



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MANEJO TÉCNICO Y DESECHO DE LOS EQUIPOS DIELECTRICOS CON
CONTENIDO DE ACEITES PCBS PARA LA EMPRESA GUARME, S.A.**

Sergio David Quinto Recinos

Asesorado por el Ing. Carlos Alberto Bautista Godínez

Guatemala, noviembre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANEJO TÉCNICO Y DESECHO DE LOS EQUIPOS DIELECTRICOS CON
CONTENIDO DE ACEITES PCBS PARA LA EMPRESA GUARME, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

SERGIO DAVID QUINTO RECINOS

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ALBERTO BAUTISTA GODÍNEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Walter Aníbal García Pérez
EXAMINADOR	Ing. Saúl Moisés Méndez Garza
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MANEJO TÉCNICO Y DESECHO DE LOS EQUIPOS DIELÉCTRICOS CON CONTENIDO DE ACEITES PCBS PARA LA EMPRESA GUARME, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de febrero de 2015.



Sergio David Quinto Recinos

Guatemala, 10 de julio de 2018

Ingeniero
Juan Jose Peralta Dardon
Director de Escuela
Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Peralta:

Con el propósito de que el presente trabajo de tesis titulado:

**MANEJO TECNICO Y DESECHO DE LOS EQUIPOS DIELECTRICOS CON
CONTENIDO DE ACEITES PCB`S PARA LA EMPRESA GUARME, S.A.**

Pueda ser ingresado a la Escuela Mecánica Industrial y continúe con el proceso respectivo, doy mi autorización correspondiente.

Los datos son:

Solicitado por el estudiante: Sergio David Quinto Recinos
Carne: 1791 36259 0101
Registro académico: 2009-15161

Nombre del asesor: Carlos Alberto Bautista Godínez
Colegiado: 3768

Me suscribo atentamente,

Ing. Carlos Alberto Bautista Godínez
Colegiado 3768

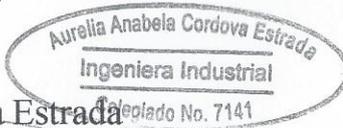
*Ing. Carlos Alberto Bautista Godínez
Colegiado 3768*



REF.REV.EMI.137.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MANEJO TECNICO Y DESECHO DE LOS EQUIPOS DIELECTRICOS CON CONTENIDO DE ACEITES PCBS PARA LA EMPRESA GUARME, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Sergio David Quinto Recinos**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

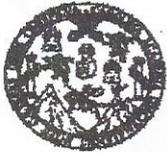
“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.178.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MANEJO TÉCNICO Y DESECHO DE LOS EQUIPOS DIELÉCTRICOS CON CONTENIDO DE ACEITES PCBS PARA LA EMPRESA GUARME, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Sergio David Quinto Recinos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2018.

/mgp



Universidad de San Carlos
de Guatemala

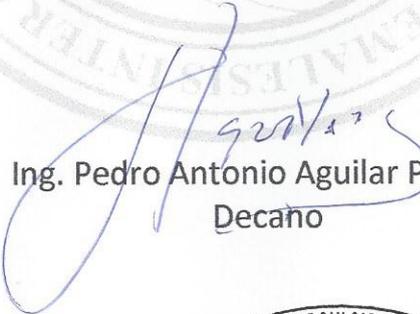


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 476.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **MANEJO TÉCNICO Y DESECHO DE LOS EQUIPOS DIELECTRICOS CON CONTENIDO DE ACEITES PCBS PARA LA EMPRESA GUARME, S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Sergio David Quinto Recinos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, noviembre de 2018

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser el que me ha dado todo en la vida, llenándome de infinitas bendiciones, y por las cuales agradezco en cada momento, pidiéndole que me siga acompañando por el resto mi vida.
- Mis padres** Sergio Quinto y Concepción Recinos, por ser quienes me han dado todo en la vida, por su amor, apoyos, cuidados y consejos, por estar siempre conmigo guiándome por el mejor camino de la vida sin importar las circunstancias.
- Mis hermanos** Pablo Quinto y Jonatán Quinto, por ser parte importante en mi vida, motivándome a seguir adelante y poder ser buen ejemplo para ellos.
- Mi esposa** Sofía Rodas, por apoyarme incondicionalmente en todo momento, por su amor y su compañía. Siendo parte fundamental y muy importante en mi vida.
- Mi familia** Por que han estado conmigo a lo largo de mi vida, brindándome su apoyo y cariño. Confiando en mi persona en cada etapa, así como guiándome ante cada situación presentada.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser el lugar que me enseñó lo fundamental de la carrera, así como también la importancia que tienen muchos aspectos en la vida.

Facultad de Ingeniería

Por ser la Facultad que me guió en mi aprendizaje y me proporcionó los conocimientos de la carrera de Ingeniería Industrial.

Mis amigos

Inga. Anabela Cordova, Ing. Hugo Rivera, Mario Maldonado, Marcos Arias, Gabriela Herrera, Valentina Jácome, Julio Ventura, Stephanie Herrera, Marco Nájera, Noé Ren, Sindy García, Karina Barrios y Marvin Gutiérrez, entre muchos.

Mis amigos del trabajo

Evelyn Juárez, Jacqueline Rivera, Luis Vela, Oscar Ozuna, Juan Carlos Oliva, Armando Morales, Pablo Godínez, Balsarad Ramírez, Zaira Girón, Floridalma Chávez, Marly Barrera, María Fernanda Gómez y Danilo Girón, por sus consejos, cariño y apoyo en todo momento.

Mi asesor

El ingeniero Carlos Bautista, por guiarme en la elaboración de mi trabajo de graduación, por darme la confianza y ser el apoyo para la finalización de esta etapa importante.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Historia de la empresa.....	1
1.2. Información de la empresa	3
1.3. Perspectiva general.....	4
1.3.1. Misión de la empresa.....	4
1.3.2. Visión de la empresa	5
1.3.3. Estructura organizacional	5
1.3.4. Organigrama.....	5
1.3.5. Políticas de calidad.....	6
1.3.6. Equipos eléctricos de venta por parte de la empresa.....	6
2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIONAL ACTUAL	9
2.1. Analizar la situación o problemática presentada	9
2.1.1. Área de bodega para equipo nuevo.....	16
2.1.2. Área de bodega para equipo usado, recogido o dañado.....	16
2.1.3. Plan de deposición	16

2.2.	Conocer la forma de exposición a los aceites dieléctricos PCB.....	18
2.3.	Evaluación de los trabajadores para verificar su conocimiento sobre los aceites dieléctricos PCB	20
2.4.	Recolectar datos y evaluar la forma de manejo y desecho de los aceites dieléctricos PCB	21
2.4.1.	Creación de tablas con la información recolectada.....	21
2.5.	Observación, análisis y recolección de datos del equipo de trabajo y herramientas utilizado por los trabajadores	22
2.5.1.	Creación de gráficas con la información recolectada.....	24
2.6.	Observación, análisis y recolección de datos de las áreas de trabajo que conforman la empresa GUARME, S.A.	27
2.6.1.	Creación de gráficas con la información recolectada.....	28
3.	PROPUESTA DE MEJORA	31
3.1.	Planteamiento de propuesta para la resolución de la problemática en la empresa GUARME, S.A.....	31
3.2.	Análisis de posibles causas del problema.....	31
3.2.1.	Revisión de información histórica.....	32
3.2.2.	Datos, tablas y gráficas obtenidas.....	33
3.3.	Generación de soluciones e ideas	33
3.3.1.	Proveer de un manual de capacitación a los trabajadores que manipulan equipos con aceites dieléctricos PCB	34
3.3.2.	Programa de capacitación a los trabajadores de la empresa.....	35

3.3.3.	Entrega de herramientas y equipo adecuado para el manejo de los aceites dieléctricos PCB.....	36
3.3.4.	Implementación de área de bodega de producto nuevo.....	41
3.3.5.	Implementación de área de bodega de producto usado, recogido o dañado	43
3.3.6.	Desarrollo de un programa de deposición de los equipos con aceites dieléctricos PCB.....	44
3.4.	Análisis de soluciones propuestas.....	45
3.5.	Ventajas y desventajas de las propuestas.....	46
3.6.	Selección de la mejor propuesta a implementar	46
3.7.	Análisis financiero de la propuesta a implementar	47
4.	FORMA DE IMPLEMENTACIÓN	49
4.1.	Análisis y manejo de la idea a implementar.....	49
4.2.	Estructuración y organización de la forma de implementación	49
4.2.1.	Verificación y análisis de la información histórica ...	49
4.2.2.	Análisis de datos, tablas y estadísticas propuestas.....	51
4.2.3.	Diseñar y estructurar la propuesta de la forma de implementación.....	52
4.3.	Implementación, desarrollo y trabajo de la propuesta	54
4.3.1.	Cronograma de actividades.....	54
4.3.2.	Instalación e implementación de la propuesta de mejora.....	55
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA	57
5.1.	Creación e implementación del método de evaluación	57

5.1.1.	Selección del mejor método de evaluación para trabajadores, manejo de equipos, almacenaje y deposición	57
5.1.2.	Diseñar el método de evaluación	58
5.2.	Elaboración de evaluación	58
5.2.1.	Realización de evaluación a los distintos grupos de trabajo sobre la propuesta e implementación realizada.....	59
5.3.	Análisis de los resultados de las evaluaciones	59
5.3.1.	Análisis de los resultados obtenidos en las evaluaciones	60
5.3.2.	Discusión de los resultados obtenidos en las evaluaciones	62
5.3.3.	Realización de informe con los resultados obtenidos de las evaluaciones	62
5.4.	Conclusión de las evaluaciones practicas.....	63
6.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	65
6.1.	Evaluación preliminar de la disposición del equipo con aceite dieléctrico PCB	65
6.1.1.	Área de bodega de equipo usado, recogido o dañado	65
6.1.2.	Forma de desecho	65
6.2.	Estudio o diagnostico socioambiental	66
6.3.	Estudio de impacto ambiental detallado.....	66
6.3.1.	Plan de mitigación de impactos.....	66
6.3.2.	Plan de capacitación	67
6.3.3.	Plan de monitoreo	67
6.4.	Realización de la evaluación ambiental estratégica.....	67

CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA.....	73
APÉNDICES	75
ANEXOS	79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de Oficinas Centrales de GUARME, S.A.....	4
2.	Organigrama	5
3.	Efectos en la piel	11
4.	Tipo de transformador	25
5.	Uso de quipo de seguridad industrial	26
6.	Uso de equipo de seguridad	26
7.	Uso del tipo de montacargas.....	27
8.	Pasos de envío	29
9.	Respirador de aire.....	37
10.	Ropa antiqúmica	38
11.	Guantes exteriores	38
12.	Guantes interiores	39
13.	Botas punta de acero	39
14.	Casco	40
15.	Gafas de seguridad	40
16.	Cubre botas de seguridad	41
17.	Bodega.....	42

TABLAS

I.	Efectos agudos y crónicos	10
II.	PCB.....	12
III.	Transformadores	14

IV.	Plan de deposición.....	17
V.	Programa de capacitación	35
VI.	Costos.....	47
VII.	¿Conoce que son los aceites dieléctricos PCB?	51
VIII.	¿Conoce que equipos contienen los aceites dieléctricos PCB?	51
IX.	¿Conoce los riesgos y enfermedades que ocasionan los aceites dieléctricos PCB?.....	51
X.	¿Conoce la forma adecuada del manejo y almacenaje de los equipos con contenido de aceite dieléctrico PCB?	52
XI.	¿Conoce la forma correcta de disposición de los equipos con contenido de aceites dieléctricos PCB?	52
XII.	Cronograma de actividades	54
XIII.	Método de evaluación.....	58
XIV.	¿Cantidad de trabajadores encuestados?	60
XV.	¿Obtuvo usted algún conocimiento con la capacitación brindada?	60
XVI.	¿Considera que la capacitación brindada cumple con las expectativas de lo que esperaba acerca del programa?.....	60
XVII.	¿El programa ha causado conciencia en su persona, en relación a cómo pueden afectar los aceites PCB su salud humana y la contaminación del medio ambiente?.....	61
XVIII.	¿Después de la implementación de todas las propuestas, cree que su trabajo es ahora más seguro con el manejo de los aceites PCB? ...	61
XIX.	¿Cambiaría usted algo en el programa efectuado?	61
XX.	¿Está usted de acuerdo con las constantes evaluaciones y supervisiones?	61
XXI.	Valor de la inversión total según el análisis financiero.....	66

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
I	Amperios
PCB	Bifelinos policlorados
KVA	Kilovoltiamperio
KW	Kilowatt
KWh	Kilowatt hora
GUARMESA	Límite de control Inferior
MF	Monofásico
PPM	Partes por millón
P	Potencia
TF	Trifásico
V	Voltio

GLOSARIO

Absorción	Penetración de una sustancia en la estructura interna de otra.
Aceite	La palabra <i>aceite</i> es un término genérico para designar numerosos líquidos grasos de orígenes diversos que no se disuelven en el agua y que tienen menor densidad que ésta.
Aceite mineral dañado	Aceite mineral que se ha contaminado con PCB en concentraciones bajas, generalmente menores de 500 ppm.
Aplicaciones abiertas	Aplicaciones en las que los PCB se consumen durante su uso o son irrecuperables tras su utilización. Las aplicaciones abiertas liberan PCB directamente al medio ambiente.
Aplicaciones cerradas	Aplicaciones en las que los PCB están confinados dentro de un equipo totalmente sellado. En este caso, las probabilidades de que los PCB puedan pasar al medio ambiente, se limitan a la ocurrencia de fugas o derrames como resultado del deterioro de equipos.
Bioacumulacion	Propiedad de ciertas sustancias de acumularse en los organismos vivos.

Contaminante	Es la introducción de sustancias u otros elementos físicos en un medio que provocan que éste sea inseguro o no apto para su uso. El medio puede ser un ecosistema, un medio físico o un ser vivo. El <i>contaminante</i> puede ser una sustancia química, energía (como sonido, calor, luz o radiactividad).
Convenio Estocolmo	es un tratado internacional que tiene como finalidad proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los Contaminantes Orgánicos Persistentes, fijando para ello medidas que permitan eliminar, y cuando esto no sea posible, reducir las emisiones y las descargas de estos contaminantes.
COP	Contaminantes Orgánicos Persistentes.
Decoloración	La destrucción química de la molécula de PCB por medio de remoción de los átomos de cloro con el fin de bajar la concentración de PCB en el aceite.
Desecho	Son aquellos materiales, sustancias, objetos, cosas, entre otros, que se necesita eliminar porque ya no ostenta utilidad. Cabe destacar, que como indicáramos, los <i>desechos</i> son eliminados por su inutilidad.
Dieléctrico	Sustancia que no permite el pasaje de corriente eléctrica a través de si, no es conductora, sinónimo de aislante.

Hidrocarburo	Los <i>hidrocarburos</i> son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. Los <i>hidrocarburos</i> son los compuestos básicos que estudia la química orgánica. Las cadenas de átomos de carbono pueden ser lineales o ramificadas, y abiertas o cerradas.
Ingestión	Es la introducción de la comida en el aparato digestivo al servicio de la alimentación o de la hidratación, y en la forma que nos es más familiar se realiza a través de la boca.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
Orgánico	es un compuesto químico que contiene carbono, formando enlaces carbono-carbono y carbono-hidrógeno. En muchos casos contienen oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, boro, halógenos y otros elementos menos frecuentes en su estado natural. Estos compuestos se denominan moléculas orgánicas.
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration.</i>
PCB	Son hidrocarburos, que consisten en una molécula Bifenilica, que presenta uniones cloro-carbono, sus propiedades dependen de la cantidad y posición de los átomos de cloro en la molécula.

Sustitución	Operación que consiste en escurrir los PCB de un transformador, que puede o no resultar en una descontaminación y reemplazarlos con un fluido sustituto.
Transformador	Se denomina <i>transformador</i> a un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un <i>transformador</i> ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida.
VAD	Valor Agregado de Distribución.
Vida media	Tiempo que transcurre para que la mitad de la cantidad de una sustancia sea removida desde el medio ambiente.

RESUMEN

Los aceites PCB o bifenilos policlorados son de las sustancias químicas producidas, con más contaminantes y dañinas para el ser humano y su entorno.

Estos aceites presentan un alto contenido en cloro y fueron empleados en el mercado de los equipos eléctricos desde los años treinta. Entre estos se pueden mencionar, transformadores de potencia, balastros, capacitores entre otros. En muchas de sus aplicaciones también se pueden encontrar aceites lubricantes, fluidos para aire acondicionado y pinturas. Los aceites se pueden encontrar en una forma viscosa con mayor densidad que el agua. Estos poseen alta estabilidad térmica. Dentro de un equipo pueden llegar a durar más de treinta años sin perder sus características aislantes.

En los Estados Unidos su prohibición se da desde los años ochenta hasta la fecha, entrando en prohibición total por medio del Convenio de Estocolmo, llevado a cabo por la Organización de Naciones Unidas. La forma de exposición a los aceites PCB se da por medio de ingestión, inhalación y absorción cutánea. Entre sus efectos se pueden encontrar dolores de cabeza y fiebre, efectos Neuro musculares, desordenes metabólicos, cáncer, entre otros.

OBJETIVOS

General

Analizar, diseñar y presentar el manejo técnico y desecho de los equipos dieléctricos con contenidos de aceites PCB`S para la empresa GUARME, S.A.

Específicos

1. Presentar a la empresa GUARME, S.A. los daños que ocasionan los aceites dieléctricos PCB`S al medio ambiente y a la salud del ser humano.
2. Establecer un programa de capacitación y almacenamiento, manejo, trato y desecho de los aceites dieléctricos PCB`S, y un análisis de costos que conlleva el tratamiento de los aceites dieléctricos PCB`S.
3. Indicar los productos y alternativas que son sustitutos para estos aceites dieléctricos PCB`S, que no afectan la salud del ser humano y no son contaminantes del medio ambiente.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de graduación tiene como objetivo presentar la situación de la empresa GUARME, S.A. ante el manejo de los equipos con contenidos dieléctricos PCB`S, que pertenecen a la cadena de materiales denominados, contaminantes orgánicos persistentes (COP`S). El informe se encuentra estructurado de manera que se pueda conocer desde lo que se representa como básico sobre los COP`S, hasta lo que se tiene como enfoque de una de sus derivaciones como lo son, los aceites Bifenilos Policlorados (PCB), hasta llegar a la situación en la que se encuentra actualmente la empresa GUARME, S.A. con respecto al manejo de los productos PCB.

Resulta interesante saber que el estudio del tema de manejo de los equipos con contenidos dieléctricos PCB`S por parte de la empresa GUARME, S.A. se dio por el hecho de conocer que la contaminación ambiental, debido a procesos químicos e industriales utilizados por las grandes empresas y conglomerados, es un tema que ha aumentado su interés en la población mundial, debido a las consecuencias a corto, mediano y largo plazo que representa tanto para los humanos, como para el sector agrícola y pecuario que están estrechamente relacionado con el vivir humano.

En la búsqueda de una producción más eficiente y que genere más ganancias para las grandes industrias químicas que han llevado a la utilización de métodos de producción masiva en corto tiempo. Estos métodos han dado grandes resultados pero a la vez, han causado efectos que se han ido desarrollando a lo largo del tiempo. Debido a la toxicidad y poca degradación de

algunos de estos productos y según varios estudios, se ha encontrado como un tema que interesa a todos los países, industrias y empresas.

Siendo su modo de acción por ingestión y/o contacto se ha descubierto que tienden a ser persistentes, permaneciendo en el lugar y también siendo capaces de trasladarse con las corrientes de aire, al ser insolubles en agua su persistencia sigue siendo problemática y es capaz de trasladarse a los extremos superiores de las cadenas alimenticias, ocasionando efectos secundarios y en algunas ocasiones mortales.

En el Convenio de Estocolmo se llevó a cabo una búsqueda y eliminación de estos productos químicos catalogados como peligrosos, sin embargo en algunos países donde importa más la producción masiva aún se utilizan, siendo un ejemplo de estos, Guatemala.

1. GENERALIDADES

1.1. Historia de la empresa

En sus inicios la planta era una industria a pequeña escala, con una centrifugadora en la que se producían alrededor de 11 postes diarios y con una pequeña nómina de 18 operarios. El poste de concreto de GUARMESA venía a reemplazar los postes de madera importados de otros países de Centroamérica que tenían una vida útil muy corta; cosa que no sucedía con el poste de concreto, que tenía la ventaja de triplicar su durabilidad ya que su vida útil sobrepasa los 50 años y no requiere gastos de mantenimiento.

