urs Wagner.
- Reunión de Coordinación inicial con OSINERG para desarrollar el Proyecto.
- Selección inicial para evaluar las empresas que tenían mayor número o concentración de equipos en función del riesgo a la salud y al ambiente, eligiéndose a empresas a las principales empresas eléctricas del norte, sur medio, sur y oriente del país; participando también en las operaciones del Norte el Sr. Urs Wagner.
- Elaboración de Procedimientos de Trabajo Seguro (PTS), el cual podía adaptarse a los procedimientos internos de seguridad de las empresas.
- Reunión de coordinación general con representantes de OSINERG y de las empresas involucradas para desarrollar el plan de trabajo a seguir.
- Capacitación del personal a través de charlas teóricas y prácticas para el manejo de sustancias peligrosas y PCB, por parte del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú (CGBVP).
- Coordinación con Laboratorio de la DIGESA para definir los procedimientos a seguir, garantizando los resultados a obtener y la cadena de custodia respectiva.
- Selección, evaluación y contratación de personal técnico de apoyo para muestreo y medición de PCB.

18.2 Procedimientos de Trabajo Seguro

En base a las reuniones con los involucrados en el tema, empresas participantes en el muestreo, CGBVP, OSINERG y responsables del Proyecto se elaboró un Procedimiento de Trabajo Seguro (PTS) a ser aplicado en campo en las empresas a ser muestreadas, el mismo que parte de un procedimiento general que puede ser adecuado a las condiciones, requerimientos y procedimientos internos específicos de cada empresa, tales como por ejemplo empresas que se encuentren certificadas y acreditadas con un sistema de calidad y seguridad o con sistemas integrados de gestión. Este PTS se muestra en el Anexo 10.

18.3 MSDS para el PCB

Al encontrarse diferentes Hojas de Datos de Seguridad del Material (MSDS) para PCB se decidió adoptar la elaborada oficialmente por la International Programme on Chemical Safety (IPCS) entidad asociada a la OMS-PNUMA-OIT, la misma que se muestra en el Anexo 11.

18.4 Empresas seleccionadas

Luego de una evaluación conjunta con el OSINERG, de las Bases de Datos existente tanto en esta institución como en la DIGESA, se seleccionaron empresas representativas de las diferentes regiones del país, resultando seleccionadas para el muestreo y medición dos empresas del Norte, una en Lima, una en el Oriente y dos en el Sur del país.

En este informe se presentan los resultados correspondientes a dicho proceso.

18.5 Actividades desarrolladas

Las actividades de muestreo y medición se desarrollaron en función de los objetivos y criterios mencionados líneas arriba, poniéndose especial atención a los requerimientos logísticos, administrativos y técnicos necesarios para el desarrollo de las operacio-

nes, sobre todo los equipos de protección personal (EPP), reactivos, frascos y herramientas necesarios.



Muestreo

18.6 Resultados

Se presentan a continuación los resultados obtenidos:

Tabla N° 36: Resultados de los muestreos realizados

SEDE	N° MUESTRAS	Kit Clor-N-Oil (+, ?)	Analyzer (+)	Cromatográfico
Empresa del Norte 1	33	(**)	4	2 neg, 2 ?
Empresa del Norte 2	16		1 (*)	-
Empresa del Oriente	35	5+, 4?	7	-
Empresa del Sur 1	73	7+, 5?	10	-
Empresa del Sur 2	58	10+, 8?	15	-

Donde:

(*) Muestra de agua, interferencia con iones cloruro.

(**) Medición sólo con Analyzer

- : No realizado

?: Sospechoso

Como se puede apreciar del cuadro:

- De 49 muestras extraídas en el Norte, 5 resultaron positivas en el Analyzer. No se utilizó el kit colorimétrico.
- De 35 muestras de la empresa del Oriente, medidas con el kit, 5 resultaron positivas y 4 sospechosas, verificándose con el Analyzer que 7 de ellas resultaron positivas.
- Se tomaron 73 muestras en una empresa del Sur, resultando que 7 eran positivas y 5 sospechosas, de todas estas mediciones, 10 muestras resultaron positivas con el Analyzer.

- De la otra empresa del Sur se extrajeron 58 muestras, obteniéndose 10 positivas y 8 sospechosas. Resultando luego en la medición con el Analyzer que 15 muestras arrojaron positivo con concentraciones superiores a 50 ppm.

18.7 Validación

De las cuatro muestras resultantes positivas en la Empresa del Norte 1, dos fueron analizadas en los laboratorios acreditados ETI en Suiza a fin de descartar por determinación cromatográfica la presencia de PCB, resultando de este análisis que ninguna de ellas tenía contenido de PCB (< 1 ppm), explicán-

dose los resultados positivos del Analyzer por la presencia de otros compuestos clorados (p.e clorobenzol), habida cuenta que lo que arroja la medición del Analyzer es la presencia de cloro en la muestra.

En esta empresa del norte se verificó que en la placa de fábrica de un transformador consignaba 0,3 % PCB, que equivale a una concentración de 3.000 ppm de PCB, por lo que se extrajo muestras para su medición en el Analyzer, arrojando una lectura de 129 ppm.

Esta es una de las muestras que se sometieron al análisis cromatográfico, la misma que resultó libre de PCB (<1 ppm), lo cual nos demuestra el grado de confiabilidad que se puede tener en las placas originales de los transformadores o en todo caso a las consideraciones que se tiene que tener en cuanto al historial de mantenimiento de un equipo, al que podría haberse sometido en diferentes ocasiones a un cambio o rellenado de aceite logrando rebajar la concentración.

Esta experiencia inicial demuestra la ardua tarea que se requiere para una validación completa de los resultados en todo el sub-sector eléctrico, procediéndose luego a someter los resultados cualitativos positivos obtenidos de la medición en campo a una determinación cromatográfica, la cual óptimamente se debería realizar directamente; no siendo valedero hacer estimaciones o proyecciones en base a estos resultados para este sub-sector ni menos para otros sectores productivos a nivel nacional.

19. Definición y Distribución del Problema

Como se mencionó, en el primer objetivo específico del Inventario, una de las principales preocupaciones es **definir el problema** a partir de la realidad existente en el país para identificar que sectores son los más involucrados o afectados con PCB, lo cual un Inventario preliminar por sí solo no llegará a determinar, mientras no confluyan algunas condiciones que involucran aspectos normativos, económicos y socioculturales que posibiliten y faciliten la realización de un censo completo.

Otro aspecto importante que se visualizó es la problemática que representan y atraviesan las empresas de servicio de mantenimiento y tratamiento de aceite a la industria, percibiendo sus necesidades y requerimientos. Para el efecto, se diseñó una Encuesta específica para estas empresas (Anexo 9), reuniéndose directamente con ellas, verificándose las características desarrolladas en el punto 19.2.

Será importante definir las estrategias a seguir con estas empresas para que paulatinamente se sujeten a un control de sus operaciones y se establezcan los requerimientos recíprocos cliente-empresa.

19.1 Análisis de la información reportada

El análisis de la información obtenida en el Inventario se separó en dos partes, una respecto al Inventario en el sub-sector eléctrico y la otra la realizada en los demás sectores productivos.

Algunos criterios para el análisis de la información para los demás sectores se mencionan a continuación:

- Los porcentajes resultantes reflejan la situación actual sin fines de estimación o extrapolación a un determinado sector, por lo que cualquier medida preventiva o acción correctiva será aplicable específicamente para las empresas declarantes.
- Se indican los resultados en función a empresas del sector sin hacer mención específica a determinada empresa. Dado el carácter voluntario de las declaraciones es primordial mantener la confidencialidad de éstas a fin de preservar su imagen.
- Es importante respetar este aspecto para asegurar el éxito de los futuros procesos de inventario, lo cual deberá contemplarse en procedimientos específicos y precisos.

Respecto a los resultados obtenidos de las declaraciones, se menciona lo siguiente:

- El inventario en los demás sectores, reporta que el sector minero tiene la mayor cantidad de aceite contaminado, pero al proceder de dos empresas mineras y de 16 transformadores, tanto en funcionamiento como almacenados como desechos, la situación de riesgo a la salud, sin descuidar el aspecto ocupacional, y al ambiente está controlada y limitada debido a sus extensas instalaciones.
- Se debe prestar mayor atención al sector Industria y optimizar la declaración en este sector a fin de evaluar el riesgo ocupacional en función a las condiciones de operatividad y almacenamiento de los equipos.
- En este sector industrial, se debe considerar que hay población más expuesta, aquella que reside en zonas urbanas cercanas a zonas industriales donde se hallan ubicadas empresas de gran envergadura, o las se han asentado en zonas industriales debido al desordenado crecimiento y la deficiente planificación urbana.
- Esta situación obliga a identificar cada equipo, verificar sus condiciones de operatividad, mantenimiento (considerando que la mayoría de equipos no ha tenido ningún mantenimiento) y almacenamiento (en gran parte al

aire libre y sobre piso de tierra), para realizar un plan de manejo y gestión priorizando los que se encuentren en zonas más sensibles, cercanas a hospitales, colegios, centros comerciales y otros lugares de concentración pública, etc.

- En el mismo sentido, habrá que orientar la gestión para los equipos posiblemente contaminados con PCB, donde la gran mayoría tanto en cantidad de equipos como en el contenido de aceites está en el sector Industrias en Lima, seguido del sector Hidrocarburos en Piura.
- Un factor adicional que aumentará el riesgo es la cantidad de equipos sin peso declarado, encontrándose casi la totalidad en funcionamiento y aunado a que una parte de ellos no declara su estado de operatividad.
- Los equipos posiblemente contaminados tienen que ser categorizados, realizando muestreos y mediciones o determinaciones analíticas, para luego en función a los resultados aplicar una gestión ambientalmente racional.
- Aplicando las experiencias de campo, aún los categorizados como equipos con PCB deben someterse a análisis cromatográficos para tener la certeza del contenido de PCB en dichos equipos.
- Para el sub-sector eléctrico, no varía mucho el esquema de gestión a plantear, radicando la diferencia con los otros sectores en la magnitud y cantidad de transformadores de distribución existentes (generalmente en subestaciones aéreas) y en el riesgo que significa el estar ubicados dentro de las ciudades y más cercanos a la población. La situación se agrava considerando, según el Inventario OSINERG, que el 100% de los equipos de distribución, que son un 98% del total de equipos o transformadores, están categorizados como posiblemente contaminados o por definir su clasificación de PCB. Lo cual implica primeramente identificar los que se encuentran cercanos a poblaciones sensibles, luego evaluar su posibilidad de contaminación (año de fabricación, marca del aceite y equipo, mantenimiento) y proceder a las mediciones o análisis correspondientes para diseñar un plan de acción en función a los resultados, que incluya programas de reposición, cambio, hasta su disposición final y eliminación segura y ambientalmente responsable.
- Cabe rescatar los aspectos positivos en este sub-sector dado que sus empresas se susten-

tan económicamente en el funcionamiento de estos equipos, por lo que tienen un mayor control sobre sus condiciones de operatividad y verifican periódicamente las especificaciones del aceite dieléctrico, que aunque éstos no incluyan determinar el contenido de PCB en alguna forma garantiza o reduce la ocurrencia de incendios, explosiones, etc. Por otro lado, la antigüedad de estos equipos, en un 55% fabricados después de 1983, sumado con algún control sobre el tratamiento de sus aceites, reduce el riesgo de encontrar equipos contaminados con PCB.

19.2 Experiencias identificadas a nivel de Fabricantes y empresas de Tratamiento.

En general, de acuerdo a las entrevistas e información brindada, se puede mencionar los siguientes aspectos resaltantes en función a las características de empresas fabricantes y servicio de mantenimiento y tratamiento:

- Previo al tratamiento solicitado por el cliente algunas hacen análisis cromatográficos, sólo una de estas empresas cuenta con el equipo Analyzer L2000DX, otras realizan pruebas de densidad o de presencia de cloro, otras sólo análisis fisicoquímicos para verificar las especificaciones y calidad del aceite, y otras ninguna determinación.
- Cabe recordar, que las mediciones con el Analyzer y las pruebas de detección rápida son reconocidas por el documento de referencia utilizado para el presente Inventario.
- La tierra fuller para regeneración la pueden utilizar varias veces, lo cual resulta riesgoso en empresas que brindan tratamiento si es que no controlan la calidad o contenido de PCB en el aceite al momento de recibir un equipo.
- El cambio de aceite es realizado por una empresa de servicio, pero el rellenado lo hace la empresa poseedora del equipo sin garantía del proveedor del aceite.
- El riesgo de que las empresas hagan su propio mantenimiento o rellenado, radica en que el aceite dieléctrico si no es garantizado, de marca o de un proveedor conocido, puede proceder de diferentes fuentes, que de contener PCB pueden contaminar incluso a equipos nuevos.
- Realizan en algún caso análisis cromatográficos (CG) anuales a sus equipos utilizados en la regeneración y termovaciación. Estos resultados demasiado espaciados no garantizan todos los servicios intermedios que

realicen, ya que de ocurrir una contaminación no se detectaría esta situación hasta un análisis posterior cuando ya han realizado una cantidad variable de servicios.

- Las empresas que no tienen un sistema de control sobre sus mantenimientos, generalmente acuden a empresas de servicios que no solicitan mayores requisitos, mediciones o determinaciones CG, a fin de reducir los costos que implican realizar estos análisis.
- Estas empresas tienen escaso o nulo control sobre el movimiento de sus residuos de aceite dieléctrico pudiendo destinarse a la venta, que a su vez pueden ir a regenerarse nuevamente como aceite dieléctrico o venderse o como combustible alternativo para la industria sin un control adecuado, hecho a su vez más peligroso por la generación de dioxinas y furanos que pueden estar generando. Todo lo cual constituye el peligroso “círculo vicioso” del ciclo de vida de un equipo o residuo contaminado con PCB.
- Requerimiento de análisis PCB por parte de empresas de servicio a las empresas clientes. Esta situación es más evidente a partir del 2002, donde alguna empresa de tratamiento solicita a sus clientes que presenten análisis de PCB para proceder a atenderlos.
- Paulatinamente, se evidencia mayor sensibilidad en el tema en algunas empresas solicitantes del servicio, motivando la exigencia a las empresas de tratamiento que garanticen la devolución del equipo sin presencia de PCB.
- El manejo de sus residuos no lo hacen con EPS-RS. Esta realidad que afecta a todo el sector industrial, se torna más preocupante considerando que existe la Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314 y su Reglamento (D.S. N° 057-2004-PCM), el cual debe fortalecerse, considerando la expedición de una norma específica para PCB, para efectivizar el control y vigilancia respecto al manejo y disposición final de los residuos industriales a fin de motivar a los generadores a su cabal cumplimiento.
- Pueden utilizar piezas recicladas para fabricación o reparación de equipos transformadores. Al igual que el anterior, este aspecto contribuye a ahondar el círculo vicioso antes mencionado, al reflejar una informalidad que sustenta a su vez la necesidad de contar con disposiciones legales específicas en el tema.
- Utilizan parcialmente o no utilizan equipos de protección personal (EPP). Este aspecto más relacionado más con la seguridad y salud ocupacional de trabajadores expuestos a la sustancia, se menciona a fin de que sea motivo de preocupación por la autoridad de salud o trabajo correspondiente dentro de sus competencias.
- Un riesgo latente originado por las **empresas de tratamiento y generadores en general**, incluyendo empresas eléctricas que ostentan certificaciones de calidad ambientales (ISO 14000), es la **venta del aceite dieléctrico usado sin análisis** que sustente su categoría de LIBRE DE PCB o menor a 50 ppm, ya sea a EPS-RS, EC-RS o sin destino conocido, ya que éstas últimas pueden a su vez comercializarlo indiscriminadamente generalmente al mejor postor.
- Venta de equipos eléctricos sin requerir análisis de PCB. Esta situación se hace evidente al repasar las bases para adquisiciones del Estado o al revisar los periódicos de circulación nacional, en los cuales para el primer caso en pocos casos se verifica alguna exigencia con respecto a equipos (aceites) libres de PCB; y para el segundo, la oferta o demanda indiscriminada de equipos sin ninguna especificación de este tipo.
- Queda en la incertidumbre la cantidad de equipos y existencias que puede haber en el mercado nacional, pues muchos equipos nuevos o con fecha de fabricación reciente corren riesgo de seguir contaminándose al entrar en contacto con aceites o piezas contaminadas, producto de un tratamiento, mantenimiento o reparación sin las garantías para el caso aplicables.
- Dos aspectos importantes relacionados con nuestra realidad, son la práctica difundida de la utilización de los equipos más allá de su vida útil; a la vez de mantenimientos sucesivos en el tiempo, que sin quererlo, van disminuyendo o diluyendo una posible concentración de PCB. Esto significa que igualmente se va reduciendo la posibilidad de encontrar equipos con altas concentraciones, pero si aumentando la posibilidad de encontrar un mayor número de equipos contaminados o un ambiente contaminado de haber sido desechados inadecuadamente.
- Lo mencionado forma parte del “círculo vicioso” en que pueden incurrir las existencias contaminadas con PCB, requiriéndose contar con una normativa específica para los PCB, controlando las fuentes generadoras durante su ciclo de vida.
- El aspecto de salud debe contemplar la elaboración de una **Guía para el manejo seguro de**

los PCB, dirigido a los manipuladores y personal expuesto a fin de reducir los riesgos a la salud y al ambiente relacionados con la sustancia.

- Al igual que con las declaraciones de las Encuestas para el Inventario, cabe preservar la información voluntariamente brindada a fin de no comprometer la imagen comercial de estas empresas, que de una u otra forma son consecuencia de la falta de normas que regulen la fabricación y los servicios de mantenimiento.
- Todos estos aspectos dan una idea del nivel de detalle que tiene que contemplar una normativa específica sobre PCB, ya que de no hacerlo efectivamente y con alternativas de solución reales promovería y favorecería la informalidad que se tiene que erradicar.

20. Conclusiones del Inventario

20.1 Conclusiones en relación a la cuantificación del Inventario

Sectores productivos:

- No se cuenta con una normativa específica para PCB para regular una gestión ambiental y sanitaria adecuada.
- Los equipos pertenecientes a los sectores productivos nacionales se encuentran ubicados dentro de las instalaciones industriales, mineras, hidrocarburos por lo que la posibilidad de entrar en contacto con la población -sin descuidar el aspecto ocupacional del personal directamente expuesto-, se reduce al estar alejadas de la población circundante, debiendo preocuparse por controlar sus posibles impactos negativos en las matrices ambientales de ocurrir alguna situación de contingencia, tales como fugas, derrames, incendios, etc.
- El desconocimiento general imperante a nivel de población y empresas de los diferentes sectores, refleja la deficiencia en capacitación y sensibilización sobre el tema en nuestra población.
- El envío de las encuestas por correo electrónico a través de los sectores de Minería así como el de Transporte y Comunicaciones no despertó el interés de los encuestados.

Sector Electricidad:

- Las conclusiones que se derivan de la Base de Datos del OSINERG son:
- Los transformadores de distribución representan casi la totalidad de equipos eléctricos

existentes en este sub-sector y por lo tanto el riesgo se hace más latente considerando su ubicación dentro de las ciudades.

- Los equipos con mayor probabilidad de contener PCB son anteriores a la década de los '80s, por lo que en una gran proporción han cumplido con su vida útil, pudiendo considerarse un cambio en el parque de transformadores.
- Se verifica que existen datos faltantes en cuanto a pesos del aceite o pesos totales de los equipos que no permiten cuantificar las existencias contaminadas o posiblemente contaminadas.