A comienzos de la década de 1960, Guatemala estaba en el nivel de los países más avanzados de Latinoamérica. Sin embargo, el desplome de los precios del café y el algodón causó una crisis que pudo superarse gracias al proceso de Integración Económica Centroamericana, iniciado desde los años 50¹.

Guatemala, al percibir la necesidad de fabricar postes de mayor capacidad, de alta tecnología y con costos competitivos, da un salto tecnológico de grandes proporciones al introducir tecnología europea de pretensado en la fabricación de postes de concreto, tecnología que le permitió a GUARMESA alcanzar longitudes de 18 metros con resistencia de 2 000 libras en punta. Con estas y otras innovaciones tecnológicas, se introdujo en el mercado una variedad de postes de mayor longitud y resistencia que soportarían líneas de alta y media tensión y que vendrían a reemplazar las costosas torres de acero, utilizadas tradicionalmente en proyectos eléctricos.

En los años noventa, se incorporó las tecnologías europeas más modernas aplicadas a su sector, invirtiendo importantes sumas procedentes de su volumen de facturación en nuevos desarrollos y mejoras. Esta política permitió diseñar, desarrollar y comercializar otro tipo de poste. Se construyeron

¹ Información obtenida de los documentos históricos de la empresa. p. 97.

de diferentes tamaños y resistencias aplicando la técnica del poste seccionado, con el fin de fabricar un poste de gran altura, pero seccionado en tres o cuatro partes, para alcanzar hasta 48 metros de longitud regido por parámetros internacionales, dependiendo del voltaje y la energía que se va a transmitir y para diversas aplicaciones innovadoras como monopolos ecológicos, monopolos para telefonía celular, vallas publicitarias y soportes estructurales para pasarelas, así como la distribución y venta de transformadores eléctricos, convirtiéndose esta parte en importante para la empresa, por el alcance que ha obtenido. Otra importante innovación tecnológica fue el desarrollo de un programa totalmente computarizado para el control de calidad y la planta de producción, con lo que se automatizaron muchos de los procesos de producción.

GUARMESA ha encabezado los procesos de desarrollo y modernización en los países de la región de Latinoamérica y El Caribe durante muchos años, participando en importantes proyectos de electrificación, telecomunicaciones, industrialización y crecimiento urbano. En los últimos años se ha impulsado por la expansión del sistema de electrificación en Latinoamérica y El Caribe y por el auge que ha experimentado el sector energético, a partir de la participación de la inversión privada derivada de la capitalización de las compañías eléctricas, amplía su planta y el número de empleados incorporando un excelente grupo de profesionales y técnicos, para servir en esos proyectos, aumentando la producción anual de postes y aplicando normas internacionales en todo el proceso de producción.

Dicho crecimiento en la demanda de producción llevó al establecimiento de una nueva planta de producción en Nicaragua en mayo de 2006, actualmente fabricando postes vibrados y en futuras fechas, con la introducción de la tecnología para postes centrifugados. La avanzada planta tiene una

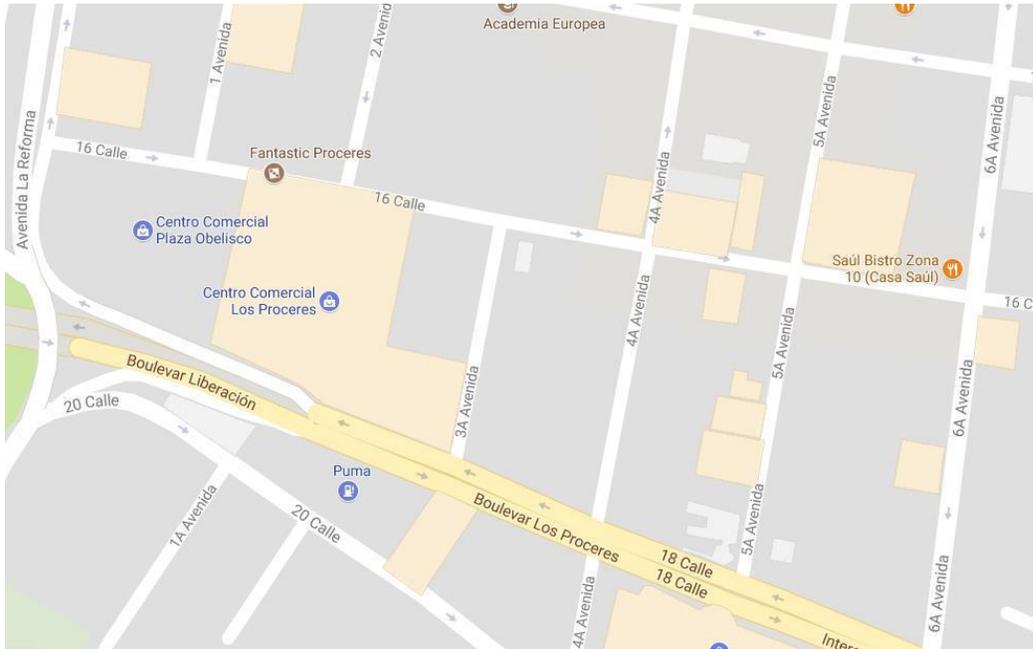
capacidad instalada para producir postes durante las 24 horas del día en sus cuatro centrifugadoras, y es autosuficiente porque construye sus moldes de acero y las bridas metálicas para el acople de las secciones de los postes seccionados.

De muchas formas, se ha contribuido durante más de 50 años a la transformación de la vida social de Latinoamérica y El Caribe con su participación en proyectos del complejo sistema eléctrico y de telecomunicaciones, y seguirá contribuyendo por mucho tiempo más con la clara visión de seguir haciendo las cosas bien. El compromiso es encontrar y desarrollar soluciones nuevas y creativas, para las necesidades de infraestructura y tecnología en la industria de electricidad, siguiendo siempre los principios de eficiencia, competitividad y desarrollo sostenible.

1.2. Información de la empresa

- Nombre de la empresa: Guatemalteca de Representaciones S.A. (GUARMESA).
- Dirección: 4ta. avenida 15-70 zona 10, Guatemala, Guatemala.
- Teléfono: (502) 2366-4422 / (502) 2366-9470.
- Dirección web: www.guarmesa.com.
- Gerente General: Estuardo Casaus
- Gerente de Ventas: Gilberto Gil.

Figura 1. **Ubicación de oficinas centrales de GUARME, S.A.**



Fuente: Google maps. www.mapsgoogle.com/. Consulta: 22 de junio de 2017.

1.3. **Perspectiva general**

A continuación, se detalla información con respecto al alcance que busca la empresa:

1.3.1. **Misión de la empresa**

Ser socio estratégico entre los líderes del desarrollo eléctrico en América Latina y el Caribe, por medio de la fabricación de postes de concreto pretensados, centrifugados y postensados, del suministro de accesorios, distribución de transformadores y del apoyo técnico adecuado para la optimización de proyectos, basándonos en innovación y calidad.

1.3.2. Visión de la empresa

Consolidarnos como líderes mundiales en el ámbito eléctrico desde su generación hasta su distribución.

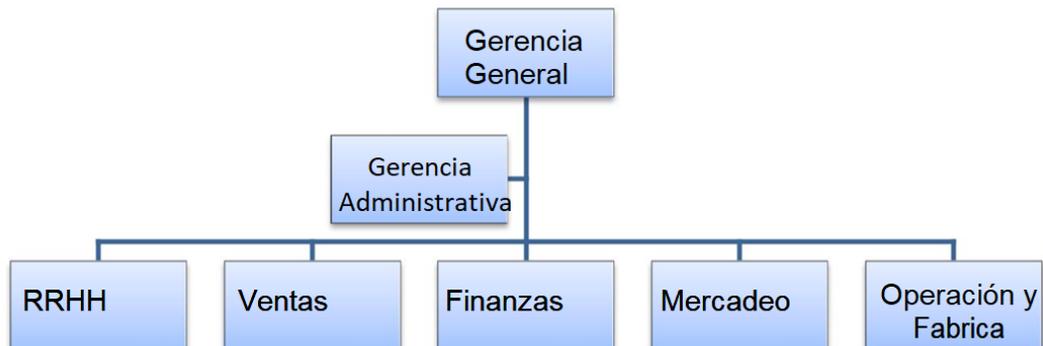
1.3.3. Estructura organizacional

La estructura organizacional está dividida en áreas o departamentos, en las cuales se cubren todas las actividades de la empresa, estableciendo autoridades quienes son los encargados de verificar y cumplir con los objetivos de la empresa año con año.

1.3.4. Organigrama

El funcionamiento general de la empresa GUARME, S.A. se describe en el siguiente organigrama:

Figura 2. Organigrama



Fuente: elaboración propia.

1.3.5. Políticas de calidad

- Satisfacer las expectativas actuales y futuras de nuestros clientes cumpliendo con los requerimientos, las leyes, regulaciones y normas aplicables.
- Cumplir con los procesos de diseño, desarrollo, fabricación, servicio y distribución de postes y productos de concreto de alta tecnología, así como con elevados niveles de calidad.
- Ofrecer los servicios de personal altamente calificado, consciente de la importancia de la calidad y la preservación ambiental.
- Ofrecer un sistema integrado de gestión de calidad que nos permite garantizar procesos eficaces, logrando un mejoramiento continuo de la calidad y la productividad.
- Medir la eficacia del Sistema de Gestión de Calidad y Medio Ambiente. Con la Política establecida al respecto, la Alta Dirección ha definido los Objetivos de Calidad y Medio Ambiente que periódicamente revisa para evaluar su alcance y determinar las acciones pertinentes para conseguir las metas propuestas y mejorar el desempeño de la organización².

1.3.6. Equipos eléctricos de venta por parte de la empresa

Con la idea de crear una empresa líder en la fabricación de postes de concreto, en esa época, la fábrica era artesanal y los productos fabricados eran simples y básicos.

En 1980 se realiza un estudio sobre la posibilidad de ampliar la demanda del mercado con un nuevo tipo de producto para las líneas eléctricas de transmisión de 69 kV, 115 kV y 230 kV, es decir, postes de mayor altura y resistencia para sustituir a nivel nacional y centroamericano, las torres de acero que además de su alto costo, eran importadas y significaban fuga de divisas.

Una solución técnicamente viable que reduce la inversión inicial de una línea de transmisión en al menos 30 % es la utilización de estructuras en poste de concreto. Dicha reducción económica se logra debido a que la estructura en poste requiere derechos de servidumbre más estrechos, inversiones menores y plazos de ejecución más cortos.

Para optimizar el uso de recursos económicos y garantizar una ejecución apropiada y oportuna del proyecto, se recomienda diseñar y construir las líneas de transmisión utilizando una solución mixta con estructuras compactas y de base amplia.

² Información obtenida de los documentos históricos de la empresa.

Al existir un mercado tan competitivo y en constante evolución, la empresa decide incursionar en la venta de otros materiales eléctricos, así como también en otras propuestas de gran interés para los clientes, entre los distintos productos se pueden encontrar:

- Postes
- Transformadores
- Vallas
- Distribución
- Transmisión
- Telecomunicación
- Pasarelas
- Fibra óptica
- Monopolos
- Iluminación³.

³ Información obtenida de la página de la empresa <https://www.guarmesa.com/>. Consulta: diciembre de 2017.

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIONAL ACTUAL

2.1. Analizar la situación o problemática presentada

Los Bifenilos Policlorados abreviados como PCB, son hidrocarburos que contienen una molécula Bifenilica, las cuales presentan uniones de cloro y carbono. De esto se puede destacar que sus propiedades dependen de la cantidad y posición de los átomos de cloro en la molécula.

Por sus características los PCB cuentan con múltiples aplicaciones, de las cuales se dan en sistemas abiertos y sistemas cerrados. Las aplicaciones abiertas consisten en enlazantes, barnices, ceras, pinturas, tintas, gomas, papel copiante, envases, insecticidas, y aceites lubricantes y de corte. Los cuales en su base matriz utilizaban el PCB. Para las aplicaciones cerradas se da su utilización en fluidos como los refrigerantes, hidráulicos, dieléctricos en transformadores y otros equipos eléctricos.

Los aceites PCB presentan una forma líquida con alta viscosidad. Su textura se basa en un color amarillento o en algunas ocasiones son incoloros, poseen un olor distintivo. Al ser compuestos orgánicos son insolubles con el agua y totalmente solubles en aceites o solventes orgánicos. Estos no se degradan por el efecto de la luz, y presentan una alta sensibilidad al calor de donde se descomponen a altas temperaturas. Los PCB se empezaron a fabricar en 1929 en Monsanto, Estados Unidos. Y se utilizaron entre los años 1930 a 1989 a nivel mundial, según el siguiente cronograma:⁴

- En 1970, la agencia de protección ambiental inicia estudios sobre PCB
- En 1976, se prohíbe la producción comercial de todos los PCB en los EEUU.
- Entre 1929 y 1977, se calcula que se produjeron aproximadamente 555,000 toneladas de PCB, solo en los EEUU.

Entre los principales países productores de PCB fueron:

- Austria
- China
- Checoslovaquia
- Francia
- Alemania
- Italia

⁴ *Guía práctica para el manejo de transformadores con Bifenilos Policlorados PCB del MARN.* <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/2459.pdf>. Consulta: enero de 2018.

- Japón
- Rusia
- España
- Reino Unido
- Estados Unidos

En 1976 se prohibió el uso de los PCB en las aplicaciones cerradas. Esto debido a que sus efectos se dan en el ambiente y en la salud humana. Entre sus múltiples desventajas se encuentran que no son biodegradables, son bioacumulables y son biomagnificables⁵.

Los graves efectos causados en el ambiente se dan por el hecho de ser bioacumulables, lo que hace que estos se transfieran a lo largo de la cadena alimenticia. Los PCB que en su estructura tienen 5 o más átomos de cloro, no son biodegradables, teniendo con esto una vida media en el suelo de 5 años aproximadamente. Después de esto pasan al manto terrestre, donde pasan a contaminar las aguas subterráneas y a ser parte del ciclo del agua.

Para que los efectos de los PCB en la salud humana empiecen hacer efecto, se tienen que encontrar entre las 800 y 1 000 ppm. Entre sus efectos se pueden catalogar como agudos o crónicos. Los primeros síntomas aparecen en piel y ojos, como el cloracne. Los aceites PCB son capaces de adherirse a los tejidos de piel de los seres vivos, en un 90 % de lo ingerido es absorbido y retenido a través de ciertas partes del cuerpo siendo en su mayoría el intestino. Estos se van acumulando y trasladando de cuerpo en cuerpo, siendo posible su traspaso a través de la cadena alimenticia⁶.

Los efectos agudos y crónicos causados en el ser humano son descritos en la siguiente tabla:

Tabla I. **Efectos agudos y crónicos**

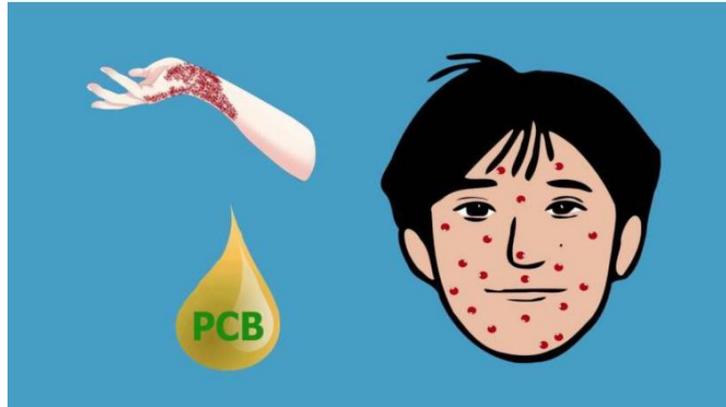
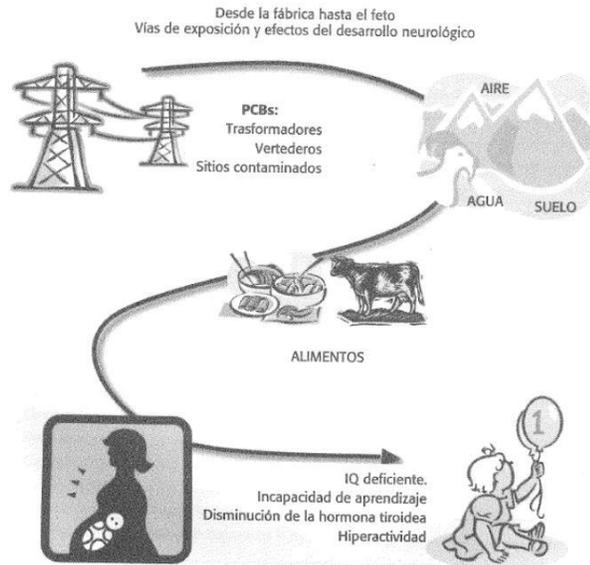
Efectos agudos	Efectos crónicos
<ul style="list-style-type: none"> • Irritación cutánea • Irritación ocular por hipersecreción • Efectos en la reproducción en las glándulas lagrimales • Dolor de cabeza • Fiebre • Entumecimiento • Desórdenes del hígado 	<ul style="list-style-type: none"> • Trastornos inmunitarios • Trastornos del desarrollo neurológico • Cáncer • Desórdenes de piel e hígado • Efectos neuro-musculares • Desórdenes metabólicos

Fuente: elaboración propia.

⁵ *Guía práctica para el manejo de transformadores con Bifenilos Policlorados PCB del MARN.* <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/2459.pdf>. Consulta: enero de 2018.

⁶ *Ibíd.*

Figura 3. Efectos en la piel



Fuente: *Guía práctica para el manejo de transformadores con Bifenilos Policlorados PCB del MARN.* <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/2459.pdf>. Consulta: enero 2018.

“El 29 de enero de 2002, Guatemala firma el convenio de Estocolmo. En el cual ratifica el control de sustancias y desechos químicos peligrosos. Con esto el país se ve obligado a manejar y trabajar por una gestión ambiental y libre de

los productos químicos y desechos peligrosos altamente contaminantes y dañinos para la salud del ser humano.”⁷

Con esto Guatemala adquiere compromisos internacionales para el manejo de los llamados contaminantes orgánicos persistentes (COP). Entre los cuales se encuentran y destacan los PCB (Bifenilos Policlorados). Es de esta manera que se inicia con un proyecto de actividades de capacitación sobre los contaminantes orgánicos persistentes, el cual es avalado por el Decreto 60-2007.

Uno de los objetivos más importantes de estos proyectos fue la elaboración de inventarios que pudieran identificar, caracterizar, cuantificar y determinar la localización y condiciones de almacenamiento de los COP. Este proyecto se llevó a través del intercambio de información por medio de encuestas y documentos con las empresas siendo necesarias las visitas a algunos lugares. El objetivo principal de este inventario fue la de obtener información sobre el uso, existencia y almacenamiento de los contaminantes.

Es muy necesario resaltar que se requirió de una etapa de sensibilización y socialización, para que las empresas entendieran la magnitud de los contaminantes con los que se estaba tratando.

Para el proyecto se trabajó con un total de 27 instituciones entre públicas y privadas, a las cuales se les enviaron formularios o encuestas. De esto se obtuvieron los siguientes resultados:

- 21.93 toneladas de Contaminantes Orgánicos Persistentes.
- En estos se obtuvo un almacenamiento incorrecto, productos no identificados, productos vencidos⁸.

Tabla II. **PCB**

	Aroclor	Pyroclor	Abestol	ASK	Diaclor
Marcas	Askarel	Kaneclor	Sovol	Chlorinol	Elemex
Comerciales	Asbestol	Delor	Inerteen	Sovtol	Phenoclor
de PCBs	Clophen	Piranol	Inclor	Apirolio	Piralina
	Electrophenil	Cloresil	Arubren	Bakola	Hidrol

Fuente: *Guía: “¿Qué son los PCB y como me afectan?” del MARN.*

<http://www.marn.gob.gt/Multimedios/2457.pdf>. Consulta: enero de 2018.

⁷ *Guía práctica para el manejo de transformadores con Bifenilos Policlorados PCB del MARN.*
<http://www.marn.gob.gt/Multimedios/2459.pdf>. Consulta: enero de 2018.

⁸ *Ibíd.*

La principal aplicación es en transformadores y condensadores eléctricos de potencia. Esto se da por sus excelentes características en los aceites dieléctricos, pero derivado de esto el costo ambiental y su manejo es muy elevado. La forma de presentación del aceite dieléctrico PCB es líquida viscosa, y presenta una mayor densidad que el agua, haciéndola insoluble con ella, pero muy soluble con otros aceites, no son fotosensibles y tienen alta estabilidad térmica.

Existen 3 tipos de equipos eléctricos producidos los cuales pueden contener aceites PCB entre sus partes, estos son:

- Transformadores eléctricos: los materiales de un transformador, esto debido a que han estado sumergidos en un fluido dieléctrico, que es absorbido por las porosidades. Entre estos materiales están las cuñas de madera, cartón, papel aislante y cubierta de resinas de los cables de cobre.

Al momento de fabricación, el 5 % del contenido inicial de PCB se impregna en los circuitos magnéticos, razón por que se les debe de dar un tratamiento como desecho de PCB. En los tipos de transformadores que son de aceite mineral pueden estar contaminados por dos razones, que se halla relleno el transformador contaminado con aceite mineral, haciendo de esta manera que el nuevo aceite se contamine, o que en algún caso se usó PCB para rellenar artefactos de aceite mineral.

- Condensadores eléctricos: estos condensadores se pueden encontrar en gran medida que pueden ser comparados como el tamaño de un cubo de hielo, hasta el de un refrigerador. Usualmente estos se reconocen porque en su placa llevan la denominación "kVAR". Estas letras muestran la clasificación eléctrica de un capacitor, que usualmente se encuentra entre los 5 y 200 kVA. Todos los condensadores fabricados entre 1930 y 1977 utilizan aceites dieléctricos PCB.
- Luces de balastro que contienen PCB: el balastro de las luces es utilizado para suministrar un correcto voltaje y el buen funcionamiento de las fluorescentes. Los condensadores que contienen PCB en estos balastros, generalmente están encajados en un compuesto de asfalto ubicado en una caja de acero dentro de la luz fluorescente.

Estos condensadores tienen dos terminales eléctricas en el extremo de una camisa metálica sellada de forma hermética. Un capacitor convencional utilizado para iluminar una oficina con luz fluorescente contiene aproximadamente 25 gramos de PCB. Los PCB utilizados en luces de alta densidad contienen entre 91 y 386 gramos de PCB. Las luces de balastro se empezaron a fabricar sin contenido PCB en la fecha de 1978.

Los dieléctricos pueden durar hasta treinta años en un equipo eléctrico sin perder sus características aislantes. Esta larga duración es la que la hace de preferencia para los fabricantes y su uso en los mismos⁹.

⁹ *Guía práctica para el manejo de transformadores con Bifenilos Policlorados PCB del MARN.* <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/2459.pdf>. Consulta: enero de 2018.

A lo largo del paso de los años desde la fundación de la empresa y en su expansión de venta de equipos, productos y servicios, se dedicaron a la comercialización y venta de transformadores.

Los tipos de transformadores con los que trabaja la empresa son:

Tabla III. **Transformadores**

<ul style="list-style-type: none">• Tipo convencionales	
<ul style="list-style-type: none">• Padmounted	

Fuente: elaboración propia.

- Identificación de un transformador con PCB:

Primero se debe de indicar que una persona individual o jurídica es propietaria de PCB cuando los tenga en su propiedad y para su propio uso, ya

sea en transformadores eléctricos, condensadores eléctricos, interruptores, reguladores, recolectores u otros dispositivos que hayan contenido o contengan fluidos aislantes o desechos como equipos desechados, recipientes o contenedores, estopas, ropa contaminada, líquidos y áreas contaminadas que contengan PCB y materiales de muestreo.

Para verificar si existe presencia de los aceites PCB en los equipos eléctricos se puede iniciar por consultar la información que provee la placa del equipo, donde en él se pueden encontrar las características y la información de mantenimiento realizada al equipo.

Entre los datos de la placa podemos encontrar lo siguiente:

- Nombre del fabricante
- Potencia en KVA
- Nombre del dieléctrico
- Peso (total y líquido)
- Año de fabricación

Con estos datos podemos obtener el primer filtro que ayudará a verificar si existe presencia o no de los PCB en el equipo y la cantidad de dieléctrico que este debe contener.

Entre los líquidos que podamos observar que inicien con la letra L, como LFAF, LFAN, LFWN, LNp, LNW Y LNWN, indican contenido de PCB. Además, estos pueden venir indicados de una forma directa.

Los datos presentados nos servirán para indicar la presencia o no de PCB en el equipo y la cantidad de dieléctrico que debieran contener. A nivel mundial,

como regla se maneja desde 1975 que todos los artefactos impregnados con PCB, deben de identificarse en tinta indeleble sobre un fondo amarillo.

2.1.1. Área de bodega para equipo nuevo

Actualmente la empresa no cuenta con una bodega o área propicia con las características mínimas requeridas, para el almacenamiento de los transformadores con aceites dieléctricos PCB. Dificultando con esto el manejo, trato y almacenamiento de los distintos tipos de transformadores.

Se analiza la creación de un área o bodega propicia para el almacenamiento de los transformadores y el almacenamiento correcto o desecho de los mismos, porque el seguirles dando el mismo trato puede traer complicaciones a futuro para el ambiente y para la vida del ser humano.

2.1.2. Área de bodega para equipo usado, recogido o dañado

La empresa cuenta con un área de almacenaje de transformadores antiguos o dañados, el cual es un área de concreto o patio, al aire libre donde los transformadores se van almacenando. Este no cumple con las especificaciones mínimas de seguridad, ni del correcto trato de los aceites PCB.

2.1.3. Plan de deposición

Actualmente la empresa cuenta con un plan de almacenamiento, y está a cargo del departamento de operación y fábrica, en el los transformadores recibidos o dañados son llevados a la bodega de equipos antiguos o en mal estado, efectuando el siguiente procedimiento:

Tabla IV. **Plan de deposición**

Núm. de paso	Detalle	Persona encargada
1	Encargado de recepción recibe el transformador.	Recepción
2	Se evalúa el estado del transformador recibido.	Recepción
3	Se traslada el transformador al área de transformadores antiguos o dañados, por medio de un montacargas.	Operador
4	Se deposita el transformador en el área Indicada	Operador

Fuente: elaboración propia.

Con base en el proceso observado, se identifica que al ser depositado el transformador en el área, no se le da un seguimiento a futuro de este, a menos que los trabajadores necesiten identificar alguna característica del transformador, manipulándolo sin ninguna norma de seguridad o equipo de protección.

También con esto se puede observar que no se lleva un control específico o a detalle, de todos los transformadores que se encuentran en el área de depósito.

Todo este proceso es evaluado eventualmente por un supervisor del área de operación y fábrica.

2.2. Conocer la forma de exposición a los aceites dieléctricos PCB

La forma de exposición a los aceites PCB se presenta de las siguientes formas:

- Manipulación directa con las manos o cualquier parte del cuerpo con el aceite.
- Manipulación directa de equipos que contengan o que en algún momento hayan contenido el aceite.
- Por inhalación.
- Por ingestión del aceite o cualquier parte o equipo que lo haya contenido.

Hay demostraciones que el PCB puede causar una gran variedad de efectos adversos sobre la salud. Está comprobado que este puede causar cáncer, además de trastornos en el sistema inmunológico, reproductivo y nervioso.

Existen diversos estudios que sostienen la teoría de que el PCB causa cáncer en los animales. También se comprobó que en los seres humanos puede provocar la misma enfermedad. Los análisis realizados en trabajadores expuestos al PCB fueron alarmantes: se descubrieron casos de cáncer de hígado y la presencia de melanomas malignos. Con esto se confirmaría que el PCB tiene riesgos cancerígenos para los seres humanos.

El PCB tiene efectos tóxicos en la salud. Afecta el sistema nervioso, inmunológico, reproductivo y endocrinológico. Los trastornos inmunológicos que se producen por exposición al PCB se han estudiado en los monos macacos de

la India y en otros animales. Es importante observar que el sistema inmunológico de estos monos y de los seres humanos es muy similar. Las investigaciones revelaron que la exposición al PCB, puede causar una gran cantidad de efectos sobre el sistema, como una disminución del tamaño de la glándula timo en los monos pequeños, una reducción de la defensa inmunológica y afecta en la creación de anticuerpos. Cuando se debilita el sistema inmunológico, el individuo es más susceptible a contraer neumonía e infecciones virales. Si el sistema inmunológico está afectado, el organismo está más expuesto a contraer cáncer. Estos trastornos también se observaron en los humanos que consumieron aceite de arroz contaminado.

Los efectos sobre el sistema reproductivo se han estudiado en varios animales, entre los que se encuentran los monos macacos de la India, las ratas y los visones. Se encontraron varios trastornos en los animales que se analizaron. En primer lugar, se redujo el peso de la cría al nacer y disminuyeron los índices de fecundación y la tasa de natalidad. Los estudios también se llevaron a cabo en humanos, en especial en mujeres que trabajaron en contacto con el PCB. En estos casos se observó una disminución del peso al nacer y del tiempo de gestación.

Los efectos del PCB sobre el sistema nervioso han sido estudiados en monos y en otros animales. Los monos recién nacidos presentaron un déficit muy importante en el desarrollo neurológico, incluyendo el reconocimiento visual, la capacidad de memoria a corto plazo y las aptitudes para aprender e incorporar conocimientos. Estos estudios se basaron en los restos de PCB encontrados en la leche materna humana. Los resultados de las investigaciones realizadas en los seres humanos han sido similares a los trastornos encontrados en los monos. Estas semejanzas comprueban los trastornos que el PCB puede causar en el comportamiento humano.

Está demostrado que el PCB causa trastornos en el sistema endocrinológico. Disminuye el nivel de la hormona tiroides, que es fundamental para el normal crecimiento y desarrollo. Se ha demostrado que los roedores presentaron trastornos en la audición. En estudios realizados en los países Bajos y Japón, se ha relacionado la contaminación con PCB con la disminución del nivel de la hormona tiroides.

Otros efectos del PCB que no tienen relación con el cáncer, son las alteraciones cutáneas y oculares encontradas en seres humanos. También se encontró toxicidad en el hígado. El aumento de la presión arterial, los triglicéridos y el colesterol también fueron relacionados con la contaminación con PCB en seres humanos.

2.3. Evaluación de los trabajadores para verificar su conocimiento sobre los aceites dieléctricos PCB

Para medir el nivel de conocimiento de los trabajadores de la empresa con respecto al tema de los aceites dieléctricos PCB, se utilizó un cuestionario formulado de manera en que el trabajador pudiera indicar si conocía los PCB, su forma de manejo, su almacenamiento, los riesgos de un mal manejo, su forma de disposición y las enfermedades que estos podían ocasionar.

Ver anexo 2 donde se muestra el cuestionario de conocimiento de aceites PCB en la empresa GUARMESA.

2.4. Recolectar datos y evaluar la forma de manejo y desecho de los aceites dieléctricos PCB

En total se evaluaron a 6 miembros del personal de la empresa, quienes eran los encargados de la recepción, evaluación y manipulación de los transformadores y a su supervisor o encargado de área.

2.4.1. Creación de tablas con la información recolectada

- Indique su sexo

De las 6 personas evaluadas, 5 son de género masculino y 1 persona de género femenino.

- Rango de edad

De las 6 personas evaluadas, 1 persona está en el rango de los 20 a 25 años, 2 personas en el rango de 26 a 30 años, 2 personas en el rango de 31 a 35 años y 1 persona en el rango de los 35 años en adelante.

- ¿Conoce que son los aceites dieléctricos PCB?

4 personas de las 6 evaluadas, indicaron que si conocen que son los aceites dieléctricos PCB y únicamente 2 personas indicaron no saber de ellos.

- ¿Conoce que equipos contienen los aceites dieléctricos PCB?

De las personas evaluadas, 2 indicaron que conocen que equipos contenían aceite dieléctrico PCB, 4 que no.

- ¿Conoce los riesgos y enfermedades que ocasionan los aceites dieléctricos PCB?

De las personas evaluadas 2 indicaron conocer los riesgos y enfermedades que ocasionan los aceites dieléctricos PCB, 4 personas indicaron que no los conocen.

- ¿Conoce la forma adecuada del manejo y almacenaje de los equipos con contenido de aceite dieléctrico PCB?

Las 6 personas evaluadas, indicaron no conocer la forma adecuada del manejo y almacenaje de los equipos con contenido de aceite dieléctrico PCB.

- ¿Conoce la forma correcta de disposición de los equipos con contenido de aceites dieléctricos PCB?

Las 6 personas evaluadas también indicaron no conocer, la forma correcta de disposición de los equipos con contenido de aceites dieléctricos PCB.

2.5. Observación, análisis y recolección de datos del equipo de trabajo y herramientas utilizado por los trabajadores

Como parte del proceso de recepción, inspección, traslado y depósito de los transformadores, se efectuó un proceso de observación, recolección de datos y análisis de todo el equipo de trabajo y herramientas utilizados por los 5 operarios.

En el proceso de observación y recolección de datos, se tomó como muestra la recepción de 10 transformadores, teniendo los siguientes datos:

- Tipo de transformador

De la muestra de 10 transformadores evaluados, 8 son del tipo convencional y 2 son del tipo padmounted.

- Uso de equipo de seguridad industrial

De los 5 operarios evaluados quienes son los encargados del proceso, 2 de ellos utilizan equipo de seguridad industrial, el restante no lo utiliza.

- Uso de equipo de seguridad aislante ante los aceites pcb

Los 5 operarios encargados de los procesos no utilizan equipo de seguridad aislante ante los aceites PCB.

- Tipos de montacargas que posee la empresa

La empresa posee únicamente dos tipos de montacargas, uno que es de clase IV y el otro que es de tipo carretilla.

- Uso del tipo de montacargas

De la muestra de 10 transformadores evaluados, se pudo observar que 3 de ellos se transportaron con el montacargas clase IV y 7 de ellos se movilizaron con carretilla.

En el proceso se detectó que los trabajadores que participaron en la recepción, evaluación, transporte y depósito de los transformadores no

contaban con el equipo mínimo de seguridad industrial, que está conformado por:

- Casco
- Chaleco refractivo
- Botas con punta de acero
- Guantes
- Lentes

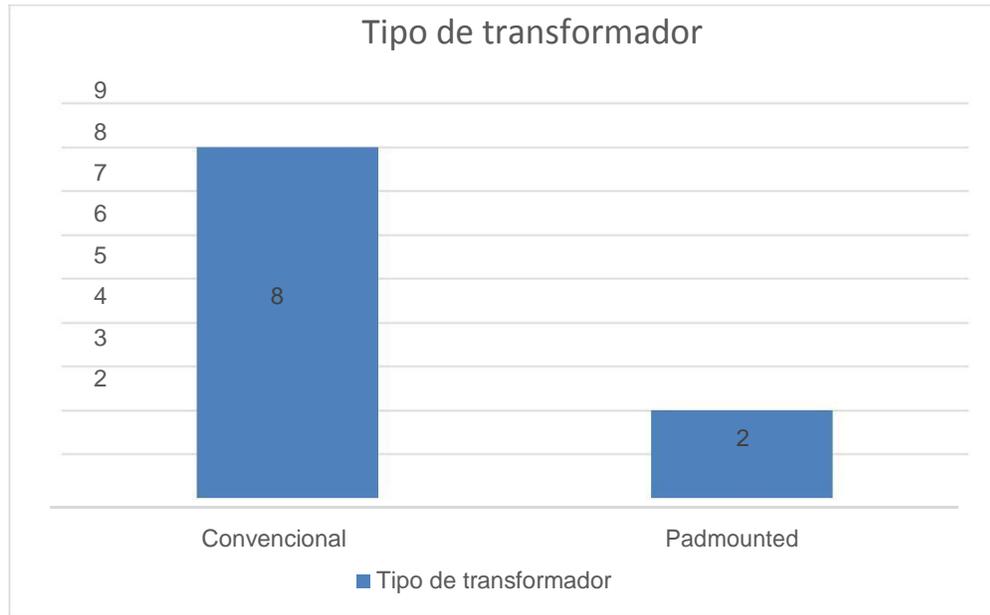
Se observó que ninguno de los trabajadores contaba con el equipo adecuado para el manejo de los transformadores, que contienen aceites dieléctricos PCB, y esto se da por que varios de ellos no conocen que equipo es el adecuado, para el manejo de los aceites PCB.

Entre el proceso se pudo observar que los trabajadores encargados del transporte y depósito de los transformadores tomaban el montacargas que estuviera más cerca, al momento de efectuar el trabajo sin considerar que el montacargas clase IV es más efectivo y seguro, para el transporte y manipulación de los transformadores.

2.5.1. Creación de gráficas con la información recolectada

A continuación, se presenta en forma gráfica la información recolectada de los procesos y conocimientos de los trabajadores.

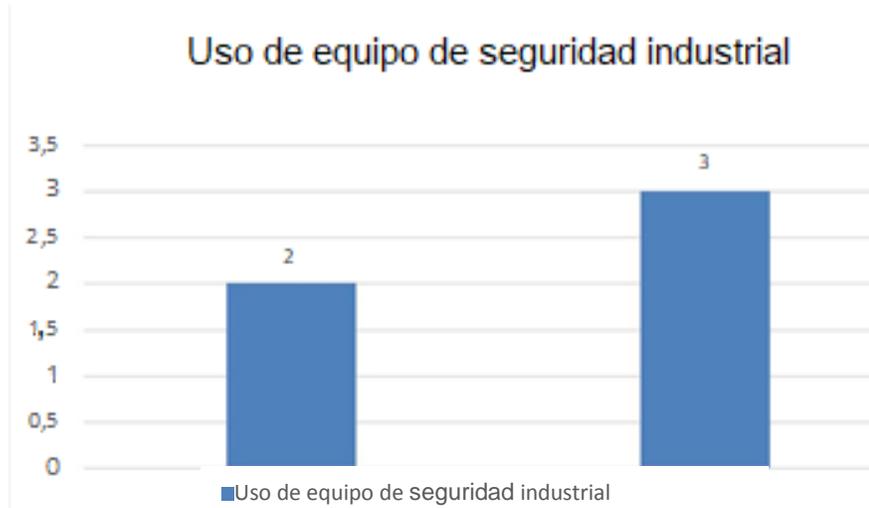
Figura 4. **Tipo de transformador**



Fuete: elaboración propia.

Ocho de los transformadores evaluados son del tipo convencional y 2 de ellos son del tipo padmounted.

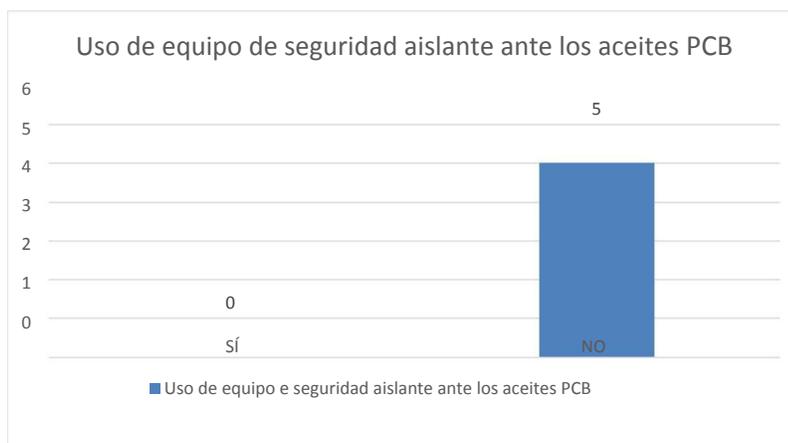
Figura 5. **Uso de quipo de seguridad industrial**



Fuete: elaboración propia.

De los 5 operarios, 2 de ellos utilizan el equipo de seguridad, el restante no lo hace.