20.2 Conclusiones en relación al Programa de Muestreo en el sub-sector eléctrico

- Gran número de equipos almacenados encontrados en los patios de las empresas no coincidían con los equipos inventariados declarados como desecho, reserva, dados de baja o inoperativos.
- Se verificó un porcentaje significativo de equipos contaminados o posiblemente contaminados con PCB, en estos equipos almacenados.
- Las empresas de este sub-sector poseedoras de equipos contaminados con PCB manifiestan poseer planes de manejo de los equipos existentes o planes de contingencia los cuales deben ser verificados al detalle por la autoridad competente.
- La información del Inventario OSINERG no precisa datos importantes a partir de los cuales se establecerán la clasificación o categorización de los equipos y que definirán los futuros Planes de Manejo para la disposición final y eliminación progresiva de los PCB en las empresas involucradas.
- Gran cantidad de equipos están sin datos de pesos de aceite o totales, los que se consignan como ND (No determinado) en la base de datos correspondiente, produciendo un sesgo significativo en los resultados presentados al no poder cuantificar las existencias totales de PCB y considerarse sólo las existencias con pesos declarados.
- Por iniciativa propia, varias empresas están llevando a cabo programas de muestreo y medición de PCB en sus transformadores, lo cual inicialmente servirá para conocer sus equipos posiblemente contaminados con PCB.

21. Recomendaciones

21.1 Recomendaciones de los Inventarios

- Actualizar los datos del Inventario tanto en el sub-sector eléctrico como en los demás sectores.
- Elaborar una reglamentación o normatividad específica para PCB, incluyendo los aspectos de Control de la Comercialización y Servicios.
- Desarrollar una Guía de Manejo de los PCB para orientación de los manipuladores y agentes involucrados, para asegurar el manejo seguro y racional de dichas existencias. Esta Guía en el sector eléctrico debe ser más detallada en el aspecto de seguridad.
- Considerar la formulación de parámetros para PCB y los controles ocupacionales de personal expuesto, sobre todo para el sector fabricante y de servicios de mantenimiento de equipos eléctricos.
- Las empresas deben contar con un Plan de Contingencias para actuar en caso de cualquier emergencia (derrames, incendios) relacionada con PCB.
- Adicionalmente, dado el nivel de riesgo al que está expuesta la población por los transformadores pertenecientes principalmente al sub-sector eléctrico, se hace necesario implementar procedimientos de muestreo, medición y análisis de PCB; así como de seguimiento y control de los equipos contaminados con PCB, priorizando los que se encuentren localizados en zonas sensibles, tales como hospitales y establecimientos de salud, colegios, centros comerciales, mercados, zonas pobladas de concentración diversa.
- Realizar análisis de descarte de la presencia de PCB en equipos sospechosos, priorizando los equipos en las ubicaciones mencionadas y con mayor probabilidad de contener la sustancia luego de evaluar su antigüedad, marca del equipo o nombre del aceite. Asimismo, deberán incluirse en esta clasificación los equipos que carezcan de la placa del fabricante o sin una historia registrada de su mantenimiento.
- Desarrollar para inventarios futuros, mecanismos de cálculo (p.e. en función a la potencia o dimensión del equipo) para estimar los pesos de aceite y/o pesos totales de un equipo cuando estos datos no se encuentren en la placa, con el fin de poder cuantificar los resultados y reducir el gran número de datos faltantes en los inventarios, evitando el sesgo derivado del análisis respectivo.
- Realizar campañas de difusión dirigidas a informar y sensibilizar a la población sobre los riesgos a la salud y al ambiente de los PCB.
- Estas actividades deben tener especial cuidado en no satanizar a los PCB o equipos que lo contengan a fin de evitar alarmar o crear temores infundados y exagerados respecto a la sustancia, diseñando adecuadamente el material informativo.
- Involucrar en este proceso al sector Educación para elaborar programas ambientales escolarizados, con el objeto de garantizar resultados sostenibles en el tiempo y lograr la presión social necesaria que priorice el tema PCB dentro de las políticas y agenda del Estado.
- Iniciar con carácter de prioritario el proceso de capacitación y sensibilización a fin de aprovechar el tiempo al máximo al preverse la demora del proceso de reglamentación. El mismo debe iniciarse desde el personal de salud para que cumplan su tarea de multiplicadores o facilitadores con la población e instituciones públicas y privadas de sus jurisdicciones, de forma que alcancen un nivel óptimo de preparación al momento de la implementación de la norma.
- Para futuros procesos es preferible utilizar una vía formal para la remisión de las Encuestas generando el cargo de recepción para el seguimiento correspondiente.
- La reglamentación específica deberá contemplar la declaración periódica de las empresas para actualizar los registros de sus existencias, su ubicación, estado, etc. Este aspecto satisface también la exigencia del Convenio de Estocolmo para la actualización quinquenal del Inventario.
- En previsión de una dilación en la expedición de una normativa específica de los PCB y sus consiguientes acciones de coordinación sectoriales e intersectoriales, se debe considerar emplear vías formales y diferentes medios para involucrar y comprometer en el proceso de Inventario Nacional a empresas que por su magnitud y antigüedad sean potenciales poseedoras de equipos eléctricos contaminados; así como a las que han demostrado cierto desinterés y evidente alejamiento de las di-

versas convocatorias y reuniones organizadas. Para el efecto, se debe recurrir a instituciones representativas de los sectores correspondientes, a los gremios que las agrupan, tales como la SNI y sus diferentes Comités, a la Cámara de Comercio, etc.

- Las acciones y disposiciones a plantear deben estar orientadas al cumplimiento de lo establecido en el Convenio de Estocolmo, específicamente respecto a la Parte II, que a continuación se transcribe:
- 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 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.

21.2 Recomendaciones sobre el Programa de Muestreo en el sub-sector eléctrico

- Actualizar el inventario de los equipos existentes en las empresas de generación, transmisión y distribución, tanto para equipos en funcionamiento como para equipos almacenados, en reserva, custodia o para desecho.
- Contemplar mecanismos para garantizar la trazabilidad o localización de un equipo en caso de movimiento de su última ubicación.
- Priorizar el análisis cromatográfico a los equipos categorizados como contaminados o posiblemente contaminados con PCB de acuerdo a la medición realizada, a fin de descartar la presencia o determinar el contenido de PCB.
- Las empresas que han realizado mediciones o análisis de PCB deben reportar los resultados obtenidos para el registro y medidas que correspondan.
- Las empresas deben elaborar o presentar sus planes de manejo y acción a implementar en el corto, mediano y largo plazo, que incluyan procesos de reposición, confinamiento y disposición final, dando prioridad a los que se encuentren en funcionamiento y los ubicados en zonas sensibles de la población.

- Definir procedimientos para requerir mediciones o análisis cromatográficos para equipos sin placa original del fabricante (o quizá sin registros internos verificables) o sin un mantenimiento asegurado.
- Requerir la elaboración de una Guía de Manejo y Plan de Contingencias de equipos contaminados o posiblemente contaminados que debe instruir el manejo interno de las empresas a fin de estandarizar procedimientos seguros para su manejo, tratamiento y disposición final.

22. Referencias Bibliográficas

- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. Texto y Anexos. UNEP, 2001.
- Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, Conferencia de Plenipotenciarios del 22 de marzo 1989.
- Cuestionario para Inventario de PCB, UNEP, Primera versión - Agosto 2002.
- Destruction and Decontamination Technologies for PCBs and Other POPs Wastes, Training Manual, University of Auckland, New Zealand, Rabat, Morocco, 8-12 January 2001.
- Diagnóstico Nacional de Contaminantes Orgánicos Persistentes, CONAMA, Chile - Enero 2001.
- Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en bifenilos policlorados, terfenilos policlorados o bifenilos polibromados, que los contengan o estén contaminados con ellos, Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea, PNUMA - Agosto 2004.
- Efectos en Salud Asociados con la Exposición a Residuos Peligrosos, Leticia Carrizales, Lilia Batres y col., Laboratorio de Toxicología Ambiental, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí - 1999.
- Encuesta sobre tecnologías actualmente disponibles para la destrucción de PCB sin incineración, Primera Edición, Agosto de 2000.
- Environmental Health Criteria, EHC 140, Polychlorinated biphenyls and Terphenyls, International Programme on Chemical Safety (IPCS), Second edition - 1992.
- Guidelines for the Identification of PCBs and Materials Containing PCBs, UNEP Chemicals, First Issue - August 1999.
- Inventario de la capacidad mundial de destrucción de los bifenilos policlorados, PNUMA Productos Químicos, Primer número - Diciembre de 1998.
- Inventario a nivel nacional de los bifenilos policlorados, MARN Venezuela, PNUMA y la Universidad Simón Bolívar, Venezuela - Enero 2005.
- Levantamiento de Información para la Implementación del Convenio sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, CENMA - CONAMA, Chile - Diciembre 2001.
- Ley 25.670, Ley que establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de los PCBs, República Argentina, 23.10.2002.
- Lineamientos Estratégicos para la Gestión de los bifenilos policlorados (BPC´s) en Venezuela, MARN-PNUD-USB. Caracas, Venezuela 2004.
- Manual para el Manejo de los bifenilos policlorados de CONAMA, Chile, 2002.
- Manual Técnico para el Manejo de los Bifenilos Policlorados (BPC´s), MARN - PNUD, Venezuela, 2004.
- Metodología para el Inventario de PCBs, Fundecooperación AVR-Berenschot-Meurs, versión 1, Mayo 2004.
- Transformadores y Condensadores con PCB: desde la gestión hasta la reclasificación y eliminación, PNUMA Productos Químicos, Primera Edición - Mayo de 2002.