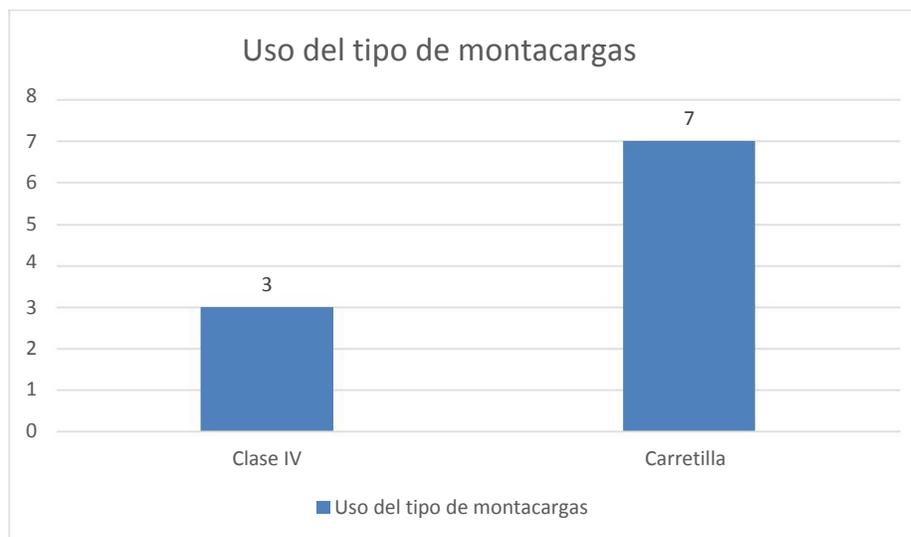
Figura 6. **Uso de equipo de seguridad**



Fuete: elaboración propia.

De los 5 operarios, ninguno de ellos utiliza equipo de seguridad aislante ante los aceites PCB.

Figura 7. **Uso del tipo de montacargas**



Fuete: elaboración propia.

De las 10 muestras tomadas para el traslado de los transformadores, se observó que tuvo mayor uso la carretilla siendo utilizada está en 7 ocasiones y el montacargas de clase IV fue utilizado en 3 ocasiones.

2.6. Observación, análisis y recolección de datos de las áreas de trabajo que conforman la empresa GUARME, S.A.

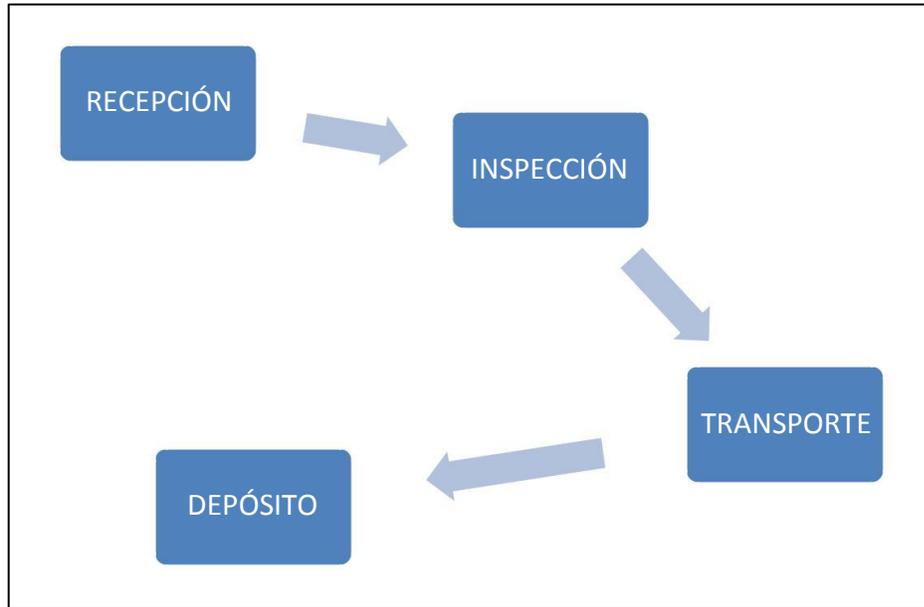
Para el proceso observación y recolección de datos de recepción, análisis, transporte y depósito de los transformadores con aceites dieléctricos PCB, se encontró que se utilizan 4 áreas dentro de la empresa, conformadas por:

- Recepción: área donde se reciben los transformadores y donde se ingresa el transformador a la base de datos de la empresa, también se identifica el transformador para su posterior ubicación en el área de depósito.
- Inspección: área de la empresa donde se inspeccionan los transformadores recibidos, esto para verificación y evaluación de su estado y condición de uso.
- Transporte: área de pasillos por los cuales se conducen los trabajadores, para el traslado de los transformadores desde el área de inspección hasta el área de depósito.
- Deposito: área donde se almacenan y depositan todos los transformadores que recibe la empresa.

2.6.1. Creación de gráficas con la información recolectada

El proceso de trabajo de la empresa GUARME, S.A. se divide en 4 áreas o fases de las cuales se recolecto información y se representa de forma gráfica.

Figura 8. **Pasos de envío**



Fuete: elaboración propia.

3. PROPUESTA DE MEJORA

3.1. Planteamiento de propuesta para la resolución de la problemática en la empresa GUARME, S.A.

Según el análisis previo efectuado a la empresa GUARMESA se determinó que no cumple con las normas mínimas de seguridad para el manejo, almacenaje y desecho de los aceites dieléctricos PCB. Se puede concluir que sus trabajadores tienen bajo conocimiento con el trato de estos componentes y quedó demostrado según los resultados obtenidos de la evaluación presentada a los mismos.

Es de vital importancia iniciar y plantear una propuesta para la resolución de la problemática presentada y que esta se pueda desarrollar, para evitar más daños al medio ambiente y a la salud de los trabajadores, tomando en cuenta a la población en general. Con esto se estaría cumpliendo con las normas internacionales dictadas en el Convenio de Estocolmo y con lo establecido con la firma en Guatemala el 29 de enero de 2002.

3.2. Análisis de posibles causas del problema

Para encontrar la problemática que afectan los procesos de la empresa se debe de revisar información general de la empresa y estadísticas de ellas de las cuales permitirá observar y obtener un mejor detalle de la situación de la empresa.

3.2.1. Revisión de información histórica

Actualmente no existe en la empresa GUARMESA un plan para el manejo y desecho de los equipos con aceites dieléctricos PCBS. En el momento en que se vende un nuevo equipo eléctrico, al recoger el equipo antiguo o dañado de los clientes, la empresa no cuenta con un área especial o preparada para el almacenamiento, tampoco con un plan específico de desecho que no afecte o dañe al medio ambiente.

Esto se debe también a que en Guatemala no existe una empresa especializada en la eliminación de los residuos PCB. Existen empresas a nivel mundial que se dedican a la eliminación de estas como por ejemplo en Francia, pero el hecho de transportar con todas las medidas de seguridad requerida y los costos derivados de estos, hacen casi imposible su transportación. Es por eso que actualmente en Guatemala, únicamente se utiliza el proceso de almacenaje. Para la eliminación puede ser únicamente por dos métodos:

- Incineración
- Decoloración

Es como de esta manera se puede observar que la empresa no cuenta con las herramientas y el equipo necesario, para el manejo y trato de los equipos con aceites dieléctricos PCBS, ni para su correcto almacenamiento. Observando y estudiando a los trabajadores se puede entender que ellos no conocen y no cuentan con la capacitación necesaria, para el manejo de los transformadores, y son manipulados sin ninguna protección o seguridad. El plan busca desarrollar un ambiente seguro para los trabajadores y de protección al medio ambiente.

3.2.2. Datos, tablas y gráficas obtenidas

Según análisis previo efectuado de toda la situación de la empresa, se pudo determinar que los trabajadores no están preparados para el manejo, transporte y almacenaje de los transformadores con aceites PCB, ni de sus desechos.

Entre las instalaciones de la empresa no se cuenta con áreas específicas o especializadas para el almacenaje y control de los transformadores. Se puede concluir en general que la empresa no está preparada o capacitada, para manipular los aceites PCB. Es necesario determinar una solución a la problemática presentada, porque con esto se estarán evitando problemas más graves a la empresa y de esta forma se está protegiendo al trabajador y al medio ambiente.

Es importante proteger al trabajador con el equipo adecuado, porque los problemas de salud que provocan los aceites PCB al tener contacto con ellos, pueden llegar a ser hereditarios con el paso de los años, siendo muchas veces imposibles de detectar desde un inicio, hasta que ya está bien avanzada la enfermedad siendo una de estas el cáncer.

3.3. Generación de soluciones e ideas

Como parte de la solución a la problemática presentada se quiere arrancar el problema de raíz y se presentan las siguientes ideas o propuestas para solventar el problema, estas son:

- Crear un manual de capacitación para los trabajadores con información general de los aceites dieléctricos, su correcta manipulación y almacenaje.
- Programa de capacitación continua.
- Entrega de herramientas y equipo adecuado para el manejo de los aceites dieléctricos PCB.
- Implementación de área de bodega para producto nuevo.
- Implementación de área de bodega de producto usado, recogido o dañado.
- Desarrollo de un programa de deposición de los equipos con aceites dieléctricos PCB.
- Muestreo de equipos con aceites PCB.

3.3.1. Proveer de un manual de capacitación a los trabajadores que manipulan equipos con aceites dieléctricos PCB

Es importante la educación a los trabajadores en temas de aceites dieléctricos PCB, capacitación continua. Para esto se entregará a los trabajadores un manual de capacitación el cual contendrá toda la información relacionada a los aceites dieléctricos PCB:

¿Qué son?, ¿De dónde vienen?, ¿Para qué sirven?, ¿Qué equipos los contienen y para qué son usados en estos equipos?, ¿Qué problemas ocasionan a la salud del ser humano?, ¿Qué daños ocasionan al medio ambiente?, ¿Cómo deben de ser manipulados?, ¿Con que herramientas se pueden manipular?, ¿En dónde deben de ser guardados?, ¿Cómo deben de ser desechados?, entre otros.

3.3.2. Programa de capacitación a los trabajadores de la empresa

Como parte de la preparación y capacitación para todo el equipo de trabajadores involucrados en el manejo de los transformadores, se estará llevando el siguiente programa, que incluirá, aprendizaje, manejo y evaluación de todo el tema relacionado a los aceites.

Tabla V. Programa de capacitación

Semana	Días	Detalle	Participantes
1	8	Lectura y aprendizaje del manual de capacitación.	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción • Inspección • Transporte • Deposito
2	2	Evaluación sobre el manual de capacitación.	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción • Inspección • Transporte • Deposito
3	3	Manejo de los equipos con aceite dieléctrico PCB.	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción • Inspección • Transporte • Deposito

Continuación de la tabla V.

3	1	Evaluación sobre el manejo de los equipos con aceite dieléctrico PCB.	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción • Inspección • Transporte • Deposito
3	1	Uso de las herramientas adecuadas para el manejo de los equipos con aceites PCB.	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción • Inspección • Transporte • Deposito
4	1	Evaluación sobre las herramientas adecuadas para el manejo de equipos con aceites PCB.	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción • Inspección • Transporte • Deposito
4	1	Plan de disposición de los equipos con aceite dieléctrico PCB.	<ul style="list-style-type: none"> • Deposito
4	1	Evaluación sobre el plan de disposición de los equipos con aceites dieléctrico PCB.	<ul style="list-style-type: none"> • Deposito

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Entrega de herramientas y equipo adecuado para el manejo de los aceites dieléctricos PCB

Para la utilización de equipo de protección y toma de muestras según las normas de OSHA, existen distintos equipos de niveles de protección siendo estas, nivel A, Nivel B, nivel C y nivel D. El primer nivel está indicado como de máxima protección, que es para áreas donde no hay buena ventilación. El equipo a utilizar es de respirador de aire, ropa anti química, overoles Braga Tyvec, guantes exteriores e interiores, botas punta de acero y casco.

El nivel B es utilizado para áreas sin ventilación natural pero solamente para realizar inspecciones. Para este nivel se entregará respirador de aire, ropa anti químicos, overoles, guantes exteriores e interiores, botas y casco.

El nivel C es para operaciones en áreas grandes de derrame de PCB, para este nivel es utilizado el purificador de aire, ropa anti químicos, guantes exteriores e interiores, botas punta de acero y mascara facial o gafas protectoras.

El equipo para el nivel D es utilizado cuando no hay riesgo respiratorio, pero si existe riesgo potencial de contacto. El equipo a utilizar es overoles, guantes, botas punta de acero, cubre botas, mascara facial y gafas.

Figura 9. **Respirador de aire**



Fuente: elaboración propia.

Es utilizado para evitar que las partículas contaminadas que se encuentran en el aire ingresen al sistema respiratorio.

Figura 10. **Ropa antiquímica**



Fuente: elaboración propia.

El traje de ropa antiquímica es utilizado para evitar que la piel de todo el cuerpo entre en contacto con químicos que la pueden irritar o dañar.

Figura 11. **Guantes exteriores**



Fuente: elaboración propia.

Los guantes exteriores son la primer barrera de proteccion con las que cuenta la persona que los utiliza y son los que entran en contacto directamente con el material con el que se este tratando.

Figura 12. **Guantes interiores**



Fuente: elaboración propia.

Los guantes interiores son la segunda barrera de proteccion y se colocan antes de los guantes exteriores. Estos proporcionan una segunda medida de proteccion en caso de que los guantes exteriores llegaran a fallar.

Figura 13. **Botas punta de acero**



Fuente: elaboración propia.

Las botas de punta de acero proporcionan seguridad para los pies ante cualquier objeto que pueda caer sobre ellos. Muchos de estos cuentan con otras características de protección ante distintas circunstancias como por ejemplo aislante eléctrico.

Figura 14. **Casco**



Fuente: elaboración propia.

El casco proporciona seguridad para la cabeza ante la caída de cualquier objeto sobre esta, evitando golpes o daños que puedan ocasionar alguna cortada o contusión.

Figura 15. **Gafas de seguridad**



Fuente: elaboración propia.

Las gafas de seguridad proporcionan seguridad para los ojos ante cualquier objeto o partícula que los pueda lastimar o irritar.

Figura 16. **Cubre botas de seguridad**



Fuente: elaboración propia.

Los cubre botas de seguridad proporcionan protección ante cualquier líquido que pueda caer sobre las botas puntas de acero, evitando de esta manera que lleguen hasta los pies.

3.3.4. Implementación de área de bodega de producto nuevo

El área para los equipos nuevos, deben de ser áreas con ventilación natural constante. Es importante resaltar que los transformadores nuevos ya no cuentan con aceites dieléctricos PCB, esto a partir de la firma y vigencia del convenio de Estocolmo, razón por la que ya no requieren de una manipulación en la cual se busque evitar el contacto con las partes del transformador.

Estas áreas de almacenamiento pueden ser bajo el sol o bajo un techo que provea de sombra, mientras están en resguardo para su uso. Esta debe de

contar con pasillos libres para poder permitir la circulación de los montacargas. La bodega debe de estar circulada por una malla metálica que impida el acceso a cualquier persona al área de almacenamiento. La bodega debe de contar con un área de acceso bajo resguardo con candados o cerraduras.

Figura 17. **Bodega**



Fuente: elaboración propia.

El plano anterior muestra, la distribución que debe de tener la bodega de producto nuevo, las medidas de esta deberán de ser de 40 metros de ancho por 80 metros de largo. La altura de la malla a instalar deberá de ser de 3 metros. El área de depósito deberá de ser de 1 metro de ancho por 70 metros de largo por estantería. El espacio entre pasillos deberá de ser de 3 metros. La identificación de colores en el plano indicará:

- Rojo: puerta de acceso con cerraduras
- Verde: área para depósito y colocación de los nuevos transformadores
- Blanco: pasillos para el movimiento y manipulación de los montacargas

3.3.5. Implementación de área de bodega de producto usado, recogido o dañado

Los transformadores usados, recogidos o dañados deben de ser almacenados en un área segura, que contenga los siguientes requerimientos:

- Poseer protección de la intemperie (techos y muros)
- Piso hermético
- Deben de estar ubicados en áreas altas evitando las inundaciones
- Presentar advertencias de seguridad
- Ventilación suficiente
- Únicamente debe de ingresar personal autorizado
- Debe de ser un área de acceso bajo resguardo con cerraduras

Al tener todo lo indicado, se deben efectuar inspecciones cada 30 días.

Al ser resguardados, se debe de iniciar con el proceso de drenado del aceite en barriles metálicos del tipo 2001 con cierre codificado de la ONU, y se colocan los barriles en cajas metálicas para su traslado.

Para los equipos y desechos contaminados, deben de estar permanentemente marcados, cada área de almacenamiento debe estar marcada, se debe reemplazar cualquier etiqueta que este descolorida o sucia. Todos los ítems que contengan PCB deben de ser marcados con la fecha en que es retirado de servicio, para su eliminación. La información que contiene la etiqueta debe de ser: Este producto contiene PCB que puede contaminar el ambiente, la salud y por ley debe de ser eliminado.

3.3.6. Desarrollo de un programa de deposición de los equipos con aceites dieléctricos PCB

- Ingreso del transformador al área de bodega de equipo usado, recogido o dañado.
- Almacenaje temporal del transformador en la bodega.
- Iniciar con el proceso de drenado del aceite en barriles metálicos.
- Colocación de los barriles en cajas metálicas.
- Etiquetado de barriles y áreas donde serán colocados, los recipientes, artículos y contenedores de residuos deben de estar permanentemente marcados. Esto hasta que el PCB haya sido desecho. Se debe de indicar la fecha en que fue retirado.
- Entregar al transportista las cajas metálicas contenedores de los barriles con aceites PCB. Cualquier movimiento de sustancias químicas, peligrosas o desechos peligrosos que contengan PCB, deben de respetar las obligaciones establecidas en los convenios de Basilea y Rotterdam. Estas se deben de consultar y respetar los aspectos legales e institucionales sobre el control de movimientos que se aplican, a las sustancias químicas y desechos peligrosos.
- El transportista tendrá que contar con las certificaciones respectivas para garantizar el transporte y almacenaje temporal de los aceites PCB. La garantía del transportista inicia en el momento en que carga la mercadería, liberando de esta forma al cliente que la entrega, de toda

responsabilidad que pudiese ocurrir entre la carga y la entrega, siendo su responsabilidad brindar la información necesaria, para entregar la mercadería segura. El transportista debe verificar si cumple con las regulaciones para el transporte de este tipo de productos, siendo cinco normas:

- Transporte terrestre nacional
- Transporte terrestre internacional (ADRRID)
- Transporte marítimo (IMDG-IMO)
- Transporte aéreo
- Transporte ferroviario

El transportista debe de considerar que existen nueve clases de peligro, que podrían afectar la carga, siendo estas:

- Explosivos, municiones y fuegos artificiales
- Gases comprimidos, licuados o disueltos
- Líquidos inflamables
- Sólidos inflamables
- Agentes oxidantes
- Sustancias tóxicas e infecciosas
- Sustancias radiactivas
- Sustancias corrosivas
- Materiales peligrosos varios

3.4. Análisis de soluciones propuestas

Entre las distintas soluciones propuestas se tiene como situación primordial la protección del trabajador y de todo el entorno existente, que tiene

contacto directo e indirectamente con los aceites PCB. Es importante resaltar que se ha buscado la protección de ambos en las propuestas efectuadas. Esto ayudará a la empresa a evitar cualquier incidente a futuro.

3.5. Ventajas y desventajas de las propuestas

- Como ventaja de las propuestas que fueron presentadas se encuentra la seguridad y salud de los trabajadores. Esto al ofrecerles medios seguros de transporte, equipos y herramientas para la manipulación de los equipos con aceites PCB.

También se resalta la protección que se le dará al medio ambiente, porque con ellos se evitará que los contaminantes lleguen a los suelos y subsuelos, con esto deteniendo grandes cantidades de contaminación que también afectarían la salud del ser humano.

Se tendrá un mejor control de los equipos dañados o recogidos que se encuentren en las bodegas y se podrá disponer de un área adecuada para todos los equipos nuevos, llevando también de esta manera un mejor control de los mismos.

- Como desventaja se tendrán los costos de las áreas de la nueva bodega y de la bodega de equipo dañado que se tenga que implementar, así también de los costos del equipo de protección de cada trabajador.

3.6. Selección de la mejor propuesta a implementar

Las propuestas que se llevarán a cabo son:

- Implementación de área de bodega de producto usado, recogido o dañado.
- Implementación de área de bodega de producto nuevo.
- Programa de capacitación.
- Entrega de herramientas y equipo adecuado para el manejo de aceites PCB.
- Desarrollo de un programa de deposición de los equipos con aceites PCB.

3.7. Análisis financiero de la propuesta a implementar

Tener un detalle económico y financiero de la propuesta a implementar, nos ayudara a que la empresa pueda analizar la posibilidad de ejecutar el plan y proceso de cambio de una forma adecuada sin que se vea afectada la contabilidad de la empresa.