A
N
E
X
O
S

ANEXOS

ANEXO N° 1. Aplicaciones cerradas, parcialmente cerradas y abiertas de los equipos contaminados con PCB

POSIBLES LOCALIZACIÓN	TIPO DE APLICACIÓN QUE CONTIENE PCB
APLICACIONES CERRADAS Y PARCIALMENTE CERRADAS	
Generación, transmisión y distribución de servicios eléctricos	Transformadores Condensadores grandes y pequeños Interruptores Reguladores de Voltaje Cables Dieléctricos rellenos con liquido Interruptores de circuitos Reactores de alumbrado
Instalaciones Industriales (Incluyendo industrias de aluminio, cobre, hierro y acero, cemento, productos químicos, plásticos , productos de síntesis y refinación de petróleo)	Transformadores Condensadores grandes y pequeños Líquidos de transferencia de calor Líquidos hidráulicos (equipamiento) Reguladores de voltaje Interruptores de voltaje Interruptores de circuitos Reactores de alumbrado
Sistemas Ferroviarios	Transformadores Condensadores grandes Reguladores de voltaje Interruptores de circuitos
Operaciones de minería subterránea	Líquidos hidráulicos(equipo) Bobinas de toma de tierra
Instalaciones militares	Transformadores Condensadores grandes y pequeños Interruptores de circuitos Reguladores de voltaje Líquidos hidráulicos(equipo)
Edificaciones residenciales / comerciales (hospitales, escuelas, viviendas, oficinas, almacenes, etc.)	Capacitores pequeños (en máquinas de lavar, secadores de pelo, tubos neón, lavavajillas, unidades de servicio eléctrico, etc) Interruptores de circuito Reactores de alumbrado
Laboratorios de investigación	Bombas de vacío. Reactores de alumbrado Fluorescentes Capacitores pequeños Interruptores de circuito
Fabricación de artículos electrónicos	Bombas de vacío. Reactores de alumbrado Capacitores pequeños Interruptores de circuito
Instalaciones de descarga de residuos líquidos	Bombas de vacío Reactores de alumbrado Capacitores pequeños Interruptores de circuito
Estaciones de servicios de automóviles	Bombas de vacío Motores de pozo
Rellenos sanitarios (incluyendo sitios de residuos industriales y municipales)	Equipo decomisado Demolición de edificios Polvo

POSIBLES LOCALIZACIÓN	TIPO DE APLICACIÓN QUE CONTIENE PCB
APLICACIONES ABIERTAS	
Lubricantes	Aceites de inmersión para microscopios (medios de preparación) Revestimiento de superficie para frenos Aceites para colada Aceites lubricantes
Revestimientos de superficie	Pinturas para el fondo de navíos Tratamientos de superficie para textiles Papel de calco sin carbón Retardantes de llama
Adhesivos	Adhesivos especiales Adhesivos repelentes del agua
Plastificantes	Selladores de obturador PVC (Plásticos de cloruro de polivinilo) Material de relleno en juntas de hormigón Cierres de caucho
Tintas	Tintas Tintas para imprenta
Control de polvo	Captadores de polvo Asfalto Tuberías para gas natural
Ceras para colada	Ceras para moldeo fusión a cera perdida
Otros usos	Materiales aislantes Plaguicidas

ANEXO N° 2. Residuos que pueden contener PCB

[Ref. UNEP, IOMC (1999), Fuentes: Dobson and Van Esch 1993; Durfee 1976; Franklin Associates 1984; ICF 1989a].

Actividad / Fuentes	Sitios más probables
Pelusa ("Fluff")	Rellenos sanitarios (Municipales industriales).
Producción inadvertida en industrias químicas	Sitios de disposición de residuos industriales Flujos de residuos industriales
Dragado de navíos	Cuerpos de agua dragados y sus sedimentos
Transferencia de derrames[a]	Suelo o agua cercanos a rellenos sanitarios y sitios industriales y a lo largo de caminos entre ellas.
Accidentes / Fuegos	Redes de distribución de poder (p.e. transformadores) Sitios industriales Materiales de edificios quemados
Agua de enfriamiento, o condensado, de bombas de vacío	Sitios de descarga de agua y fugas.
Residuos de limpieza de pisos y equipos	Rellenos sanitarios Sitios vertidos industriales
Reparación o decomiso de equipos	Suelos de negocios de reparación Sitios de disposición de residuos Sitios de reparación o decomiso de equipos Suelos de instalaciones industriales
Demolición de edificios	Rellenos sanitarios Sitios de disposición industrial
Varias operaciones de reciclaje	Aceite reciclado en equipos Plantas industriales Formulaciones plaguicidas Formulaciones de jabones blandos Tuberías de gas natural (desde los compresores) Estaciones de servicio de automóviles

[a] Puede tener lugar un derrame de PCB durante la transferencia de residuos que contienen PCB desde un sector a otro.

ANEXO N° 3. Empresas fabricantes de transformadores que utilizaban PCB

ESTADOS UNIDOS	ALEMANIA
Westinghouse General Electric Company Reserarch - Cottrell Niagara Transformer Corp. Standard Transformer Co. Helena Corp. Hevi -Duty Electric Kuhlman Electric Co. Electro Engineering Works R.E. UptegraffMfg. Co. H. K. Porter Van Tran Electric Co. Esco Manufacturing Co.	AEG (Divisiones en Alemania) Designación del tipo de equipo: La letra C seguida de un dígito de 3 a 4 señala la calificación de potencia. Trafo Unión (TU) Designación del tipo de equipo: Las letras TC seguidas de 4 dígitos. Algunas pueden no llevar la misma designación de los transformadores AEG.

ANEXO N° 4. Capacitores que pueden contener PCB

NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO O NOMBRE DE LA COMPAÑÍA	FECHA DE PRODUCCIÓN
<p>ASEA Y SIEVERTS Series de capacitores en paralelo; Capacitores de horno Tipo de designaciones: CHA, SAH, CHF, CTDA, CKTA, CR, CRS, CPNI, CHX Capacitores de alta frecuencia Tipo de designaciones: CHF -31,CVFF-31,CVFA,CTVA,CVGA Capacitores de bajo voltaje Tipo de designaciones: CLD, CLFA, CRA, CRK, CRKS, CLE01, CLD01 Capacitores especiales Tipo de designaciones: CLFL, CRU, CUD, CVH, HMRV</p>	
<p>SIEMENS (divisiones en Alemania) Todos los capacitores de potencia para 50 Hz y clasificados como de más de 1 KV (el año está dado por los dos primeros dígitos tras la letra O del nombre del fabricante) Capacitores de bajo voltaje Tipo de designaciones: CO, CD, 4RA, Y 4RL</p>	1950-1975
<p>NOKIA Capacitores de bajo voltaje (el año está dado por los dos primeros dígitos del número de fabricación) Y: Designación del tipo en dos letras; o A, O, E, 1, O, o U como tercera letra en la designación del tipo Alto voltaje Designación del tipo en dos letras; o 1, K, O, P, S, U, o V como tercera letra en la designación del tipo</p>	1960-1976 1960-1978
<p>SPRAGUE (EE. UU.) Capacitores marcados Chlorinol</p>	
<p>AEG o Hydrowerk (divisiones en Alemania) Unidades con líquido de impregnación marcadas como: Clophen 5 CD, 4 CD, 3 CD</p>	
<p>ACEC Capacitores de alto voltaje Designación del tipo: CAN 50</p>	
<p>NATIONAL INDUSTRY Capacitores de alto voltaje Designación el tipo: FDF - U 2C-20100903</p>	
<p>GENERAL ELECTRIC (EE. UU.) Capacitores de alto voltaje Designación del tipo: UNIFILM 100</p>	
<p>WESTINGHOUSE (EE. UU.) Capacitores de alto voltaje Designación del tipo: DV</p>	
<p>LILJEHOLMEN Capacitores de alto voltaje Designación del tipo: DRA</p>	
<p>AEROVOX (EE. UU.)</p>	
<p>UNIVERSAL MANUFACTURING CORP. (EE.UU.)</p>	
<p>SPA "CONDENSADOR" (Federación de Rusia) • Capacitores Designación del tipo: KSK</p>	
<p>CORNELL DUBIUER (EE. UU)</p>	
<p>P.R. MALLORY & CO., INC (EE.UU).</p>	
<p>SANGAMO ELECTRIC CO. (EE.UU).</p>	
<p>ELECTRIC UTILITY CO.(EE.UU).</p>	
<p>CAPACITOR SPECIALISTS (EE.UU).</p>	
<p>JARD CORP. (EE.UU).</p>	
<p>YORK ELECTRONICS (EE.UU).</p>	
<p>MGRAW - EDISON (EE.UU).</p>	
<p>RF INTERONICS (EE.UU).</p>	
<p>AXEL ELECTRONIC, INC (EE.UU).</p>	
<p>TOBE DEUTSCHMANN LABS (EE.UU).</p>	
<p>CINE - CHROME LAB, INC. (EE.UU).</p>	

(a) Las fechas indican solamente el periodo de producción del producto. Los productos pueden haber sido vendidos después del periodo de tiempo considerado y la reutilización (reciclado) de aceites y otras sustancias que contienen PCB podrían haber contaminado productos más nuevos.

ANEXO N° 5. Nombres comerciales y sinónimos, fabricantes y país de origen de las mezclas de PCB

Abestol (t, c)	Biphenyl, chlorinated	Dykmol	Kenneclor
Aceclor (t)	BPC	Educarel	Kneclor
Adkarel	Capacitor 21 (Monsanto, EEUU)	EEC-18 (Power Zone Transformer) (Niagara Transformer Corp.)	Leromoll
ALC (R.C. Uptegra. ff)	Chlophen	Elaol (Alemania)	Magvar (General Electric. EEUU) MCS 1489 (Monsanto. EEUU)
Apirolio [t, c] (Italia)	Chloretol	Electrophenyl	Montar Nepolin Niren
Apirolla	Chlorextol [t] (Allis-Chalmers)	Electrophenyl T -60	No-Famol NoFlamol
Apirollo	Chlorinated Biphenyl	Elemex [t, c] (McGraw Edison)	No-Flamol [t, c] (<i>Wagner</i> . EEUU)
Apirorlio	Chlorinated Diphenyl	Elinol	Non-Flammable Liquid (ITE Circuit Breaker Company)
Apriolio [t, c]	ChIorinol (Sprague Electric Co.)	Eucarel (Electric Utilities Corp.)	Non-Flamol Olex-sf-d
Arachlor	Chlorintol	Fenclor (<i>Caffaro</i> , Italia)	Orophene
Areclor [t]	ChIorobiphenyl	Fenclor [t. c] (Italia)	Oykanol
Arochlor [t, c]	Chloroextol	Fenclor 42	PCB
Arochlors	Chlorphen	Fenclor 54	PCB's
Arochur	Chorextol	Fenclor 64	PCB
Aroclor [t, c] (<i>Monsanto</i> , EEUU)	Chorinol	Fenclor 70	Pheaoclor
Aroclor B (P.R. Mallory & Co.)	Clophen [4 c] (<i>Bayer</i> , Alemania)	Fenocloro	Pheneclor
Aroclor 1016 [t, c]	Clophen.-Apirorlio 1	Firemaster FF-I	Phenochlor (<i>Prodelec</i> , Francia)
Aroclor 1221 [t, c]	Clophen - A30	Gilotherm Hexol	PhenochlorDP6
Aroclor 1232 [t, c]	Clophen - A50	Hivar [c]	Phenoclar DP6
Aroclor 1242 [t, c]	Clophen - A60	Hydol [t, c]	Phenoclor [t. c] (<i>Prodelec</i> . Francia)
Aroclor 1248	Clophenharz	Hydrol	Phyralene
Aroclor 1254 [t, c]	Clorphen [t]	Hyvol (Aerovox)	Physalen
Aroclor 1260 [t, c]	Cloresil	Inclor	Plastivar
Aroclor 1262 [t, c]	Clorextor	Inclor (<i>Callaro</i> , Italia)	Polychlorinated Biphenyl
Aroclor 1268 [t, c]	Clorinal	Inerteen [t, c] (Westinghouse, EEUU)	Polychlorinated Diphenyl
Aroclor 1270	Clorinol (Sprague Electric Co.)	Inerteen 70-30	Polychlorobiphenyl
Aroclor 1342	Clorobifenilos ,	Inerteen 100-42	Policlorobifenilos
Aroclor 2565	Clorphen [t]	Inerteen 300	Prodelec
Aroc1or 4465	Decachlorodiphenyl	Inerteen 400	Pydraul ^(b) (<i>Monsanto</i> . EEUU)
Aroc1or 5460	Delor	Inerteen 600	Pyraclor
Aroclors	Delorene	Inerteen 54201 CM	Pyralene [t, c] (<i>Prodelec</i> . Francia)
Arodor	Diachlor	Inerteen 54201 K.A.	Pyralene 1500
Arubren	Diachlor [t, c] (Sangaino Electric)	Inertenn	Pyralene 1501
Asbestol [t, c] (<i>American Corp.</i>)	Diaconal	Kanclor (KC)	Pyralene 1460
Askareles	Dialor [c]	Kanechlor [t, c] (<i>Kanegafuchi</i> , Japón)	Pyralene 3011
ASK (Queensboro Transf & Mach.)	Dicolor	Kanechlor (KC) [t. c] (Kanegafuchi Chemical Industry, Japón)	Pyralene 3010
Askael	Diconal	KanechJor 200	Pyralene T1
Askarel ^(a) [t, c] (Queensboro Transf Co.) (Hevi-Duty Electric)	Difenilos Policlorados	Kanechlor 500	Pyralene T2
(Ferranti- Packard Ltd.) (Niagara Transf Corp.) (ESCO Manuf Co.) (Research-C ottrell) (Universal Manuf Corp.) (EEUU)	Diphenyl, chlorinated	Kanechlor 600	Pyralene T3
ASTM 2283	Disconon [c]	Kaneclor (KC) (<i>Kanegafuchi</i> , Japón)	Pyranol [t, c] (<i>Gral. Electric</i> , EEUU)
ASTM 2283 DG	Dk [t, c]	Kaneclor 400	Pyranol 1248
ASTM 2283 E	DK (Caffaro, Italia)	Kaneclor 500	Pyranol 1254
Auxol Bakola	DP 3	Kannchlor	Pyranol 1260
Bakola 131 [t, c]	DP4	Keneclor	Pyranol 1262
Biclor [c]	DP 5	Kennechlor (Mitsubishi, Japón) (Kanegafuchi Chem./nd. Japón)	Pyranol 4465
Bifenilos Policlorados	DP 6.5		Pyranol 5460
	Ducanol		Pyranol A13B3B
	Duconal		
	Duconol [c]		
	Dykanol [t, c] (Cornell Dubilier)		

Pyranol A13B3B-3
 Pyranol A50PS24
 Pyrochlor Pyroclar
 Pyroclor [t] (*Monsanto*,
 EEUU)
 Pyrocolor
 Pyronal
 Pyronol
 Pysanol
 Safe- T -America
 Safe- T -Kuhl

Saf- T -Kohl
 Saftkhul
 Saft-Kuhl
 Saf- T -Kuhl [t, c]
 (*Kuhlman Electric*)
 Santhosafe
 Santothem
 Santhotherm
 Santosafe
 Santosol
 Santoterm

Santotherm (*Mitsubishi*,
 Japón)
 Santotherm FR
 (*Monsanto*, EEUU)
 Santovac
 Santovac 1 (*Monsanto*,
 EEUU)
 Santovac 2 (*Monsanto*,
 EEUU)
 Sauthotherm Sautotherm
 Siclonyl [c]

Solvol [t, c]
 Sorol
 Soval
 Sovol (Federación Rusa)
 Sovtol
 Terphenychlore
 Thermanal
 Therminol® (*Monsanto*,
 EEUU)
 Therminol FR
 Turbinol

ANEXO N° 6. Miembros del Subcomité Nacional de Coordinación - PCB

N°	INSTITUCIÓN / EMPRESA	REPRESENTANTES ASIGNADOS
1	BEFESA PERU	César Huerta
2	CEMENTOS ANDINOS S.A.	Nilo Martínez López
3	COMISIÓN DE MEDIO AMBIENTE CÁMARA DE COMERCIO DE LIMA - CCL	Sonia Alvarado Valle
4	CONAM - LIMA	Milagros Verástegui
5	CONAM - SER - ANCASH	Pedro Dongo
6	CONAM - SER - CUSCO	Maria Elena Grajeda
7	CONAM - SER - LORETO	Segundo Vergara
8	CONCYTEC	César Osorio
9	CORPLAB	Mery Díaz Campos Rebeca Arango Pardo
10	CUERPO GENERAL DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DEL PERÚ	José Zea Agüero Pablo Nangles
11	DESA - ANCASH	Gerardo Norabuena
12	DESA - HUANCAYO	Roxana Angulo Roggero
13	DESA - ICA	Marco Carhuayo
14	DESA - LORETO	Elvis Sandoval
15	DESA - MADRE DE DIOS	Julio Fernández
16	DESA - PASCO	Luis Estares Porras
17	DESA - PIURA	José Alejandro Guzmán Carranza
18	DESA - PIURA	José Manuel Rivas Gelacio
19	DESA - PIURA	Luis G. Talledo Vásquez
20	DESA - SAN MARTÍN	Sumiano Incolaza
21	DESA - UCAYALI	Nieto Segundo
22	DESA - ICA	Nahira Marisela Pacheco Ascencio
23	DESA - ICA	Manco Carhuayo Ascencio
24	DESA - LIBERTAD	José Martín Arrunátegui Jimenez
25	DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CALLAO	Rosa Luz Monroy Olivos
26	DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - LIMA ESTE IV	Ana Vásquez Gonzáles
27	DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - LIMA NORTE III	Violeta Buleje Cabrera Ricardo Morales Báscones
28	DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - LIMA SUR II	Alberto Milla Hernández
29	DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - LIMA V	Aliaga Rojas Elmer Meli Mildret Hilario Villegas
30	DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DRTC - JUNIN	José J. Yauri Córdoba
31	ELECTROCENTRO	Hever Montero Peralta
32	ELECTROSUR MEDIO	Enrique Gamboa Lizárraga
33	EMPRESA DE TRANSPORTE SAN FRANCISCO DE ASIS S.R.L. - JUNIN	Clara Barreto Hinostrza
34	EMPRESA MINERO MILPO	Rafael Amaya C.
35	ENAPU	Juan Murga A.

36	IMARPE	Guadalupe Sánchez Riva María Elena Jacinto
37	INEI	Eliana Quispe C.
38	INRENA - OGATERN	Vilma Leonardo Fabián
39	JPH - CIS CONSULTORA	Jacqueline Pérez Hilario
40	LUZ DEL SUR	Teysa Cornejo Yumpe
41	MIDE CONSULTORES	Ricardo Zevallos F.
42	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS	Leonor Mendez
43	MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN - INDUSTRIAS	Yuri Santa Cruz
44	MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN - PESQUERÍA	Dennis Cordero Juan Santoyo F.
45	MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	Carmen Tazza Marín
46	OSINERG	Milagros Pacheco
47	PESQUERA CAPRICORNIO	Pedro Paredes Carquin
48	PESQUERA POLAR	Víctor Ibáñez Castañeda Carlos Colona Reto
49	RQF - ELECTROSERVICE SA	Fernando Huari Torres
50	SENASA - LORETO	Oscar Castillo
51	SENASA - SAN MARTÍN	Sixto Ponciano Andres
52	SENASA - UCAYALI	Sonia Padilla
53	SENASA - HUANCAVELICA	Carlos Paucar Soto
54	SENASA - ICA	Kelly Carmona Pariano
55	SENASA - JUNIN	José Antonio Avalos Cairampoma
56	SENASA - PASCO	Alfredo Chávez Santillán
57	SOCIEDAD NACIONAL DE INDUSTRIAS	Cecilia Rosell Grijalba
58	SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA Y PETROLEO Y ENERGÍA	Carlos Aranda Arce
59	SUNAD - ADUANAS	Wilfredo Madera M.
60	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROBEJO	Rubén Arnold Ramos
61	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	Víctor León Choy Jorge L. Guizado
62	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	Valderrama Rojas T.
63	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS	Jorge Loayza
64	VEGA UAPACA	Milton Miranda Z.
65	VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A.	Sanoe Díaz Deza

ANEXO N° 7. Modelo de la encuesta – sector minería
Encuesta para el inventario nacional de PCB - (PCB-02)
 (Disponible en formato electrónico en www.copsperu.org.pe)

A. Información General de la Entidad o Empresa:

1. Razón Social:
2. N° RUC:
3. Nombre y Cargo del Representante:
4. Dirección:
5. Teléfono(s):.....Fax:
6. Correo electrónico:
7. Sector al que pertenece:

A. Minería	<input type="checkbox"/>
B. Hidrocarburos	<input type="checkbox"/>
C. Pesquería	<input type="checkbox"/>
D. Industria Alimentaria	<input type="checkbox"/>
E. Educación (Escuelas, Universidades o Instituto)	<input type="checkbox"/>
F. Salud	<input type="checkbox"/>
G. Otro:	<input type="checkbox"/>

 Especifique.....
8. El tipo de entidad es :

A. Pública <input type="checkbox"/>	B.Privada <input type="checkbox"/>	C. Mixta <input type="checkbox"/>	D. Otra: ... <input type="checkbox"/>
-------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	-------
9. ¿La empresa cuenta con varias plantas o instalaciones distribuidas en direcciones diferentes?
 SI NO

De ser sí, entonces remitir también esta encuesta para su desarrollo por el profesional responsable de cada instalación. Luego, de desarrolladas deberán remitirse a la sede central de la empresa para su envío final a la entidad o sector competente. En caso de estar la sede central y la planta juntas (y no poseer más instalaciones), se llenará sólo un formato completo que incluye a las Matrices 1 y 2.