Tabla VI. **Costos**

Implementación de área de bodega de producto usado, recogido o dañado. (450).	Q 145 000,00
Implementación de área de bodega de producto nuevo. (450).	Q 60 000,00
Herramientas y equipo adecuado. (Q 1 700,00 c/u (5 trabajadores)) + 1 reemplazo para cada trabajador.	Q 17 000,00
Total	Q 222 000,00

Fuente: elaboración propia.

4. FORMA DE IMPLEMENTACIÓN

4.1. Análisis y manejo de la idea a implementar

Se debe de hacer conciencia a cada trabajador que los cambios que se efectuaran en el manejo, trato y almacenamiento de los aceites PCB, es por el resguardo de la salud de cada uno de ellos, y de la de todos los seres humanos. También es importante resaltar que con estas medidas se está cuidando el medio ambiente y se está evitando daños a los suelos. Desapareciendo la contaminación ocasionada por estos químicos en su mayoría.

4.2. Estructuración y organización de la forma de implementación

La estructuración y organización de la forma de implementación se efectuará de forma en que siga una secuencia que lleve a los cambios en todas las propuestas efectuadas, teniendo como resultado positivo la protección de todos los trabajadores y el cuidado del medio ambiente, evitando con esto una penalización para la empresa en el futuro.

4.2.1. Verificación y análisis de la información histórica

Como ya se ha establecido, actualmente la empresa no cuenta con un área específica de separación y con las normas de seguridad establecidas para la protección de los equipos y aceites con dieléctrico PCB. Según la información histórica y normas establecidas, se empezaron a fabricar y distribuir de forma

industrial en 1929 en Monsanto, Estados Unidos. Y su utilización fue de forma extensa de 1930 a 1989 a nivel mundial.

Teniendo como datos sobresalientes a lo largo del tiempo los siguientes:

- En 1970, la agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos por sus siglas en inglés EPA, inicia con los estudios sobre los PCB.
- En 1976, se prohíbe la distribución y producción comercial de los PCB en los Estados Unidos.
- Entre 1929 y 1977 solo en Estados Unidos, se calcula una producción aproximada de 555 000 toneladas de PCB.

Las razones por las cuales se restringió en 1976 el uso de los PCB en los equipos eléctricos y en general fue por:

- No son biodegradables
- Se bioacumulan
- Se describió que los PCB son casi indestructibles y se acumulan en las cadenas biológicas, razón por la cual dañan la salud del ambiente y de los seres humanos. Estos han sido encontrados en todos los escalones de la cadena alimenticia, y se han encontrado en los tejidos del ser humano. El órgano más propenso para acumularse en el cuerpo humano es el hígado.

4.2.2. Análisis de datos, tablas y estadísticas propuestas

Al finalizar los trabajos de adecuación y cambios en las áreas de bodega, capacitación de todos los trabajadores que tienen contacto con los equipos y aceites PCB, y entrega de equipo de protección y seguridad, se tendrán datos, estos servirán como indicadores iniciales para la protección de los distintos trabajadores.

Tabla VII. **¿Conoce que son los aceites dieléctricos PCB?**

Si	6
No	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **¿Conoce que equipos contienen los aceites dieléctricos PCB?**

Si	6
No	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **¿Conoce los riesgos y enfermedades que ocasionan los aceites dieléctricos PCB?**

Si	6
No	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **¿Conoce la forma adecuada del manejo y almacenaje de los equipos con contenido de aceite dieléctrico PCB?**

Si	6
No	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **¿Conoce la forma correcta de disposición de los equipos con contenido de aceites dieléctricos PCB?**

Si	6
No	0

Fuente: elaboración propia.

4.2.3. Diseñar y estructurar la propuesta de la forma de implementación

- Implementación de área de bodega de producto usado, recogido o dañado:
 - Se deberá buscar un lugar según las indicaciones efectuadas, de no ser apto según lo solicitado, se deberá de adecuar siguiendo las normativas de seguridad y prevención.
- Implementación de área de bodega de producto nuevo:

- Se deberá buscar paralelamente un área segura y específica para el área de producto nuevo, de no contar con esta área, se deberá de adecuar según las necesidades indicadas.
- Programa de capacitación:
 - Después de finalizada las implementaciones de áreas de bodega de producto usado y nuevo, se iniciará con el programa de capacitación a los trabajadores el cual tendrá una duración de 4 semanas. Aprenderán todo lo relacionado con los aceites PCB, el uso y manejo de las herramientas adecuadas. El equipo de protección necesario para evitar cualquier contacto con la piel. Se les enseñará la correcta deposición de los aceites PCB.
- Entrega de herramientas y equipo adecuado para el manejo de aceites PCB:
 - Al finalizar el programa de capacitación se le estará haciendo entrega a todos los trabajadores de sus herramientas y equipo de protección.
- Desarrollo de un programa de deposición de los equipos con aceites PCB:
 - Al tener finalizado el programa de capacitación y la entrega de herramientas y equipo de protección, se procederá con el inicio del programa de deposición de los equipos con aceites PCB.

4.3. Implementación, desarrollo y trabajo de la propuesta

Para que el cambio se pueda dar de una forma en que se vean los cambios dentro del proceso de la empresa, es necesario desarrollar un programa que involucre a todas las áreas de la empresa y por lo cual se detalla lo siguiente:

4.3.1. Cronograma de actividades

El cronograma de actividades permitirá calendarizar de forma que se abarquen todas las áreas de la empresa y que todas se capaciten.

Tabla XII. Cronograma de actividades

Mes	Semanas	Detalle	Participantes
1; 2	8	Implementación y construcción de bodega de producto usado, recogido o dañado.	<ul style="list-style-type: none"> • Contratista de construcción
1; 2	8	Implementación y construcción de bodega de producto nuevo.	<ul style="list-style-type: none"> • Contratista de construcción
3	4	Capacitación de trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> • Catedráticos • Recepción • Inspección • Transporte • Deposito • Supervisión
4	1	Entrega de herramientas y equipo adecuado para el manejo de aceites PCB.	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción • Inspección • Transporte • Deposito
4 y 5	7	Desarrollo de un programa de deposición de los equipos con aceites PCB.	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción • Inspección • Transporte • Deposito • Supervisión

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Instalación e implementación de la propuesta de mejora

La instalación e implementación de las áreas de bodega nueva y de producto usado puede iniciarse, en cualquier momento en que la empresa autorice la construcción. Al finalizar las construcciones, se inicia con la capacitación de los trabajadores, para que en el momento en que sea entregado el equipo de protección y herramientas, ya estén capacitados para poder usarlos.

Al finalizar con la capacitación y entrega del equipo, se inicia con el programa de deposición de los equipos con aceites PCB.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

5.1. Creación e implementación del método de evaluación

Se debe evaluar la capacitación y el nivel de aprendizaje de cada trabajador. Esto para verificar que todo el conocimiento trasladado con el trato y manejo de los aceites PCB haya sido adquirido de manera que pueda ser aplicado en el trabajo diario que ellos tendrán. Se debe de verificar que no exista contacto por ningún motivo entre la piel del ser humano y los aceites PCB.

5.1.1. Selección del mejor método de evaluación para trabajadores, manejo de equipos, almacenaje y deposición

Los materiales, herramientas y equipo de protección deben ser revisados, evaluados y verificados periódicamente mediante un sistema de check list o cuando el trabajador así lo indique, ya sea por fallas, desgaste o inseguridad que le pueda provocar al trabajador. Esto con la finalidad de evitar que un equipo dañado entre en contacto con el trabajador y pueda afectar la salud del mismo.

El manejo y almacenaje de los equipos con aceites PCB, y los desechos PCB deben de ser evaluados constantemente, esto mediante un proceso de check list. En la evaluación se deben de considerar todas las medidas necesarias, para evitar que los aceites se vayan a derramar mientras estén siendo manejados o almacenados.

5.1.2. Diseñar el método de evaluación

El diseño de un correcto método de evaluación nos permitirá capacitar a los trabajadores de una forma completa obteniendo con esto una actualización en el currículo de cada uno.

Tabla XIII. **Método de evaluación**

Detalle	Descripción	Fecha de evaluación
Bodega de producto usado, recogido o dañado.	Se debe de evaluar la bodega, para verificar que cumpla con lo establecido y que todo esté en orden.	1 vez al mes
Bodega de producto nuevo.	Se debe de evaluar la bodega, para verificar que cumpla con lo establecido y que todo esté en orden.	1 vez al mes
Capacitación de trabajadores.	Se verificará y evaluará que el trabajador conozca el tema de los aceites PCB y sus distintas protecciones y métodos de seguridad.	1 vez cada 6 meses.
Herramientas y equipo adecuado para el manejo de aceites PCB.	Se evaluará el estado y equipo de protección que utilizaran los trabajadores, para sus labores diarias.	1 vez cada 3 meses.
Programa de deposición de los equipos con aceites PCB.	Se verificará por medio de controles que todo el proceso de deposición de los aceites PCB, sea el indicado según la normativa.	1 vez cada 15 días.

Fuente: elaboración propia.

5.2. Elaboración de evaluación

A continuación, se detalla el proceso de evaluación.

5.2.1. Realización de evaluación a los distintos grupos de trabajo sobre la propuesta e implementación realizada

Como parte de la mejora que se busca efectuar en conjunto con el personal de la empresa, tanto como de beneficio para ellos con respecto a su salud y también con el cuidado del medio ambiente, se efectuará evaluación a los trabajadores para conocer su postura y opiniones sobre los trabajos efectuados, en los cuales se podrá observar si están de acuerdo con las implementaciones realizadas o en caso ser contrario, se podrá analizar las opiniones que ellos tengan para evaluar y poner en marcha, si alguna característica del proceso puede ser modificada o agregada según sea lo indicado. Esto se trabajará por medio de una evaluación en la cual podrán emitir todas sus opiniones con respecto a las áreas de mejora.

5.2.2. Evaluación de las áreas, equipos y herramientas de trabajo para verificación con el cumplimiento del programa

Es importante la verificación constante mediante lo indicado en los puntos anteriores, porque con esto se podrá constatar que el programa este siendo efectuado según lo establecido. Es importante resaltar que el programa debe de ser trabajado a cabalidad según el cronograma, con esto la culminación de una fase podrá ser el inicio exitoso de la siguiente fase.

5.3. Análisis de los resultados de las evaluaciones

El análisis de los resultados ayudara a que se puedan interpretar las respuestas y el nivel de conocimientos adquiridos por los trabajadores.

5.3.1. Análisis de los resultados obtenidos en las evaluaciones

Los datos son obtenidos por medio de la evaluación efectuada a los trabajadores conociendo su opinión.

Tabla XIV. **¿Cantidad de trabajadores encuestados?**

6

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **¿Obtuvo usted algún conocimiento con la capacitación brindada?**

Si	6
No	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **¿Considera que la capacitación brindada cumple con las expectativas de lo que esperaba acerca del programa?**

Si	6
No	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **¿El programa ha causado conciencia en su persona, en relación a cómo pueden afectar los aceites PCB su salud humana y la contaminación del medio ambiente?**

Si	6
No	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **¿Después de la implementación de todas las propuestas, cree que su trabajo es ahora más seguro con el manejo de los aceites PCB?**

Si	6
No	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **¿Cambiaría usted algo en el programa efectuado?**

Si	0
No	6

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **¿Está usted de acuerdo con las constantes evaluaciones y supervisiones?**

Si	6
No	0

Fuente: elaboración propia.

5.3.2. Discusión de los resultados obtenidos en las evaluaciones

Es importante resaltar el impacto que obtuvo el programa de capacitación de los 6 trabajadores del área de operaciones, que tienen a su cargo el manejo de los equipos con aceites PCB. Según los resultados obtenidos de las evaluaciones “Conociendo su opinión”, se puede observar que ellos están satisfechos con la enseñanza que les brindó el programa, y el grado de seguridad y protección que presentará para sus vidas a lo largo de las labores que efectúen con los equipos.

5.3.3. Realización de informe con los resultados obtenidos de las evaluaciones

Como se ha mencionado, actualmente en Guatemala no existen instalaciones con una tecnología adecuada para la destrucción de las sustancias tóxicas cloradas o sustancias con contenido PCB, la única alternativa de destrucción que existe es una exportación a Europa como por ejemplo Francia, en donde son destruidas mediante el método de incineración el cual debe de efectuarse por instituciones calificadas y certificadas, capaces de alcanzar temperaturas mayores a los 1 100 grados centígrados. A temperaturas menores estas podrían causar dioxinas y furanos altamente contaminantes.

La reducción con sodio es una alternativa a la incineración, capaz de descontaminar equipos eléctricos con PCB y otras sustancias con contenido PCB. Se puede reclasificar y reutilizar un alto porcentaje de transformadores, pero para esto se debe estar preparado con laboratorios y equipo especializado para dichas actividades.

5.4. Conclusión de las evaluaciones practicas

El programa y las propuestas de implementación son bien tomadas por los trabajadores del área de operaciones, porque con este se sienten más seguros en las labores que practican día a día. Para la empresa, es un avance muy significativo en relación a la protección de sus trabajadores y cuidado del medio ambiente. Con esto la empresa asegura la puesta en marcha, avance y desarrollo de los convenios internacionales ante los aceites PCB.

6. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Evaluación preliminar de la disposición del equipo con aceite dieléctrico PCB

La evaluación preliminar deberá de efectuarse mediante muestras que deberán de ser enviadas al laboratorio especializado para su evaluación. Esta muestra indicará el nivel de porcentaje de Bifenilos que pueda contener. Para su extracción se utilizará el procedimiento indicado en el manual de capacitación de aceites PCB.

6.1.1. Área de bodega de equipo usado, recogido o dañado

El área nueva de bodega de equipo usado, recogido o dañado, no debe contener derrames o residuos del aceite PCB en el suelo, esto para evitar que este se contamine. Cualquier contaminación que exista deberá ser tratada mediante procedimiento indicado en el manual de capacitaciones de aceites PCB.

6.1.2. Forma de desecho

Derivado de que en Guatemala únicamente existen métodos de almacenaje de los aceites PCB, su desecho queda pospuesto hasta que exista un método seguro y económico para la empresa. Mientras tanto se deberán de resguardar y almacenar como se indica en el manual de capacitaciones de Aceites PCB.

6.2. Estudio o diagnostico socioambiental

El valor de la inversión total según el análisis financiero efectuado al plan de implementación se puede trabajar en dos fases o aportes, siendo el primero el más significativo porque prepararía las áreas de la empresa, para el almacenaje de los transformadores con aceites PCB. Quedando un segundo aporte como complemento y finalización de la inversión.

Tabla XXI. Valor de la inversión total según el análisis financiero

Costos		
Implementación de área de bodega de producto usado, recogido o dañado. (450).	Q 145 000,00	Fase 1
Implementación de área de bodega de producto nuevo. (450).	Q 60 000,00	
Herramientas y equipo adecuado. (Q 1 700,00 c/u (5 trabajadores)) + 1 reemplazo para cada trabajador.	Q 17 000,00	Fase 2
Total	Q 222 000,00	

Fuente: elaboración propia.

6.3. Estudio de impacto ambiental detallado

A continuación, se presenta el estudio de impacto ambiental el cual nos indicara los efectos que se pueden tener con el medio ambiente.

6.3.1. Plan de mitigación de impactos

Con la puesta en marcha de este plan se formulan un conjunto de medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales significativos. Con esto se reducen y neutralizan los riesgos y accidentes que puedan ocasionar los aceites PCB ante cualquier situación que se presente.

6.3.2. Plan de capacitación

El plan de capacitación y preparación deberá de efectuarse según el manual de capacitación de aceites PCB, esto preparará a todos los trabajadores para el transporte y almacenaje de los aceites.

6.3.3. Plan de monitoreo

Las evaluaciones constantes de monitoreo evitarán que puedan ocurrir accidentes que afecten el funcionamiento de la empresa y sus distintos procesos, además da la capacidad de atender cualquier emergencia o situación que sea necesaria, actuando de forma segura, cuidando la salud del trabajador y el medio ambiente.

6.4. Realización de la evaluación ambiental estratégica

Con la realización del plan de evaluación ambiental y el plan de desarrollo para el transporte y almacenaje de los aceites PCB, se está cumpliendo con el Convenio de Estocolmo y con el Decreto 60-2007 del Gobierno de Guatemala, el cual ratifica el cumplimiento del mismo.

CONCLUSIONES

1. Debido a las características de los PCB, estas sustancias son dañinas para la salud, entre sus principales efectos al ser humano son: cáncer, enrojecimiento y dolor por contacto de la vista, hipersecreción de glándulas lagrimales, acné, irritaciones y en algún caso lesiones dérmicas severas.
2. De acuerdo al tipo de prueba que se les realiza a las muestras de PCB se establece una cantidad adecuada, para que la muestra sea significativa y que esta no varíe en forma considerable a las características dieléctricas del aceite en cuestión, porque esto produciría un mal funcionamiento en los equipos, calentamiento y riesgo de arco eléctrico.
3. Se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones al realizar los distintos muestreos, esto para evitar que en las pruebas ocurra cualquier accidente que afecte el proceso: válvulas cerradas, recipientes debajo de la tubería, verificar la presión, si la tapa de seguridad se encuentra equipada realizar la instalación con un sellador anti endurecedor.
4. Al realizar el transporte de transformadores, equipos contaminados y otros contenedores de desechos o residuos con Bifenilos Policlorados, seguir los lineamientos específicos a nivel internacional estos se encuentran sujetos por la ratificación del convenio de Estocolmo, estos garantizaran la seguridad de los técnicos y del transporte de los equipos.

5. Seguir los lineamientos para el embalaje de transformadores y residuos de PCB, entre estos el embalaje que se adecuado para el aceite dieléctrico contaminado, utilizar los toneles apropiados para almacenamiento, en el almacenamiento se deben de cuidar los distintos procesos y normativos indicados, esto para evitar cualquier accidente que perjudique el proceso de la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Realizar la gestión, seguimiento, control y eliminación de los equipos eléctricos que contienen PCB y sus residuos.
2. Que la empresa investigue y evalúe los distintos procesos de destrucción de los aceites PCB en otros países, para que estos puedan ser trasladados y eliminados, de esta manera dejen de ser propiedad de la empresa.
3. Revisar y evaluar constantemente los distintos procesos de almacenamiento, esto para evitar que se estén efectuando de una forma errónea.
4. Capacitar al personal que tiene contacto directo con PCB tanto en manejo de equipos, materiales contaminados, equipos de protección adecuados y tipos de contaminación que se encuentran en la manipulación de PCB.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bifenilos policlorados (PCB). *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades ATSDR (siglas en ingles)*. [en línea]. <http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts17.pdf>. [Consulta: 20 de febrero de 2018].
2. Convenio de Basilea. Manual de Capacitación. *Preparación de un plan nacional de manejo ambientalmente adecuado de los bifenilos policlorados (PCB) y de equipos contaminados con PCB*. Serie del Convenio de Basilea No 2003/01. 103 p.
3. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. Guatemala: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. 2018. 112 p.
4. Organización de las Naciones Unidas. *Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos químicos (SGA)*. 3a ed. 2009. 578 p.
5. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Manual. *Transformadores y condensadores con PCB: desde la gestión hasta la reclasificación y eliminación*. 2002. 65p.

6. Secretaría del Convenio de Basilea. Manual de Entrenamiento. *Tecnologías de destrucción y descontaminación para PCB y otros Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), bajo el convenio de Basilea*. Volumen B. 60 p.
7. Secretariat of the Basel Convention. *United Nations Environment Programme*. [en línea]. <www.basel.int>. [Consulta: 1 de marzo de 2018].
8. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). [en línea]. <<http://chm.pops.int/Home/tabid/2121/Default.aspx>>. [Consulta: 1 de marzo de 2018].

APÉNDICES

Apéndice 1. **GUARMESA Check list recepcion**

Núm. orden _____

Fecha _____

Check list recepción de transformador

Nombre del fabricante	
Potencia en KVA	
Nombre del dieléctrico	
Peso (total y liquido)	
Año de fabricación	
Voltaje	
Empresa encargada	
Contacto	
Teléfono	
Correo	

Persona quien recibe: _____

Firma

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Conocimiento aceites PCB en la empresa GUARMESA**

Fecha: _____

Evalúador: _____

Nombre trabajador: _____

Operación que efectúa en la empresa: _____

Sexo: M ____ F ____

Edad: _____

1. ¿Conoce que son los aceites dieléctricos PCB? Sí ____ No ____

2. ¿Conoce que equipos contienen los aceites dieléctricos PCB?
Sí ____ No ____

3. ¿Conoce los riesgos y enfermedades que ocasionan los aceites dieléctricos PCB? Sí ____ No ____

4. ¿Conoce la forma adecuada del manejo y almacenaje de los equipos con contenido de aceite dieléctrico PCB? Sí ____ No ____

5. ¿Conoce la forma correcta de disposición de los equipos con contenido de aceites dieléctricos PCB? Sí ____ No ____

Firma trabajador

Firma evaluador

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Montacargas clase tipo IV**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Carretilla para movimiento de carga**



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. **GUARMESA Manual de Capacitación Aceites PCB para la empresa GUARME, S.A.**

Manual de Capacitación Aceites PCB para la empresa GUARME, S.A.