B. DATOS ESPECÍFICOS A SER LLENADOS EN CADA INSTALACIÓN / PLANTA

1. Nombre de la instalación / planta:.....
2. Dirección:
3. Referencia de ubicación (Coordenadas UTM, de tener):
4. Nombre y cargo del profesional responsable de completar la Encuesta
.....
5. Teléfono(s) – Anexo:.....
6. Correo electrónico:
7. Celular (ó RPM / NEXTEL)
8. Localización de la Planta:

A. En Zona Industrial <input type="checkbox"/>	B. En Zona Urbana <input type="checkbox"/>	C. En Área rural <input type="checkbox"/>
--	--	---

 D. Otro: Especifique:.....
9. Consumo de energía eléctrica total (kW-h/año):
 En 1985 (de existir): Actualmente:.....
10. Tenía conocimiento sobre los riesgos de los PCB o Bifenilos Policlorados?
 SI NO
11. Observaciones adicionales que considere importante describir: P.e. tiene un Plan de Manejo de PCB

C. INFORMACIÓN RELACIONADA A EQUIPOS, MATERIALES Y RESIDUOS QUE PUEDEN CONTENER PCB

A Continuación se adjuntan **dos matrices** donde se solicita información básica, debiéndose tener presente las instrucciones indicadas para cada punto descrito.

MATRIZ N° 1 SOBRE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS QUE PUEDEN CONTENER PCB

Deberá desarrollarse para declarar todos los **equipos eléctricos (transformadores, capacitores)** que posean en sus instalaciones, según la descripción precisada en el ítem correspondiente.

MATRIZ N° 2 SOBRE LOS RESIDUOS QUE PUEDEN CONTENER PCB

Deberá desarrollarse para declarar **los residuos o desechos** que posean en sus instalaciones, según la descripción precisada en el ítem correspondiente.

Es todo cuanto tenemos que informar.

Nombre del representante legal

Firma y sello

Nombre del representante

de la planta

Firma y sello

Fecha:

NOTA: Colocar rúbricas en cada página.

Los resultados de las encuestas serán divulgadas oficialmente al término de la investigación.

Para cualquier consulta por favor contactarse con el Ing. Fernando Horna, Consultor PCB del Proyecto PNI –COP-PERU al e-mail: fhorna@copsperu.org.pe ó con la Ing. Amparo Becerra, Asistente Técnico del Proyecto PNI–COP–PERU al e-mail abecerra@copsperu.org.pe, o al teléfono 4222762.

MATRIZ 1: INFORMACIÓN PARA EL INVENTARIO DE EQUIPOS CON PCB

Disponible en formato electrónico en www.copsperu.org.pe

Consignar todos los equipos eléctricos que pueden contener PCB. Considerar que todo equipo tiene posibilidad de contener PCB

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nº	NOMBRE DEL EQUIPO T: transformad C: capacitor I: interruptor H: equ. hidrául. TR: termotrans	FABRICANTE	FECHA DE FABRICACIÓN	PAÍS DE ORIGEN	NUMERO DE SERIE	MODELO O TIPO	POTENCIA KVA Ó kVAr	PESO SECO DE EQUIPO kg	CANTIDAD DE ACEITE kg	PESO TOTAL kg	NOMBRE COMERCIAL DEL ACEITE	CONCENTRACION DE PCB (ppm) ND: NO DETERMINADO	FUENTE DE INFORMACIÓN 1: SEGÚN PLACA DE EQUIPO 2: LABORATORIO ACREDITADO	NOMBRE DEL LABORATORIO ACREDITADO QUE DETERMINO LA CONC. DE PCB	TIENE CERTIFICADO 1: SI 0: NO
1	T	BBC	1966	SUIZA	B6025	15240	800KVA	28700	9800	38500	ELECTROLUBE	2ppm	2	MORGAN SHAFERR	1
2															
3															
4															

Leyenda de las columnas enumeradas:

- Nº, colocar el número correlativo a medida que van registrando el equipo del cual se informa. **El N° 1 corresponde a un ejemplo.**
- Nombre del Equipo: Transformador (T), Capacitor o condensador ©, Interruptor (I), Sistemas Hidráulicos (H), Sistemas de Termotransferencia (TR). Otro: Cuando no se conozca especificar el nombre del equipo.
- Fabricante: se señalará el nombre del fabricante del equipo, se adjunta una lista de las empresas que fabricaron equipos con contenido de PCB.
- Fecha de Fabricación, donde se indicará la fecha en que fue fabricado el equipo, suele estar descrito en la Placa
- País de Origen: Indicar el Nombre del País donde fue fabricado el equipo
- Número de Serie: Se señalará el número de serie que se consigna en el equipo, suele estar en la placa o en la documentación del fabricante
- Referir el modelo del equipo de consignarlo.
- Señalar la potencia del equipo, que será KVA cuando se trata de transformador o KVAr cuando se trata de condensador. Si hubiera otro equipo con una consignación específica de su potencia señalarlo como tal.
- Peso seco del Equipo: Señalar su peso seco es decir cuanto pesa sin el líquido que contiene (en kg).
- Cantidad del aceite en kg, indicar el peso del aceite o líquido que contiene en kg.
- Peso Total en kg, de las dos columnas anteriores, deberán sumarse el dato de peso seco más el del líquido o aceite.
- Nombre Comercial del Aceite, deberá indicarse el nombre del aceite o líquido que contiene el equipo.
- Concentración de PCB en ppm, sí se ha tomado muestra del aceite o líquido contenido en el equipo, indicar su concentración de PCB en ppm, o de acuerdo a la placa del equipo.
- Fuente de información, indicar si la concentración de PCB fue determinado por un laboratorio acreditado o la información proviene de la placa del equipo declarado.
- Nombre del laboratorio que determinó la concentración de PCB presente en el aceite o líquido contenido en el equipo, señalar el nombre de dicho laboratorio.
- Tiene certificado, indicar con un 1, en el caso de tener certificado de análisis del laboratorio que determinó la concentración de PCB señalada en la columna 13; si no se tuviera certificado alguno, indicar con un 0.

Para cualquier consulta escribir a Ing. Fernando Horna, e-mail: fhorna@copsperu.org.pe

MATRIZ 1: INFORMACIÓN PARA EL INVENTARIO DE EQUIPOS CON PCB

Consignar todos los equipos eléctricos que pueden contener PCB. Considerar que todo equipo tiene posibilidad de contener PCB

1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Nº	ESTADO ACTUAL F: En funcionamiento A: En Almacén (para usar) B: En almacén (como desecho) T: Para tratamiento E: Exportación	CONSERVACIÓN B: En buen estado P: Con filtraciones O: Con oxidación crítica S: Segunda mano (indicar adicionalmente)	ALMACENAMIENTO A: Techado, recinto cerrado piso de cemento B: Recinto cerrado, piso de cemento C: Al aire libre, piso de cemento D: Al aire libre, piso de tierra	IDENTIFICADO 1: Si (con placa del fabricante) 2: Si (con placa diferente del fabricante) 0: Sin ninguna Placa	MANTENIMIENTO 1: Rellenado con aceite nuevo 2: Cambio de aceite 3: Tratamiento 4: Todas	NUMERO DE VECES QUE CAMBIO ACEITE	ULTIMA FECHA DE RELLENO DE ACEITE (dd/mm/aa)	ULTIMA FECHA DE CAMBIO DE ACEITE (dd/mm/aa)	NOMBRE DEL NUEVO ACEITE	EMPRESA QUE RELLENO, CAMBIÓ O TRATO EL ACEITE	COORDENADAS	
											UTM NORTE	UTM ESTE
1	F	B, S	C	1	2	3	14/01/2001	10/12/2004	Shell diala	DELTA S.A.		
2												
29 OBSERVACIONES ADICIONALES A INFORMAR EN ESTA MATRIZ:												

Leyenda de las columnas enumeradas:

- 17 Estado operativo: Indicar con una F, A, B, T ó E, según el estado actual en que se encuentre el equipo. **No incluir los equipos declarados en esta matriz como B, T ó E, en la Matriz 2**
- 18 Conservación del equipo, indicar con B, P u O , según el estado de conservación en que se encuentre el equipo, según descripción en recuadro titular de esta columna. Colocar S si el equipo es de segunda mano
- 19 Almacenamiento del equipo, indicar con la letra A, B, C, D según las condiciones de almacenamiento en que se encuentre el equipo conforme se describe en el recuadro titular de esta columna
- 20 Identificado, indicar con 1, 2 ó 0 según su condición de identificación. Cuando no tenga placa (0) o si esta placa se encuentra colocada en ubicaciones de difícil lectura colocar al menos dimensiones del equipo (largo x ancho x altura).
- 21 Mantenimiento: indicar si el equipo ha sido rellenado, cambiado con aceite nuevo, o ha sido tratado dicho aceite o todas las alternativas. Indicar los números 1, 2, 3 ó 4 según corresponda e indica en el recuadro de esta columna.
- 22 Indicar número de veces que conozca (por registros internos) o le conste que se ha realizado cambio de aceite al equipo durante su vida útil.
- 23 Fecha última de relleno: indicar la fecha de la última vez en que fue rellenado el equipo con un nuevo aceite
- 24 Fecha de Tratado, indicar la fecha de la última vez en que el aceite contenido en el equipo ha sido tratado
- 25 Nombre del nuevo aceite, se debe indicar el nombre del nuevo aceite con que fue rellenado o cambiado.
- 26 Empresa que rellenó, cambió o trató el aceite: indicar el nombre de la empresa que realizó el servicio de rellenado o cambio de aceite al equipo, o el servicio de tratamiento del aceite del equipo.
- 27 Coordenadas UTM Norte, medir con un GPS las coordenadas de ubicación en que se encuentra el equipo descrito en UTM Norte (de ser aplicable)
- 28 Coordenadas UTM Este, medir con un GPS las coordenadas de ubicación en que se encuentra el equipo descrito en UTM Este (de ser aplicable)
- 29 Observaciones adicionales: Consignar información adicional que pueda servir a los efectos de la encuesta.