Guatemala, abril de 2018

GLOSARIO

Abiertas	durante su uso o son irrecuperables tras su utilización. Las aplicaciones abiertas liberan PCB directamente al medio ambiente (ejemplos: plastificantes, neopreno y cauchos clorados).
Absorción	Penetración de una sustancia en la estructura interna de otra.
Aceite mineral	Aceite mineral que se ha contaminado con PCB en los transformadores.
Adsorción	La adherencia de contaminantes como los PCB en superficie de materiales (p.ej., micro poros).
Aplicaciones	Aplicaciones en las que los PCB se consumen.
Aplicaciones	Aplicaciones en la que los PCB están confinados.
Aplicaciones	Se refiere a los equipos o materiales con contenido de PCB.
Askarel	Fluido de equipo eléctrico de alta concentración de PCB, que generalmente contiene entre 40-100% de Bifenilos Policlorados.

Balastro	Es un dispositivo electromagnético, electrónico o híbrido que, por medio de inductancias, capacitancias, resistencias, y/o elementos electrónicos (transistores, tiristores, etc.), solos o en combinación, limitan la corriente de lámpara y, cuando es necesario, la tensión y corriente de encendido.
Bioacumulación	Propiedad de ciertas sustancias de acumularse en los organismos vivos.
Biodegradación	Descomposición de ciertas sustancias por los organismos vivos (por ejemplo, bacterias). La biodegradación es uno de los procesos más importantes en la eliminación de desechos.
Capacitores	Dispositivos que acumulan y mantienen una carga de electricidad. Algunos contienen PCB como fluido dieléctrico que separa las distintas superficies conductoras.
Cerradas	dentro de un equipo totalmente sellado. En este caso, las probabilidades de que los PCB puedan pasar al medio ambiente, se limitan a la ocurrencia de fugas o derrames, como resultado del deterioro de los equipos.
Compuesta	muestras simples.

Congéneres	Configuración o diferentes configuraciones de los enlaces y número de átomos de Cloro unidos con la/s molécula/s de Fenilo/s; lo que en resumidas cuentas sigue siendo PCB, pero con diferentes posiciones de radicales y, por ende, con diferentes propiedades químicas y grado de toxicidad.
Contaminado	concentraciones bajas, generalmente menores de 500 ppm.
Contaminantes de cloración	Son sustancias químicas que permanecen en la destrucción química de la molécula de PCB por medio de remoción de los átomos de cloro con el fin de bajar la concentración de PCB en el aceite.
Descontaminación	Proceso que consiste en la remoción física de los contaminantes o en la alteración de su naturaleza química para transformarlos en las sustancias inocuas.
Desechos de PCB	Cualquier equipo, líquido, sólido o sustancia resultante del contacto con PCB y que no se puede volver a utilizar.
destrucción / eliminación	La destrucción hace parte de los procesos de eliminación y se refiere a la terminación de la existencia de sustancia o compuesto.

Dieléctrico	Sustancia que no permite el pasaje de corriente eléctrica a través de sí, no es conductora. Sinónimo: aislante.
Dioxinas	Nombre genérico del grupo de las dibenzopdioxinas policloradas (PCDD), que pueden originarse como resultado de la combustión de materiales que contienen PCB.
Dosis letal	Cantidad necesaria y suficiente de un tóxico para causar la muerte.
Isómero	Compuestos con la misma fórmula molecular, pero con diferentes propiedades debido a la estructura de la molécula.
Muestra simple	Es la muestra que corresponde a una porción del material tomada en un solo punto sobre la superficie o a determinada profundidad, según el caso.
Muestreo	Es el procedimiento mediante el cual se toman una o varias porciones de un material de modo que la muestra resultante presente las mismas características de este. Las características del material se determinan mediante el análisis de laboratorio a las muestras tomadas. El muestreo debe garantizar además que las características de las porciones tomadas permanezcan intactas, de modo que debe garantizar su integridad desde la

toma de la muestra en el campo hasta el momento de su análisis.

Mutagénesis

Introducción de cambios en una célula que aparecen como consecuencia de la acción de sustancias químicas y agentes físicos.

Orgánicos

Se bioacumulan a través de la cadena.

Permitividad

Propiedad de un dieléctrico para reducir la potencia de la fuerza electrostática, la cual se expresa como la relación de su potencial en el vacío. Sistema para medir esta reducción.

Persistentes (COP)

alimenticia y suponen un riesgo al provocar daños a la salud humana y al ambiente. Sobre los primeros COP que se ha decidido actuar desde el ámbito internacional son: Aldrín, Clordano, DDT, Dieldrín, Endrina, Heptacloro, Hexaclorobenceno, Mirex, Toxafeno, Bifenilos Policlorados (PCB), Dioxinas y Furanos.

Pirólisis

Disociación de un compuesto químico bajo los efectos del calor (sin oxidación). Sinónimo: termólisis.

Sustitución

Operación que consiste en escurrir los PCB de un transformador, que puede o no resultar en una descontaminación y reemplazarlos con un fluido

sustituto; la descontaminación se define como una operación cuyo fin es asegurar un nivel sustentable de PCB en un fluido con una concentración inferior a 50 ppm.

Teratogénico

Dícese de las sustancias que, a través de su acción en el embrión pueden causar malformaciones congénitas.

Vida media

Tiempo que transcurre para que la mitad de la cantidad de una sustancia sea removida desde el medio ambiente.

ABREVIATURAS

Términos científicos y técnicos

GPC: cromatografía gaseosa Gamma

GT: gama- glutamiltranspeptidasa

PCB: bifenilos policlorados

PCDD: dibenzoparadioxinas policloradas

PCD F: dibenzofuranos policlorados **PCDP:** difenilos policlorados.

PCT: terfenilos policlorados

SGOT: transaminasa glutámica oxalacética sérica **SGPT:** transaminasa glutámica pirúvica sérica.

TCBT- T: designa al producto comercial “ Ugilec- T”, compuesto de un 60 % de tetraclorobenzotolueno, (TCBT) se conoce con la marca comercial “Ugilec 141”,y un 40 % de triclorobenceno.

TCD D: tetraclorodibenzodioxina

TCD F: tetraclorodibenzofurano

ppm: partes por millón o miligramos por kilogramo

ppb: partes por billón o miligramos por tonelada métrica

1 mg PCB / kg = 1 ppm PCB

1 ng PCB / kg = 1 ppb PCB

1 % PCB = 10 000 ppm PCB

100 % = 1 000 000 ppm

kVA = Kilovoltampere

L = Litro Kg = Kilogramo

µg = Microgramo

ppm Partes por millón, lo mismo que mg/kg en sólidos o mg/l en líquidos

SIGLAS DE ORGANIZACIONES

ADR	Acuerdo europeo sobre el transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera.
FMMA	Fondo Mundial para el Medio Ambiente.
OMCI	Organización Consultativa Marítima Intergubernamental (IMCO) (sustituida por la Organización Marítima Internacional).
IMDG	CÓDIGO Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas.
OMI	Organización Marítima Internacional.
USEPA	United Status Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU).

INFORMACIÓN GENERAL

Convenio de Estocolmo

El convenio de Estocolmo tiene como objetivo la prevención y manejo seguro de los contaminantes orgánicos persistentes, para la protección del ambiente y la salud humana a través de medidas para reducir o eliminar dichas sustancias y otras que el convenio establece; muchos países han rectificado dicho convenio y se han comprometido a cumplir sus lineamientos, entre estos países se encuentra en Guatemala.

Es un acuerdo internacional que regula el tratamiento de las sustancias tóxicas, fue firmado el 22 de mayo de 2001 en Estocolmo, Suecia. El gobierno de Guatemala firmó el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes y posteriormente lo ratificó en el año 2008, convirtiéndose en uno de los países parte y está obligado a cumplir con la reducción y eliminación de las sustancias listadas en los anexos del Convenio.

Dentro del anexo A del Convenio de Estocolmo, se encuentran las sustancias que deben ser eliminadas y dentro de este listado están los Bifenilos policlorados. Dentro de los Contaminantes Orgánicos Persistentes, también se encuentra las Dioxinas (Policlorodibenzodioxinas) son una familia de sustancias químicas que son conocidas como los productos químicos más tóxicos que el hombre ha sido capaz de sintetizar. Forma parte de la familia química de los Organoclorados.

Los Organoclorados son las sustancias que resultan de la unión de uno o más átomos de Cloro a un compuesto orgánico (estos últimos, constituyen la base de la materia viva y están formados por átomos de carbono e hidrógeno fundamentalmente).

¿Qué son los Bifenilos Policlorados?

Son compuestos aromáticos, formados de átomos de hidrógeno que pueden ser sustituidos por hasta diez átomos de cloro. Los congéneres de PCB con mayor contenido de cloro son prácticamente insolubles en agua y sumamente resistentes a la degradación.

Poseen magníficas propiedades dieléctricas, de longevidad, no son inflamables y son resistentes a la degradación térmica y química. Por esta razón, antes de que se les prohibiera se fabricaban para utilizarlos en equipo eléctrico, intercambiadores de calor, sistemas hidráulicos y distintas aplicaciones especializadas de otra índole.

El principal período de fabricación de estos fue entre 1930 y finales del decenio de 1970 en los Estados Unidos de América; hasta 1974 en China (Organismo Estatal de China para la Protección del Medio Ambiente, 2002); hasta principios del decenio de 1980 en Europa y hasta 1993 en Rusia (Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico, 2000); y entre 1954 y 1972 en el Japón. Los PCB mezclados con triclorobencenos y tetraclorobencenos se denominaban askarel.

Utilización:

Los PCB se utilizaron en una muy amplia variedad de aplicaciones industriales y de consumo. La Organización Mundial de la Salud calificó esos usos como completamente cerrados, nominalmente cerrados y abiertos (IPCS 1992).

Esos usos abarcan:

- Sistemas completamente cerrados:
 - Transformadores eléctricos (de potencia, de distribución, etcétera)
 - Condensadores eléctricos (incluidas las reactancias de lámparas).
 - Interruptores eléctricos, relés y otros accesorios
 - Cables eléctricos
 - Motores eléctricos y electroimanes (cantidades muy pequeñas)
 - Fluidos dieléctricos.

- Sistemas nominalmente cerrados:
 - Sistemas hidráulicos
 - Sistemas de transmisión de calor (calentadores, intercambiadores de calor)

- Sistemas abiertos:
 - Plastificante en cloruro de polivinilo, neopreno y otras resinas artificiales.
 - Ingrediente en pinturas y otros materiales de recubrimiento.

- Ingrediente en tintas y papel de autocopio.
- Ingrediente en adhesivos.
- Diluentes de plaguicidas.
- Ingrediente en lubricantes, selladores y material de repello.
- Retardador de llama en telas, alfombras, espuma de poliuretano y otros.
- Lubricantes (lubricantes para microscopios, guarniciones de frenos, lubricantes para cuchillas, lubricantes de otros tipos).

Las prácticas industriales causaron que los PCB pasaran a otros tipos de equipos, lo que creó puntos de contacto adicionales con el medio ambiente. Una práctica común era la de rellenar o recargar con PCB los transformadores que no contenían PCB (aceite mineral) cuando no se disponía de otro líquido.

Propiedades físico-químicas de los PCB usados en equipos eléctricos

Las propiedades varían apreciablemente de acuerdo con su contenido de cloro.

- Los PCB están bajo la forma de líquidos viscosos o incluso resinas. Son incoloros o amarillentos y tienen un olor distintivo.
- Los PCB son virtualmente insolubles en agua (particularmente aquellos con alto contenido de cloro) pero, en contraste, son levemente solubles en aceite y altamente solubles en la mayoría de los solventes orgánicos.
- La luz no afecta a los PCB.

- Tienen alta estabilidad frente al calor, lo cual aumenta con el contenido de cloro y solamente se descomponen a muy altas temperaturas (> 1 200 °C).
- Los PCB tienen un alto nivel de inercia química y son altamente resistentes a agentes químicos como ácidos, bases y oxidantes.
- A pesar de que no afectan metales básicos, disuelven o suavizan algunas gomas o plásticos.

Desechos

Los desechos consistentes en PCB, que los contengan o estén contaminados con estos, se encuentran en algunas formas físicas, entre ellas:

- a) Equipo que contenga o esté contaminado con PCB (condensadores, disyuntores, cables eléctricos, motores eléctricos, electroimanes, equipo de transmisión de calor, instalaciones hidráulicas, interruptores, transformadores, bombas neumáticas, reguladores de voltaje).
- b) Disolventes contaminados con PCB o PCT.
- c) Vehículos al final de su período útil y fracciones ligeras de trituración (pelusas) que contengan o estén contaminados con PCB.
- d) Desechos de demolición que contengan o estén contaminados con PCB (materiales pintados, revestimientos de piso resinosos, selladores, ventanas selladas).

- e) Aceites consistentes en PCB, que los contengan o estén contaminados con ellos (fluidos dieléctricos, fluidos de transmisión de calor, líquidos para maquinaria hidráulica, aceites de motor).
- f) Cables eléctricos aislados por polímeros que contengan o estén contaminados con PCB. g) Suelos y sedimentos, rocas y áridos (como el fondo rocoso excavado, grava, material detrítico) contaminados con PCB.
- g) Lodo contaminado con PCB.
- h) Contenedores contaminados mediante el almacenamiento de desechos consistentes en PCB, que los contengan o estén contaminados con ellos.

Razones por las cuales se restringió el uso de PCB en aplicaciones cerradas

Las principales características por las cuales los PCB fueron incluidos dentro del Convenio de Estocolmo y que causaron la restricción de su uso son:

- No son biodegradables
- Se bioacumulan

Desde 1966 los científicos se dieron cuenta de que los PCB son virtualmente indestructibles y se acumulan en las cadenas biológicas, por lo que dañan la salud del ambiente y de los seres humanos. Se encuentran en todos los escalones de la cadena alimenticia y estudios revelaron su presencia, particularmente, en tejido adiposo de especies vivientes al final de la cadena:

peces, focas, pájaros y finalmente en humanos. Se encuentran los siguientes niveles de PCB en tejido adiposo humano:

- 1mg/kg de PCB en Canadá.
- 8 mg/kg en Francia hasta 10 mg/kg en Alemania (estudio realizado en 1977).
- Se encontraron trazas de PCB en leche materna.
- En vista de estas observaciones, fue lógico que el uso de los PCB se restringiera a aplicaciones cerradas (con arreglos estrictos para asegurar que no hubiera liberaciones accidentales hacia la naturaleza y para recuperar, reparar, o destruir PCB usados, así como la carcasa de equipos que contienen PCB).
- Más del 90 % de lo ingerido atraviesa el intestino y es retenido en el organismo.
- El órgano más propenso para su acumulación es el hígado.

EFFECTOS DE LOS PCB

a) Efectos en el ambiente

Muchas de las características de los PCB que los hacen ideales para la industria, los hacen también crear problemas en el ambiente cuando se descarga. La distribución en el medio ambiente de los PCB está relacionada con el ciclo del agua, en especial, los de altos valores de sustitución de cloro. Son bioacumulables, es decir que se van acumulando en la cadena alimenticia. Estudios revelaron su presencia en especies vivientes al final de la cadena alimenticia: peces, focas, pájaros y finalmente humanos. Los PCB con cinco o más átomos de cloro son bastante resistentes a la biodegradación. La vida media del producto en el suelo es de cinco años. Se filtran en el manto terrestre y pueden llegar a contaminar aguas subterráneas.

b) Efectos en la salud humana

Estudios en humanos demuestran que los envenenamientos comienzan entre 800 y 1,000 ppm, y los primeros síntomas inician en la piel y ojos. Hay tres maneras de exponerse a los PCB: por ingestión, inhalación y absorción cutánea (a través de la piel).

c) Efectos agudos

Son las reacciones fisiológicas que ocurren poco después de la exposición, como, por ejemplo:

- Irritación cutánea (Acné, hiperpigmentación, etcétera)

- Irritación ocular por hipersecreción en las glándulas lagrimales
- Dolor de cabeza y/o fiebre
- Entumecimiento
- Desórdenes del hígado

d) **Efectos crónicos**

Son las reacciones que ocurren después de una exposición prolongada, como, por ejemplo:

- Trastornos inmunitarios
- Efectos sobre la reproducción
- Posible carcinógeno
- Trastorno del desarrollo neurológico

Debido a que son pocos solubles en agua, pero muy solubles en grasas, los PCB se acumulan en los tejidos adiposos de nuestro cuerpo.

e) **Efectos toxicológicos**

- Desórdenes de la piel
- Desórdenes en el hígado
- Efectos neuromusculares
- Otros desórdenes viscerales
- Sistema inmunológico
- Desórdenes metabólicos
- Problemas reproductivos y anomalías fetales
- Carcinógenos y efectos citogenéticos

DEFINICIÓN DE PROPIETARIO

El propietario de PCB es cualquier persona individual o jurídica que tenga en su propiedad y/o para su propio uso equipos como transformadores eléctricos, condensadores eléctricos, interruptores, reguladores, reconectores u otros dispositivos que hayan contenido o contengan fluidos aislantes y/o desechos como equipos desechados, recipientes o contenedores, estopas, ropa contaminada, líquidos y áreas contaminadas que contengan PCB y materiales de muestreo, entre otros.

¿Cómo determinar la existencia de bifenilos policlorados?

En equipos eléctricos identificados con placas

Normalmente, las propiedades de los dieléctricos están expresadas en la placa de identificación del artefacto. Es muy importante verificar en la placa los siguientes datos:

- Compañía fabricante
- Fecha de fabricación
- País de origen
- Capacidad (KVA)
- Tipo de aceite o fluido aislante
- Peso (del líquido, carcasa, núcleo y peso total)
- Volumen del dieléctrico

Estos datos servirán para indicar la presencia o no de PCB en el equipo y de la cantidad de dieléctrico que debieran contener. Como regla, desde 1975 los artefactos impregnados con PCB deben identificarse en tinta indeleble sobre un fondo amarillo. No obstante, si el equipo fue instalado antes de 1975 puede que no tenga etiquetas de identificación del dieléctrico. Si no hay indicación clara, los PCB pueden ser identificados por su apariencia incolora o amarillenta, su olor característico y su densidad de aproximadamente 1,5 contra 0,85-0,9 de los aceites minerales. Si esto falla, existen otros métodos para investigar los PCB.

Cuando aún se encuentra la identificación del aceite en la placa del equipo puede verificarse el nombre de los líquidos. Aquellos que inician con la letra L o la letra C indican que contienen PCB.

- CNAN Clophen–natural–aire–natural
- LNaN Askarel–natural–aire–natural
- CNAF Clophen–natural–aire–forzado
- LNAF Askarel–natural– aire–forzado
- CFAF Clophen–forzado– aire–forzado
- LFAF Askarel–forzado– aire–forzado
- como LFAN, LFWN, LNP, LNS, LNW y LNWN

Además de las señalizaciones que aparezcan en la placa, como:

- No inflamable
- Contiene PCB
- El nombre del aceite dieléctrico respectivamente

Todos estos son un indicativo de la existencia de PCB en los equipos.

Existen diferentes composiciones de PCB, como: 1 242, 1 248, 1 254, 1 260. Estas indican que tienen 42 %, 48 %, 54 % y 60 % de sustitución de cloro que contiene la cadena respectivamente.

En el caso de fluidos para equipos de transferencia de calor algunos de los PCB s empleados son: SANTOTHERN FR y THERMINOL FR; para los equipos de sistemas hidráulicos se usa PYDRAUL (cuando se agrega la letra E el fluido no contiene compuestos halogenados).