MATRIZ 2: INFORMACIÓN PARA EL INVENTARIO DE RESIDUOS CON PCB

(Disponible en formato electrónico en www.copsperu.org.pe)

No considerar los equipos no operativos declarados en la Matriz 1 (it. 17, como B,T ó E)

1	2	3	4	5	6	7
Nº	NOMBRE RESIDUO A: Aceite H: hidráulico TR: termotransferencia W: waypes S: tierra O: otro	FECHA EN QUE SE DESIGNO COMO RESIDUO	CANTIDAD DEL RESIDUO kg, L, m3	ENVASE O EMBALAJE: 1: Cilindros 2: Aire libre 3. Bolsas 4. Sacos 5. Cajas 6. Otro	CONCENTRACIÓN DE PCB (ppm) ND: No Determinado	NOMBRE LABORATORIO ANALÍTICO
1	S	15/04/2005	aprox 3 m ³	1	ND	

Legenda de las columnas enumeradas:

- Indicar el número correlativo a medida que van registrando el residuo del cual se informa. **El N° 1 corresponde a un ejemplo**
- Nombre del Residuo: Señalar según las alternativas sgtes: Aceite dieléctrico (A), fluidos hidráulicos (H), fluidos de termotransferencia (TR), Trapos o waypes (W), Tierra o suelo (S), Otro (O):Especificar otro tipo de residuo.
- Fecha en que se designó como Residuo: Indicar la fecha en la cual el material, producto u otro elemento pasó a ser considerado como un residuo.
- Cantidad del Residuo: en kilos (kg), galones (gl) ó metros cúbicos (m³) indicar la cantidad de residuo que se posee.
- Envase o embalaje en el que se encuentra almacenado el residuo, según la sgte. Numeración: Cilindros (1), Aire libre (2), Bolsas (3), Sacos (4), Cajas (5), Otro (6): Especificar el tipo de envase o embalaje.
- Concentración de PCB: Indicar la concentración obtenida en ppm, en el caso de haber realizado algún análisis del contenido de PCB en el residuo. En caso de no haberse determinado colocar (ND)
- Nombre del Laboratorio Analítico que determinó la concentración de PCB indicada en el ítem 6.

MATRIZ 2: INFORMACIÓN PARA EL INVENTARIO DE RESIDUOS CON PCB

No considerar los equipos no operativos declarados en la Matriz 1 (it. 17, como B,T ó E)

1	8	9	10	11	12	13
Nº	ALMACENAMIENTO A: Techado, recinto cerrado piso de cemento B: Recinto cerrado, piso de cemento C: Al aire libre, piso de cemento D: Al aire libre, piso de tierra	DESTINO E: Exportación T: Tratamiento C: Comercialización (Si es E, indicar país de destino)	NOMBRE DE EPS-RS DE TRATAMIENTO	NOMBRE DE EC-RS QUE COMERCIALIZA O EXPORTA	COORDENADAS UTM NORTE	COORDENADAS UTM ESTE
1	C	T	Service S.A.			

14 OBSERVACIONES ADICIONALES A INFORMAR EN ESTA MATRIZ:

Leyenda de las columnas enumeradas:

- 8 Almacenamiento: Señalar con la letra que corresponda según las alternativas indicadas.
- 9 Destino del residuo: Consignar E, T ó C, según se destine el residuo para exportación, a un sistema de tratamiento o a comercialización. En caso de marcar E, indicar adicionalmente el país de destino.
- 10 Nombre de EPS-RS que maneja o trata el residuo: Indicar el nombre de la EPS-RS, la misma que debe estar **registrada (código) y autorizada (R.D.)** en la DIGESA.
- 11 Nombre de la EC-RS que comercializa: Indicar el nombre de la EC-RS, la misma que debe estar **registrada** en la DIGESA.
- 12 Coordenadas UTM Norte, indicar la coordenada UTM NORTE con el uso de un GPS.
- 13 Coordenadas UTM Este, indicar la coordenada UTM ESTE con el uso de un GPS.
- 14 Observaciones adicionales: Consignar información voluntaria que pueda servir a los efectos de la encuesta. P.e. conocimiento de sitios contaminados, por derrames o enterramientos de transformadores.

ANEXO N° 8. Modelo de la encuesta – demás sectores

MATRIZ 1: INFORMACIÓN PARA EL INVENTARIO DE EQUIPOS CON PCB

(Disponible en formato electrónico en www.copsperu.org.pe)

Consignar todos los equipos eléctricos que pueden contener PCB. Considerar que todo equipo tiene posibilidad de contener PCB (*)

NOMBRE DE LA EMPRESA:

DIRECCIÓN DE LA INSTALACIÓN O PLANTA:

REFERENCIA DE UBICACIÓN (Coordenadas UTM)

NOMBRE Y CARGO DEL PROFESIONAL RESPONSABLE DE LA ENCUESTA

CORREO ELECTRÓNICO

TELÉFONO - ANEXO / FAX / CELULAR

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
N°	NOMBRE DEL EQUIPO T: transformador C: capacitor I: interruptor	FABRICANTE O MARCA DE FABRICA	FECHA DE FABRICACIÓN (en placa)	NUMERO DE SERIE (en placa) (número o código de identificación del equipo)	POTENCIA TRANSF. (kVA) ó CAPACITOR (kVar) (en placa)	PESO DE ACEITE kg (sin considerar peso seco de equipo) (en placa)	PESO TOTAL DEL EQUIPO kg (en placa)	NOMBRE COMERCIAL DEL ACEITE INDICADO EN PLACA	CON CENTRACION DE PCB(ppm) ND: NO DETERINADO	ESTADO ACTUAL F: Funcionamiento A: Almacén (reserva) B: Almacén (como desecho) T: Para Tratamiento E: Para Exportación	UBICACIÓN A: Techado, recinto cerrado B: Recinto cerrado, piso de cemento C: aire libre, piso de cemento D: Al aire libre, piso de tierra E: Aéreo	IDENTIFICADO SEGÚN: 1: Placa del fabricante 2: Otra Placa 3: Registros internos 0: Sin ninguna Placa	MANTENIMIENTO 1: Rellenado con aceite nuevo 2: Cambio aceite 3: Tratamiento 4: Todas anteriores 5: Ningún mantenimiento	NOMBRE DEL NUEVO ACEITE DE CAMBIO (del último mantenimiento) NC: no conocido
1	T	BBC	1966	B6025	800KVA	9800	38500	ELECTR OLUBE	ND	F	C	1	2	Shell diala
2														

16 OBSERVACIONES ADICIONALES A INFORMAR EN ESTA MATRIZ:

INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO

(*) **IMPORTANTE:** Se parte de la premisa que todo equipo puede estar contaminado, sino por su antigüedad, procedencia, marca, etc., por haber sido objeto de una manipulación, mantenimiento posterior que lo haya podido contaminar. Por esto es importante declarar la información solicitada para una evaluación más precisa.

- Columna **1**: En N°, se coloca el número correlativo del equipo a medida que van registrando. **El N° 1 corresponde a un ejemplo**
- La información de la columna **3 a la 9** se encuentra generalmente en la placa.
- En las columnas **10 a la 16** se registra información procedente generalmente de las áreas de mantenimiento o de registros internos de la empresa
- Para la columna **10**: Concentración de PCB en ppm, se consigna resultado de muestreo y análisis del aceite contenido en el equipo.
- Para la columna **11**: Estado actual: Indicar con una F, A, B, T ó E, según el estado actual en que se encuentre el equipo. **No incluir los equipos declarados en esta matriz como B, T ó E, en la Matriz 2**
- Columna **16** de Observaciones adicionales: Consignar información adicional que pueda servir a los efectos de la encuesta. Por ejemplo: exportaciones realizadas de equipos contaminados o las dimensiones de algún equipo sin placa o sin información.
- Para cualquier consulta comunicarse con el Ing. Fernando Horna, e-mail: fhorna@copsperu.org.pe o al Tlf-fax: 4222762**

ANEXO Nº 9. MODELO DE ENCUESTA – EMPRESAS FABRICANTES DE TRANSFORMADORES

FORMATO 1 (MATRIZ 1)

1. INFORMACIÓN GENERAL

EMPRESA: _____

REPRESENTANTE: _____

2. Año de inicio de actividades en el rubro? _____

3. Actividades o servicios prestados: Fabricación
 Tratamiento (filtrado) Cambio de aceite Rellenado

4. Tienen conocimiento sobre los riesgos a la salud y el ambiente generados por los PCB?
 SI NO

5. Cuentan con un asesor o departamento encargado de salud y/o ambiente?

Higiene y Salud Ocupacional Seguridad y Medio Ambiente

Otro: _____ No contamos con ninguno

6. Como requisito para realizar el servicio (tratamiento, cambio o relleno) a un equipo eléctrico que pueden contener PCB solicitó o realizó alguna de las siguientes pruebas:

Análisis cromatográfico Analyzer L2000DX Colorimétrico

(Clor-N-oil)

Prueba de densidad Prueba alambre cobre Otro: _____

Ninguno

6. Quién realiza el análisis?

Laboratorio Acreditado: _____ Cliente Empresa

7. Equipos específicos para el servicio de cambio o relleno de aceite dieléctrico que pueda contener PCB:

SI NO

8. Procedencia del aceite dieléctrico: Importado Nacional

Proveedor: _____

Marca utilizada (Shell Diala, Electrolube, etc.): _____

9. Cantidad promedio de equipos atendidos al año:

Cambio de aceite Rellenado

10. Cuáles son sus necesidades en relación al manejo de PCB:

Falta capacitación, información Falta reglamentación, normatividad

Otros: _____

ANEXO N° 10. Procedimiento de trabajo seguro para la toma de muestras de aceites dieléctricos contenidos en transformadores

ANEXO N° 10. Procedimiento de trabajo seguro para la toma de muestras de aceites dieléctricos contenidos en transformadores

OBJETIVO:

Desarrollar el muestro de aceite dieléctrico proveniente de transformadores eléctricos con sospecha de contener bifenilos policlorados (PCB)

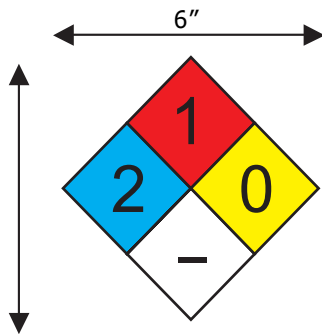
PARTICIPANTES Y RESPONSABLE(S)

- Supervisor del Proyecto: Ing. Fernando Horna Arévalo
- Supervisor OSINERG: Ing.
- Responsable designado por la empresa o instalación en que se realiza el muestreo:
- Ejecutor del muestreo del Proyecto (operario calificado): Tco.
- Ejecutor del muestreo de la empresa: Tco.
- Personal de Laboratorio de DIGESA: Qco.