Tabla A1. **Sinónimos y nombres comerciales de los PCB, PCT y PBB**

Producto Químico	Nombres Comerciales de dieléctricos tipo PCB
PCB	<p>Abestol, Aceclor, Adkarel, ALC, Apirolio (Italia), Apirorio, Areclor, Arochlor, Arochlors, Aroclor/Arochlor(s) (EE.UU.), Arubren, Asbestol (EE. UU), Ask/Askarel/Askael, Auxol, Bakola, Biclor, Blacol (Alemania) bifenilo, Clofen (Alemania), Cloresil, Chlophen, Cloretol, Chlorextol (EE.UU), Clorofina, Clorinal/Clorinol, bifenilo clorado, difenilo clorado, clorobifenilo, clorodifenilo, Clorofeno (Polonia), Clorofeno, Chorextol, Chorinol, Clofen/Clophenharz (Alemania), Cloresil, Clorinal, Clorphen, Crophene (Alemania), Decaclorodifenilo, Delofet O-2, Delor (Eslovaquia), Delor/Del (Eslovaquia), Delorene, Delorit, Delotherm DK/DH (Eslovaquia), Diaclor (EE.UU), Diarol, Dicolor, Diconal, Disconon, DK (Italia), Ducanol, Duconal, Duconol, Dykanol (EE.UU), Dyknol, Educarel, EEC-18, Elaol (Alemania), Electrophenyl, Elemex (EE.UU), Elinol,</p> <p>Eucarel, Euracel, Fenclor (Italia), Fenclor (Italia), Fenocloro, Gilotherm, Hexol, Hivar, Hydeler, Hydol, Hydrol, Hyrol, Hyvol (EE.UU), Inclor, Inerteen (EE.UU), Inertenn, Kanechlor (Japón), Kaneclor, Kennechlor (Japón), Kenneclor, Leromoll, Magvar, MCS 1489, Montar, Monter, Nepoli, Nepolin, Niren, NoFlamol, NoFlamol (EE.UU), Non-Flamol, Olex-sf-d, Orophene, Pheaoclor, Pheneclor, Phenochlor, Fenoclor (Francia), Plastivar, difenilo policlorado, difenilos policlorados, policlorobifenilo, policlorodifenilo, Prodelec, Pydraul, Pyraclor, Pyralene (Francia), Pyranol (EE.UU.), Pyroclor (EE. UU.), Pyrochlor, Pyronol, Safe-T-Kuhl, Saft-Khuhl, Saf-T-Kohl, Saf-TKuhl (EE.UU), Santosol, Santotherm (Japón), Santothern, Santovac, Sat-T-America, Siclonyl, Solvol, Sorol, Soval, Sovol (Rusia), Sovtol, Tarnol (Polonia), Terphenychlore, Thermanol, Therminol, Turbinol</p>
PCT	<p>Aroclor (EE.UU.), Clophen Harz (W), Cloresil (A,B,100), Electrophenyl T-50 y T60, Kanechlor KC-C (Japón), Leromoll, Fenoclor, Pydraul</p>
PBB	<p>Adine 0102, BB-9, Berkflam B10, Bromkal 80, Firemaster BP-6, Firemaster FF-1, Flammex B-10, hbb, hexabromobifenilo, HFO 101, obb, BB-8</p>

Fuente: *Actualización de las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en Bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o Bifenilos polibromados (PBB), que los contengan o estén contaminados con ellos.* p. 19

Muestreo

Antes de iniciar las actividades de muestreo se deben establecer los procedimientos estándar a realizar y convenir en los elementos que estos deberán incluir. Pueden tomarse como base del procedimiento los siguientes aspectos:

- a) Cantidad de muestras que se tomarán, la frecuencia de la toma de muestras, la duración del proyecto de muestreo y una descripción de los métodos de muestreo (incluidos los procedimientos establecidos para la garantía de la calidad, como muestras de campo y cadenas de custodia).
- b) Selección de los lugares o emplazamientos y el momento en que se tomarán las muestras (incluida la descripción y la localización geográfica).
- c) Identidad de la persona que tomó las muestras y las condiciones imperantes durante la toma.
- d) Descripción completa de las características de la muestra – etiquetado.
- e) Preservación de la integridad de la muestra durante su transporte y almacenamiento (antes del análisis).
- f) Estrecha cooperación entre la persona que tomará las muestras y el laboratorio de análisis.
- g) Personal encargado de la toma de muestras adecuadamente capacitado.

- Toma de muestras para determinar presencia de PCB en aceites dieléctricos.

Según el tipo de prueba que se le va a realizar a la muestra de aceite así será la cantidad a tomar de los contenedores o equipos eléctricos a estudiar. El tamaño puede ir desde algunos mililitros hasta uno o dos litros. Se recomienda que para equipos eléctricos no se tome una muestra muy significativa para no variar en forma considerable las características dieléctricas del aceite en cuestión, pues esto produciría mal funcionamiento del equipo, calentamiento y riesgo de arcos eléctricos. Las muestras deberán colocarse en un frasco de vidrio libre de contaminantes que pudiera afectar la muestra.

Siempre que se tome una muestra deben utilizarse baldes de acopio para evitar la contaminación del área en donde se está trabajando. Los desechos derivados de la toma de muestras deben ser tratados como sólidos contaminados con PCB y deberán almacenarse en contenedores especiales para su posterior tratamiento.

- Precauciones a tomar en cuenta para evitar contaminación de la muestra
 - Evitar ingreso de tierra o grasa.
 - Utilizar solo frascos limpios, color ámbar, preferentemente los proporcionados por el laboratorio.
 - Inspeccionar tapas y roscas para que no estén rajadas ni rotas.
 - Trasladar inmediatamente el frasco al laboratorio, ya que este puede absorber agua del ambiente.

- Eliminar apropiadamente el aceite excedente y cualquier trapo o equipo de protección que entre en contacto con el aceite.
- Muestreo de equipos conectados
 - Si se tiene que tomar muestras de un equipo conectado con corriente y sin sello hermético, utilícese una salida externa para muestreo.
 - Si no existe una salida externa de fondo, desconectar el equipo e ingresar por la parte de arriba o por el registro de mano (hand hole).
 - Mantener los niveles de líquido a niveles que no reduzcan la resistencia dieléctrica del sistema de aislamiento.
 - Tener precaución extrema con equipos pequeños o que tengan un volumen limitado del fluido aislante.
 - No tomar muestras en transformadores de instrumentos que estén con corriente.
- Muestreo de fondo

Se utiliza una boca de salida para muestreo externo en el fondo para tomar muestras del fondo de tanques o de equipos eléctricos conectados y desconectados. Este método es especialmente idóneo cuando se toman muestras directamente al recipiente de muestreo. La boca de salida podría consistir en una tubería de drenaje o extensión, una tapa o tapón de seguridad,

con o sin una pequeña escotilla para muestreo, y una válvula de drenaje entre el equipo y la boca de salida.

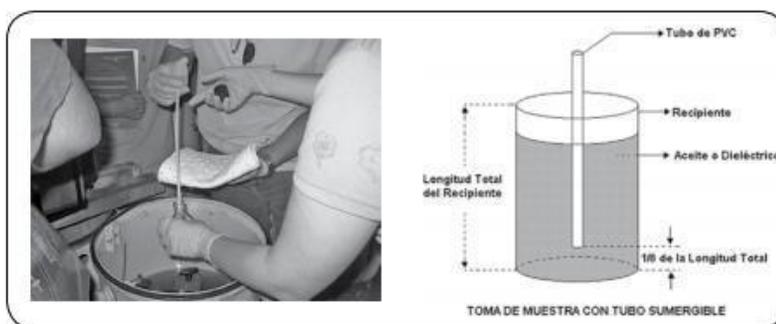
Considerar los siguientes aspectos:

- Verificar que la válvula este cerrado (antes del tapón).
- Colocar recipiente para aceite debajo de la tubería de drenaje y retire la tapa / tapón de seguridad.
- Limpiar la parte interna y las roscas con trapos limpios sin pelusas.
- Verificar que tenga presión positiva.
- Antes de tomar la muestra limpiar el bote y las mangueras con solventes que se evaporen rápido y que no dejen residuos (alcohol, por ejemplo).
- Si la tapa/tapón de seguridad viene equipada con una escotilla de muestreo, reinstalar la tapa/tapón con un sellador de rosca antiendurecedor y conectar un nuevo segmento de tubería de PVC o de teflón a la escotilla de muestreo.
- Muestreo de transformadores para análisis en laboratorio.
 - Sacar el aceite necesario para llenar la tubería de conexión o enjuagar la tubería/extensión de drenaje y luego eliminar ese aceite.
 - Colocar la muestra en dos frascos de vidrio ámbar de 20 ml.

- Sostener el frasco o la tubería de manera tal que el aceite corra por la pared del frasco de muestreo y no se mezcle con demasiado aire.
- Llenar los frascos de muestreo casi totalmente, dejando un poco de espacio para que el aceite se expanda conforme se vaya calentando.
- Mantener un flujo suave y sin interrupción del aceite hasta que se hayan llenado los frascos de muestreo.
- Colocar una etiqueta para PCB en cada frasco.
- Establecer un número de identificación único para cada muestra y etiquetar la bolsa de muestras.
- Llenar el Formulario de la Cadena de Custodia⁵ de PCB e indicar en él cualquier problema o desviación de este procedimiento.
- Colocar la bolsa de muestras, las muestras, y el Formulario de la Cadena de Custodia de PCB en el contenedor en que se van a despachar, colocar la Etiqueta de PCB en el contenedor y enviarlo o llevarlo al laboratorio.
- No volver a utilizar ni las tuberías ni los guantes.
- Colocar una etiqueta en uno de los lados del equipo cerca del punto de ingreso, pero a manera de que sea visible desde el piso y colocar si tiene o no PCB en función del resultado del análisis.

- Muestreo de equipos sin válvula para toma de muestra
 - Basta un sencillo tubo sumergible semirrígido para tomar muestras del fondo de pequeños equipos eléctricos desconectados y de recipientes grandes. El tubo de reducido diámetro puede estar hecho de PVC y deberá ser lo suficientemente largo como para llegar al fondo del equipo eléctrico o del recipiente.
 - Desconectar el equipo eléctrico antes del muestreo.
 - Usar el EPP (Equipo de Protección Personal) apropiado y para no contaminar la muestra, evitar tocar aquellas partes del tubo que hayan estado en contacto con el aceite.
 - Retirar la tapa o cubierta del registro de mano (hand-hole) del equipo eléctrico (aquel equipo eléctrico que no tenga registro de mano o tapa retirable podría tener un tapón lateral cerca del borde superior). El tubo deberá llegar hasta el fondo del equipo que se está muestreando.
 - Llenar el tubo de la manera siguiente:
 - Tapar el orificio superior del tubo sumergible con el pulgar.
 - Introducir el extremo inferior del tubo sumergible al fondo del contenedor y cerca al centro y levantarlo aproximadamente 1/8 de pulgada por encima del fondo y posteriormente retirar el pulgar.

- Luego de llenarse el tubo sumergible, rápidamente volver a tapar el orificio con el pulgar y retirar el tubo sumergible.
- De no ser posible llegar al fondo del equipo, indicar en el Formulario de Cadena de Custodia del PCB a que altura por encima del fondo se tomó la muestra.
- Colocar la punta del tubo sumergible dentro del cuello del frasco para muestra de 20 ml. pegada a la pared.
- Soltar el pulgar (o girar la perilla de la pipeta) y dejar que el aceite fluya suavemente por la pared del recipiente y no se mezcle con demasiado aire.
- Seguir los pasos de registro y eliminación de equipo utilizado y muestra sobrante descrito en muestreo de transformadores.

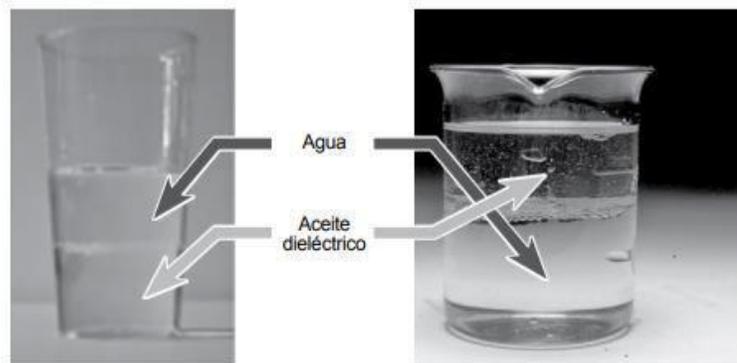


Detalle para toma de muestra con tubo sumergible.

Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 52.

- Pruebas analíticas para detectar la presencia de PCB
- Análisis simple de campo prueba de densidad

En un recipiente con agua agregue una pequeña muestra de aceite. Si este se va al fondo tiene probabilidad de ser PCB por su alta densidad. Si la prueba es positiva, se debe llevar a cabo otro método de detección más seguro. Prueba de presencia de cloro: Se puede hacer con test de reacción química desechable como los que se mencionan en la siguiente sección.



Prueba de densidad de PCB.

Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 52.

- Análisis rápidos de detección y otros instrumentos
 - CLOR-N-OIL KITS
 - Analizador de cloro
 - Espectrofotómetro portátil
 - Colorímetros
 - Espectrofotómetros

En todo este tipo de análisis lo que se detecta es la presencia de cloro en la muestra, que es un indicativo de que la sustancia está contaminada con PCB.

- Pruebas analíticas de laboratorio

Las pruebas de laboratorio permiten determinar las concentraciones reales de PCB y verificar positivamente la presencia de estos cuerpos. Requieren equipos y materiales de ensayo específicos y deben ser realizadas por personas capacitadas para su uso. Algunas de las pruebas solo dan la concentración general de PCB mientras que otras permiten identificar la presencia de los distintos congéneres.

- Cromatografía de capa delgada (TLC).
- Cromatografía de gases (GC).
- Cromatografía de Gas-Líquido/Detección de captura del electrón.
- Cromatografía de Gases de Columna Empacada/Detección de captura del electrón.
- Cromatografía de Gases de Columna Capilar.
- Cromatografía de Gases /Detector de conductividad electrolítica.
- Cromatografía de Gases /Espectrometría de masas.
- Extracción Térmica/Cromatografía de Gases/Espectrometría de masas (TE / GC / MS).

¿Dónde se pueden encontrar los pcb?

Los desechos de PCB se agrupan en tres categorías

- Líquidos de PCB puros (Askarel, Piralina, así como cualquier otro nombre comercial de bifenilos policlorados).

- PCB sólidos (equipos y desechos contaminados).
- Suelos contaminados con PCB.

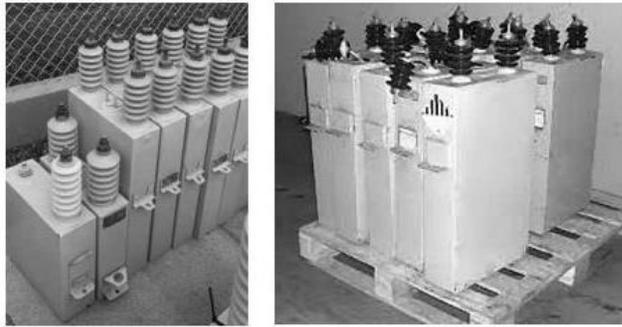
Tipos de equipos eléctricos producidos con PCB:

- Transformadores aislados con PCB
- Condensadores
- Interruptores de energía eléctrica
- Unidades de distribución
- Aislante en unidades de distribución de muy alto voltaje

Condensadores eléctricos que contienen PCB

El tamaño de estos condensadores varía en gran medida, desde el de un cubo de hielo hasta el de un refrigerador.

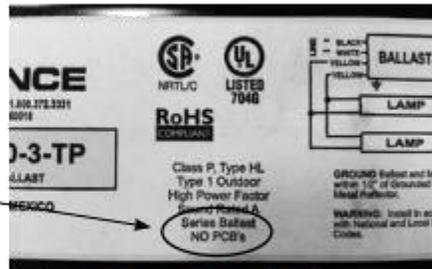
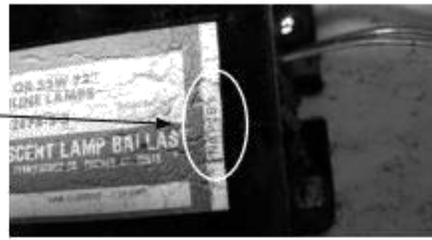
Frecuentemente pueden reconocerse por las letras “KVAR” en su placa de identificación. Estas letras muestran la clasificación eléctrica de un capacitor, que usualmente está posicionado entre 5 y 200 kVA. Según el manual de capacitación del Convenio de Basilea, en todos los condensadores fabricados entre 1930 y 1977 se utilizaron PCB como sustitutos de líquidos dieléctricos.



Condensadores eléctricos en las lámparas

Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*, p. 52.

Luces de balastro que contienen PCB Las luces de balastro aseguran que se esté suministrando el voltaje correcto para el funcionamiento de una luz fluorescente. Los condensadores que contienen PCB en estos balastros generalmente están encajados en un compuesto de asfalto ubicado en una caja de acero dentro de la luz fluorescente. Estos condensadores tienen dos terminales eléctricas en el extremo de una camisa metálica sellada herméticamente. Un capacitor convencional utilizado para iluminar una oficina con luz fluorescente contiene aproximadamente 25 gramos de PCB. Los condensadores de PCB utilizados en luces de alta intensidad contienen entre 91 y 386 gramos de PCB. Estas luces de balastro fluorescentes han sido fabricadas sin PCB desde 1978. Los balastros que nos estén identificados como "No PCB" son sospechosos estar contaminado y contener PCB.



Balastro de lámparas

Etiqueta que indica que el balastro no contiene PCB



Balastro conteniendo PCBs⁷, etiquetados como clase 9.

Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 55.

- Transformadores eléctricos
- Distribución de materiales en un transformador

El circuito magnético está totalmente sumergido en el dieléctrico. Luego de 20 o más años de uso, los materiales porosos en el circuito magnético estarán impregnados con dieléctrico. Dentro de estos materiales porosos están los siguientes:

- Las cuñas de madera, que absorben hasta un 70 % de su propio peso (por lo que un bloque que pese 10 kg puede absorber hasta 5 kg de dieléctrico).
- Cartón y papel aislantes.
- Cubiertas de resinas de los cables de cobre Las estadísticas sobre la descontaminación de los transformadores indican que el 5 % de contenido inicial de PCB en la fabricación se impregna en los componentes porosos del transformador. Por lo tanto, un transformador de dieléctrico tipo PCB con un peso total de 1 500 kg está compuesto por: 10 %: 150 kg de tanque (masa metálica).

60 %: 900 kg de circuito magnético 30 %: 450 kg de dieléctricos de los cuales el 5 % de los dieléctricos están impregnados en los circuitos magnéticos, 5 % de 450 kg o 22,5 kg de PCB impregnado. Si se presenta esta cantidad como relación de la masa dieléctrica en un transformador de PCB, el PCB constituye una relación de peso de 22,5 kg / 900 kg o un nivel de contaminación de 25 000 ppm.

Suponiendo que el nivel máximo permitido sea de 50 ppm, esto es 500 veces mayor. Por lo cual, toda la parte metálica debe considerarse como desecho de PCB y debería ser destruida de igual manera que los PCB. El procedimiento de destrucción de estas partes metálicas consiste en la descontaminación de las mismas, por ejemplo, la extracción del contenido de PCB en los componentes metálicos y porosos, por medio de tecnologías de manejo adecuado de residuos contaminantes que deben garantizar que no existirá contaminación cruzada.



Equipos fuera de uso y almacenados en condiciones inadecuadas.



Recipientes conteniendo aceite dieléctrico contaminado con PCB.

Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 57.

- Contaminación de transformadores de aceite mineral

Debe notarse que los transformadores de aceite mineral pueden ser contaminados por los PCB. Esta contaminación tiene dos causas:

- El uso de PCB para rellenar artefactos con aceite. Debido a las ventajas técnicas y a la facilidad con la cual se mezclan con los aceites minerales, los PCB han sido utilizados como un suplemento para los dieléctricos. Las pruebas de detección de PCB en transformadores de redes de suministro de electricidad llevadas a cabo en varios países, cuando estos son desguazados, muestran niveles de contaminación (> 50 ppm) en el orden del 30-

40 % de los equipos analizados. El dieléctrico de estos transformadores está entonces considerado como desecho de PCB y deben destruirse bajo las mismas condiciones que los Bifenilos Policlorados.