RIESGOS

Los riesgos identificados para el manejo de PCB se resumen en el siguiente rombo de seguridad.

Rombo de Seguridad de la NFPA



Explicación

- Rojo 1** : Combustible sólo si se calienta
- Azul 2** : Peligroso para la Salud (*)
- Amarillo 0** : Estable
- Blanco -** : Ningún riesgo especial

(*) Grupo 2 A: Probable Carcinógeno para el hombre, cáncer de hígado (IARC).

Fuente: Department of Health New Jersey

Riesgos eléctricos

- **Electrocución: Choque o shock eléctrico**
- **Quemaduras: Relámpagos de arco eléctrico.**

Riesgos en la operación de muestreo de Aceites

- Exposición a vapores orgánicos por mal ajuste del respirador.
- Exposición de la piel a PCB por deterioro o rotura de los guantes o mameluco.
- Esparcir aceite con las botas al pisar accidentalmente posibles derrames.
- Golpes o tropiezos debido a mala ubicación de los equipos o cilindros.
- Derrames o fugas por roturas de válvulas o bridas.
- Contaminación del suelo debido a goteos desde frascos de muestreo.
- Cortes debido a rotura de frascos.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA LOS PCB y RIESGO ELÉCTRICO

- Respirador de cara completa con dos vías de bajo mantenimiento (normas NIOSH 42CFR84), para ambientes cerrados o cuando se tiene la certeza de transformador con "puro PBC" (>500 ppm).
- Respirador de cara completa o media cara con dos vías de bajo mantenimiento para ambientes abiertos, de acuerdo al nivel de exposición de las personas involucradas en las operaciones.

- Guante de Vitón o Nitrilo con puño tejido.
- Guante de Vitón o Nitrilo con puño tejido.
- Guante Tp Quirúrgico (de preferencia marca Best).
- Guante de trabajo (de preferencia cosido con Kevlar).
- Mameluco descartable TYVEK, c/capucha y elástico en muñecas y tobillos y de preferencia c/cubrebota. No recomendable para lugares energizados.
- Traje antífama contra riesgo eléctrico para lugares energizados.
- Botín de cuero dieléctrico con suela amarilla resistente a hidrocarburos acolchado en su interior
- Lentes de seguridad
- Casco de Seguridad

Materiales y Accesorios adicionales:

- Banderolas y cintas (de preferencia reflectoras) de señalización del área.
- Llave de abrir y cerrar cilindros.
- Caja de herramientas grande.
- Caja metálica (de preferencia de aluminio) para traslado de equipos y materiales de muestreo.
- Lampita para tomar muestras de tierra.
- Cooler con divisiones diseñadas para colocación de frascos de 50 ml.
- Wincha
- Linterna
- Botiquín de emergencia.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN EN EL LUGAR DE TRABAJO

El límite recomendado por NIOSH sobre exposición en el aire es de 1ug/m3 como promedio durante una jornada de trabajo de 10 horas.

Asimismo, referencialmente se mencionan los siguientes valores:

Material	OSHA (PEL) - ACGIH (TLV)	WES (STEL)
PCB (42% Cl – clorodifenilo)	1 mg / m ³	2 mg / m ³
PCB (54 % Cl)	0,5 mg / m ³	1 mg / m ³

TLV = Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada laboral de ocho horas y cuarenta horas semanales.

PEL = Límite legal de exposición en aire

WES = Estándares de exposición en lugares de trabajo.

STEL = Límite de exposición para períodos cortos (15´)

IMPORTANTE: Para trabajos bajo condiciones extremas de temperatura o en altura, se recomienda 1 hora de trabajo por 15 minutos de descanso y tomar abundante agua en lugares calurosos.

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Charla de seguridad a cargo del supervisor de seguridad de la planta (riesgos eléctricos) y del supervisor del Proyecto (riesgos a la salud y al ambiente). Distribución y Lectura previa de este PTS (15´) a cada uno de los participantes de las operaciones.

Aislamiento y señalización del lugar de trabajo: Colocar cintas reflectivas, banderolas, etc. para demarcar y señalar el área de trabajo, que en lo posible debe estar aislada y lo más alejado de áreas administrativas y de producción. Sólo personal autorizado y con el EPP correspondiente podrá ingresar al área de operaciones. La distancia mínima entre los equipos y el perímetro demarcado será de 2 m.

Verificar la zona de trabajo: Prever que los espacios de separación entre equipo y equipo, y entre equipo y paredes laterales no sea un factor para generar rasgaduras del traje, golpes o tropezones. Se recomienda una separación mínima de 0,50 m para facilitar el desplazamiento rápido y seguro de los operarios.

Verificar las condiciones del transformador.- Sin fisuras, ni fugas de aceite, con válvula de drenaje o filtrado sin fugas ni deteriorada.

Prever el uso de una bandeja metálica (0,30 x 0,30 x 0,08) m para contener una fuga pequeña si sucediera. Esta misma sirve también durante la extracción o toma de la muestra para colocar el paño absorbente y evitar goteos del fluido en el piso.

Durante la toma de muestra:

- Tomar la muestra de la válvula de drenaje o por medio de una manguera del tercio inferior del equipo. No extraer la muestra del tanque de expansión o de la parte superior del equipo (transformador).
- Retirar con un paño seco la humedad, el polvo u otro elemento que interfiera con la muestra.
- Evitando el contacto con el aceite, acercar el frasco de muestreo de 50 mL a la válvula principal que se abrirá para obtener la muestra (prever dejar un espacio libre para evitar su derrame). Cerrar el frasco y manipularlo considerándolo un residuo peligroso para su manejo seguro.
- Tapar el frasco y etiquetarlo.
- Colocar y asegurar el frasco dentro de un cooler para su transporte.
- Depositar los residuos generados, dentro de una bolsa de polietileno de alta densidad para gestionar su disposición final.
- Descontaminar con un solvente ecológico los materiales y herramientas utilizados durante el muestreo.

ANEXO N° 11. Ficha internacional de seguridad química – Policlorinato de Bifenilo (Aroclor 1254)

POLICLORINATO DE BIFENILO (AROCLOR 1254)

ICSC: 0939

Clorobifenilo (54% cloro) Clorodifenilo (54% cloro) PCB Masa molecular: 327 (media) N° CAS 11097 -69-1 N° ICSC 0939 N° CE 602 -039-00-4	N° RTECS TQ1360000 N° NU 2315
---	----------------------------------

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		Polvo, dióxido de carbono.
EXPLOSION			
EXPOSICION		¡EVITAR LA FORMACION DE NIEBLA DEL PRODUCTO! ¡HIGIENE ESTRICTA!	
INHALACION		Ventilación.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
PIEL	¡PUEDE ABSORBERSE! Piel seca. Enrojecimiento.	Guantes protectores. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar la piel 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.
INGESTION	Dolor de cabeza. Entumecimiento.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Reposo. Proporcionar asistencia médica.

DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	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 adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	Separado de alimentos y piensos. Mantener en lugar fresco. Mantener en lugar seco. Mantener en lugar bien ventilado.	NU (Transporte): Ver pictogramas en cabecera. Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado. No transportar con alimentos y piensos. Clasificación de Peligros NU: 9 Grupo de Envasado NU: II Contaminante marino severo. CE: símbolo Xn R: 33-50/53 S: 2-35-60-61 Nota: C
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE		
ICSC: 0939	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003	

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Líquido amarillo brillante, viscoso.</p> <p>PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al arder produciendo gases tóxicos e irritantes.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV:0.5 mg/m³ A3 (piel) (ACGIH 2003). MAK: 0.05 ppm; 0.70 mg/m³; II(8); H (absorción dérmica) Cancerígeno: categoría 3 B; Riesgo para el embarazo: grupo B (DFG 2003)</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación aerosol, a través de la piel y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar lentamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La sustancia puede afectar al hígado. La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.</p>
	<p>PROPIEDADES FISICAS</p> <p>Densidad relativa (agua = 1): 1.5 Solubilidad en agua: ninguna</p>	<p>Presión de vapor, Pa a 25°C: 0.01 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 6.30 (estimado)</p>
	<p>DATOS AMBIENTALES</p> <p>En la cadena alimentaría referida a los seres humanos tiene lugar bioacumulación, concretamente en organismos acuáticos. Se aconseja firmemente impedir que el producto químico se incorpore al ambiente.</p>	
NOTAS		
<p>Cambia a un estado resinoso (punto de fluidez) a 10°C. Gradiente de destilación: 365°-390°C. Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC ®-914</p>		
INFORMACION ADICIONAL		
<p>Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm</p>		<p>Última revisión IPCS: 2001 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003 FISQ: 6-057</p>
ICSC: 0939		POLICLORINATO DE BIFENILO (AROCLOR 1254)
© CE, IPCS, 2003		
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	<p>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.</p>	



Para más información

Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA - Dirección de Insumos Agropecuarios e Inocuidad Agroalimentaria, teléfono 00511 3133300, <http://www.senasa.gob.pe>

Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA - Dirección de Ecología y Protección del Ambiente, teléfono 00511 4400399, <http://www.digesa.minsa.gob.pe>

Consejo Nacional del Ambiente - CONAM - Dirección de Calidad Ambiental y Recursos Naturales, teléfono 00511 2255370-224, <http://www.conam.gob.pe>

PNI COP PERÚ <http://www.copsperu.org.pe>