- El cambio de los PCB de los transformadores por aceites minerales. Esta operación consiste en dejar drenar el dieléctrico del transformador y volverlo a rellenar si contenían PCB. Dado el potencial de impregnación de los PCB, especialmente en las partes porosas del transformador, por ejemplo, las maderas de las cuñas de los bloques, los cartones y las resinas, estas impregnaciones de PCB lixivian gradualmente al aceite mineral sustituto. La fotografía muestra a la izquierda una cuña de madera y a la derecha la cantidad de PCB extraída por vacío.

Una cuña de madera puede contener hasta un 70 % de su propio peso en PCB. Los lixiviados de estos PCB pueden continuar por un período de hasta tres años antes de estabilizarse. Por ejemplo, un transformador de 630 kVA que contenga 20 kg de bloques de cuñas de madera, liberará con el tiempo un 70 % de su peso, es decir, cerca de 14 kg de los PCB que se lixivian. Esto explica los niveles de contaminación de PCB en transformadores rellenos que pueden alcanzar los 10 000 ppm o 6 kg de PCB cada 600 kg de dieléctricos. Debería prestarse particular atención a los transformadores de aceite mineral. Programas pilotos han revelado una significativa falta de información sobre este tipo de artefactos, por lo que se recomienda enfáticamente que se aumente la concientización de los gerentes en lo que se refiere a causas históricas de contaminación de transformadores aislados con aceites minerales.

CONDICIONES GENERALES PARA EL TRANSPORTE DE PCB

Para realizar el transporte de transformadores, equipos contaminados y otros contenedores con desechos y/o residuos con Bifenilos Policlorados se han establecido lineamientos específicos a nivel internacional, a los cuales Guatemala se encuentra sujeta por la ratificación de los diversos convenios y estrategias internacionales (Estocolmo, SAICM, Basilea, Róterdam, entre otros). Los lineamientos técnicos que ayudan a la seguridad del transporte se incluyen a continuación.

- a) Antes de realizar cualquier proyecto de gestión para PCB, embalaje, transporte, movimiento de materiales líquidos, sólidos y desechos conteniendo PCB, disposición final y demás, el propietario de los PCB debe contar con una evaluación ambiental inicial EIA, aprobado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales.
- b) La empresa de transporte debe contar con la autorización del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para transportar PCB.
- c) Antes de la cambiar la ubicación los PCB o sus desechos de un sitio a otro, el dueño, poseedor o generador debe registrar los desechos de PCB (sólidos y/o líquidos) en el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- d) Asegurar que los camiones/vehículos utilizados están en buenas condiciones.

- e) Los conductores de camiones deben estar capacitados en la gestión de PCB y en seguridad vial, rotulación, aseguramiento de las cargas y los procedimientos de respuesta de emergencia, incluyendo el uso adecuado del equipo de protección personal y la limpieza de derrames de PCB.
- f) Todos los camiones deben estar identificados con rótulos en los lados correspondientes y requeridos antes de abandonar un sitio con carga de residuos de PCB.
- g) Se deben considerar los horarios de circulación, para que la exposición de la población en general al riesgo de contaminación sea mínima o nula.
- h) Disponer de un equipo de respuesta para el caso de accidentes (derrames, incendio, etcétera).
- i) En caso de accidentes, incluir toneles para colocar lo que se derrame y materiales contaminados.
- Transformadores

Los transformadores deben transportarse vacíos y drenados. Los líquidos deben ser empacados en toneles, los sólidos deben estar empacados en toneles con tapa removible, todos ellos colocados sobre tarimas (pallets), o bandejas anti derrames y asegurados a estas.

- Información en el vehículo transportador

Cada camión tendrá que estar equipado con un manual de seguridad que contenga información clave, como la siguiente:

- a) Números de teléfono de equipos de respuesta (bomberos, CONRED, etcétera).
- b) Plan de Contingencia.
- c) Mapa de rutas planificadas y rutas alternas.
- d) Hoja de seguridad de los PCB.
- e) Manual de Personal Training.
- f) Datos de destino final (responsable, dirección, teléfonos).
- g) Resolución de aprobación que emite el MARN.
- h) Licencias que se requieran ante la Dirección General de Transporte.
- i) Copia de los certificados de seguros con que se cuenten.
- j) Certificados de formación-capacitación del personal.
- k) Información de propiedad o propietario del camión.

- Información de la empresa transportadora

- a) Manifiesto de carga, elaborado y expedido con los datos de la empresa transportadora, del vehículo, del conductor, de la mercancía transportada, datos del remitente y destinatario, seguros de transporte.
- b) Los teléfonos para contactar al conductor del vehículo.
- c) Copia de la documentación que porta el vehículo que lleva el PCB.

- Información de la empresa propietaria de la carga

- a) Copia de la documentación que porta el vehículo que lleva el PCB.
 - b) Si el transporte es a través de un tercero, tener a disposición la información de la empresa transportista.
 - c) Teléfonos para contactar al conductor del vehículo.
 - d) Contar con una lista de chequeo que incluya los requisitos legales y técnicos para verificar el cumplimiento de los requerimientos Nota: Ambas empresas deben cumplir con el 100% de los requisitos.
- Condiciones técnicas y medidas de seguridad
 - No se deben transportar en el mismo vehículo ningún otro material, bines, desechos, equipos y otros que no contengan PCB.
 - Los vehículos que transporten PCB deben estar equipados con todos los medios necesarios para responder adecuadamente ante situaciones de emergencia.
 - Se debe proveer de medios de comunicación a los vehículos e inclusive con un sistema de posicionamiento global (GPS).
 - El piloto de cada vehículo debe estar entrenado y capacitado para actuar adecuadamente ante cualquier emergencia y se deben disponer de planes de emergencia con las disposiciones a seguir en caso de percances.

- Existe la posibilidad de que el conductor designado (entrenado y capacitado) quede incapacitado total o permanentemente a consecuencia de un accidente. En este caso, debe preverse algún tipo de señalización o instrucción general que pueda ser seguida por cualquier persona ajena que se encuentre en el lugar.
- El propietario de los PCB y la empresa o persona responsable de despachar los PCB deben garantizar que tanto el conductor como el resto del personal que maneja los PCB han recibido la capacitación adecuada y que el envío de PCB está debidamente embalado.
- Cuando se carga el vehículo con el PCB, el piloto debe estar presente y verificar que todo esté bien asegurado/fijado. Además, debe estar en el vehículo desde el lugar de despacho hasta el lugar de destino. El vehículo no se debe dejar solo.
- Se debe efectuar una revisión/inspección visual del vehículo y la carga para determinar que todo está bien. De ser necesario corregir alguna anomalía o falla mecánica antes de iniciar el recorrido, en el caso de distancias cortas la revisión debe hacerse por lo menos una vez y para distancias largas cada 100 kilómetros o cada 2 horas, dependiendo de que ocurra primero.
- Si un vehículo se contamina con PCB debe ser aislado y descontaminado antes de volver a utilizarse y no se puede lavar en un lavadero convencional.

- Contar con una cuña por vehículo, de dimensiones apropiadas a la masa bruta máxima admisible del vehículo y del diámetro de las ruedas.



Cuña para camión

Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 59.

El personal que entra en contacto con PCB deberá utilizar en todo momento, -carga y descarga- el siguiente equipo de protección personal.

- a) Overoles de trabajo
- b) Overoles tyvec especiales para líquidos y sólidos inflamables
- c) Guantes interiores y exteriores (de nitrilo para contacto directo con el contaminante).
- d) Máscaras para vapores orgánicos.
- e) Cartuchos de las máscaras.
- f) Botas.
- g) Trapos.
- h) Material absorbente. (vermicula, aserrín, arena., materiales comerciales).
- i) Materiales para resguardar drenajes.

Ejemplo: Materiales para atender derrames.



Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 60.

EMBALAJE DE TRANSFORMADORES Y RESIDUOS CONTIENDO PCB

Partiendo de que los Bifenilos Policlorados son clasificados como sustancias tóxicas peligrosas para la salud y el ambiente, se debe garantizar que los riesgos y peligros de transportar PCB sean anulados o minimizados para que no se produzcan filtraciones, derrames, descargas o cualquier otra situación peligrosa durante el transporte.

No se debe considerar como un embalaje a las carcasas de los equipos eléctricos (transformadores, reguladores, etc.). A continuación, se presentan lineamientos que pueden guiar la realización de estas actividades.

Embalaje: Se necesita proveer de un embalaje adecuado tanto al aceite dieléctrico contaminado como a los equipos y desechos. Las tarimas, contenedores de desechos o equipos PCB deben ir debidamente soportados, bloqueados, sujetos o atados al vehículo, con el fin de prevenir que se desplacen durante el transporte.

Cualquier contenedor o equipo que contenga líquidos necesita contención secundaria de derrames.

- Taneles apropiados:

Los taneles son utilizados para almacenar aceite dieléctrico, equipos pequeños, desechos en general (ripio, concreto, wipe, arena, tierra, aserrín,

etcétera). Selección del tonel a utilizar, con base en la siguiente nomenclatura (este código lo traen los toneles impreso o troquelado).

Tabla 2A. **Código de troquelado de toneles**

UN 1A1/X1.2/250/02/NL/ZEN111	
UN	Siglas que hacen referencia a las Naciones Unidas (United Nations en inglés).
1A1	Tonel o barril de acero con tapa no desmontable, para líquidos
1A2	Tambor o barril de acero con tapa desmontable, para sólidos
X ó Y	Grupos de embalaje I, II y III*
Y	Grupos de embalaje II y III*
1.2	Densidad relativa para los líquidos, donde el número describe la densidad relativa (con un decimal) para el líquido o peso bruto máxima de sólidos en kg.
250	Prueba de presión hidráulica (kPa) que el tonel puede resistir o la letra "S", que indican solo sólidos
S	Sólidos o análisis de presión hidráulica para líquidos
02	Año de fabricación del barril (se indica solamente los últimos dígitos)
NL	País que fabrica el tonel
ZEN111	Pruebas, normas, fabricante u otra identificación
Ejemplo para líquidos:	

Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 52.

UN/1A1/X1.4/250/02/NL/ZEN 111

- Tonel de acero, de tapa o tapón para apretar
- Grupo de embalaje I (peligro alto)
- Densidad relativa = 1,4
- La prueba de presión hidráulica = 250 kPa
- Año de fabricación: 2002 = 02
- País = Netherlands (Holanda)

- Certificado de autoridad = 111

Ejemplo para sólidos: UN/1A2/Y350/S/03/D/ZEN 112

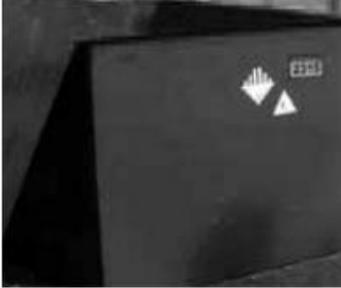
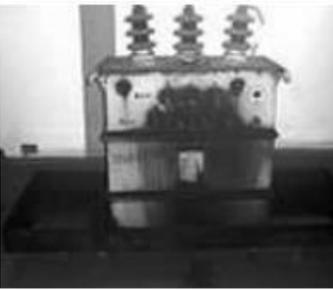
- Tonel de acero, de tapa abierta
- Grupo de embalaje II (peligro medio)
- Peso bruto máximo = 350 Kg
- “S” indicado que es sólido
- Año de fabricación: 2003 = 03
- País = Alemania
- Certificado de autoridad = 112

Con base en lo anterior, para transportar los PCB utilizar toneles de tipo UN (con especificaciones de espesor de lámina y sellos), identificados de la siguiente manera PCB:

- Residuos líquidos: UN/1A1/ Y1.5/350/02/MEX/EAMSA
- Residuos sólidos: UN/1A2/ Y/350/S/02/MEX/EAMSA

Los certificados o la evaluación de los toneles/recipientes se lleva a cabo siguiendo diversas normas y procedimientos (ANSI MH2 1991, NOMEE-194-195-CT y procedimientos de prueba del Libro Naranja de Naciones Unidas – Transport of Dangerous Goods–Los aparatos eléctricos pequeños deben ponerse en toneles y se deben añadir materiales absorbentes si algún aparato presenta indicios de fugas. Los toneles no deben dejarse en contacto directo con el suelo, deben estar sobre tarimas para contener derrames o ser introducidos en un segundo tonel, ligeramente mayor, llamado a veces “tonel de recuperación”. También pueden ser puestos en bandejas de derrame.

Tabla 3A. Dispositivos para embalaje

Tipo de material	Embalaje requerido para almacenamiento y/o transporte	Ejemplo
Líquidos de pcb	Toneles cerrados tipo ONU con dos artificios, lámina calibre 18. Para el transporte fronterizo, se colocan en contenedores metálicos sellados y se rodean con material absorbente.	
Sólidos de PCB	Toneles tipo ONU. con la tapa removible (para sólidos). Para el transporte fronterizo, se sellan y se colocan sobre los pallets, asegurados dentro del contenedor	
Condensadores/ capacitares o balastos	Colocados verticalmente sobre los pallets. En caso de fugas, y/o para el transporte fronterizo, se colocan en las cajas o canecas metálicas (cerradas herméticamente) y colocados sobre los pallets.	
Transformadores contaminados con PCB	Colocados sobre Las bandejas de contención/antiderram e con uso de material absorbente en caso de fugas de aceites restantes posterior al drenaje. Para el transporte, asegurados dentro del contenedor.	

Fuente: Convenio de Basilea, Manual de Capacitación, 2001. – E. Gavrilova

Los equipos y/o envases serán almacenados siempre en posición vertical, con sus válvulas y/o tapas cerradas. A los equipos grandes deben ponerse en bandejas de derrame, y se deben añadir materiales absorbentes si se detecta alguna pequeña fuga. Si el equipo no se encuentra en buenas condiciones físicas, por ejemplo, si parece que el pilote pudiera romperse, etcétera, deberá drenarse cuidadosamente hacia los tambores apropiados para el embarque de líquidos. Deberán taparse o sellarse todas las aperturas del equipo drenado antes del embarque, y debe colocarse el aparato en una bandeja de derrame. Si el vehículo es abierto, tapar con una lona impermeable todos los toneles, equipos y bandejas anti derrame para evitar que la lluvia entre en contacto con superficies contaminadas con PCB. Sujetar las tarimas para evitar caídas, derrames y accidentes.



Forma correcta de embalar.



Forma incorrecta de embalar los PCB.

Fuente: Los contenedores utilizados para transportar o que hayan tenido contacto con PCB o cualquier equipo o no deben venderse para uso general, a particulares, porque pueden contener trazas del contaminante.

No está aprobado ningún otro tipo de contenedor para PCB que no sean los indicados anteriormente, por lo que los llamados totes, bins u otros quedan descartados. A continuación, el ejemplo de los que no se deben utilizar:



Depósitos y equipos no apropiados para el manejo de PCB.

Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 54.

- Transvase

Considerando que todos los materiales y equipos entran en contacto con el aceite dieléctrico contaminado con PCB al momento de realizar el trasvase, estos deben ser apropiados para evitar problemas posteriores de descontaminación de equipos y elevar los costos por el tratamiento o descarte. En el mercado se encuentran diversos sistemas de bombeo, los cuales pueden ser empleados en los sistemas de gestión de Bifenilos policlorados.



Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 54.

- Transporte internacional

Para el transporte internacional o transfronterizo se requiere de otras consideraciones adicionales (formularios específicos, permisos nacionales e internacionales, entre otros). El embalaje se complementa colocando los toneles en cajas metálicas para garantizar su adecuado manejo (carga-descarga) y transporte. Por seguridad no es conveniente colocar los transformadores drenados y los toneles con PCB líquido en la misma caja, dado que las carcasas de los transformadores pueden dañar los barriles con el líquido. Para el transporte marítimo de transformadores grandes, estos deben ser drenados como se indicó anteriormente y colocados en una bandeja de contención, dentro de un contenedor marítimo. El transformador debe estar amarrado a la bandeja de contención y luego completamente asegurado dentro del contenedor para prevenir el movimiento durante el transporte marítimo.

- Etiquetado de los desechos

Todos los transformadores, toneles y demás contenedores de equipos o desechos conteniendo PCB tienen que estar etiquetados, conforme al sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA). Las dimensiones de las etiquetas deberán ser de 100 x 100 mm, salvo en el caso de los bultos cuyas dimensiones obliguen a fijar marcas más pequeñas.

- Peligros ambientales

Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos o tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos diversos Ejemplo de donde pueden ser utilizadas: Plaguicidas, gasolina, trementina, Bifenilos Policlorados líquidos.

Ejemplos de consejos de prudencia: Evitar su liberación al medio ambiente. Recoger el vertido utilizando equipo de protección personal, advertir del riego.



Etiqueta que indica peligros ambientales.

- Peligro para la salud

Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias Perjudica determinados órganos. Puede perjudicar la fertilidad o al feto. Puede provocar cáncer o se sospecha que provoca cáncer. Puede provocar defectos genéticos. Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación

Ejemplo de donde pueden ser utilizadas: Trementina, gasolina, aceite para lámparas, Bifenilos Policlorados líquidos.



Etiqueta que indica peligros ambientales.

- Rotulación del transporte

El transporte de contenedores y residuos de PCB debe ser rotulado con base en la clasificación de la ONU para materiales peligrosos, siendo esta la “clase 9”.



Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 58.

Se presenta un ejemplo del uso de las etiquetas en el embalaje



Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 58.

Adicionalmente a esto, el vehículo debe también ser acompañado por el denominado panel naranja, el cual es un referente para los respondedores de emergencia que indica por medio de números, el tipo de producto y peligrosidad del mismo, así como advirtiendo la forma de responder a una emergencia El

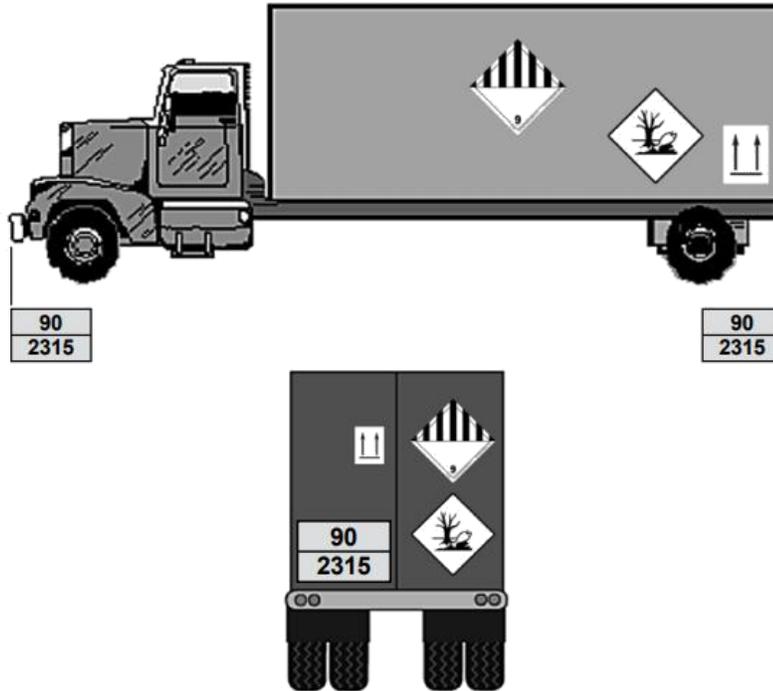
panel naranja también es conocido como Número ONU, Las cifras de los números deben ser de 10 cm de altura y 15 mm de anchura, la línea negra que divide y bordea el panel tendrá una anchura de 15 mm de espesor.

Deben ser reflectantes y con un reborde negro. Sus dimensiones habituales son de 30 x 40 cm. con un número de identificación del peligro (Materias peligrosas diversas desde el punto de vista del medio ambiente, Materias peligrosas diversas) y un número ONU. Si las dimensiones del camión son insuficientes, pueden reducir las medidas en un 10%. Deben estar colocados en las partes delantera y trasera de los vehículos, el panel naranja correspondiente a esta mercadería peligrosa es: el número 2315 para PCB líquido y 3432 para sólidos.



Panel naranja (Número ONU).

A continuación, se ejemplifica el rotulado de medio de transporte.



Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 60.

Para identificación de cabezales



Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 60.

VEHÍCULOS Y MECANISMOS PARA EL TRANSPORTE DE PCB

El acondicionamiento para el transporte de PCB se puede realizar en función de las cantidades y tipos de desechos con PCB, pudiéndose emplear camiones diferentes dependiendo de la cantidad y volumen que se requiera. Si el camión no ofrece cobertura fija (techo), todos los materiales y equipos deben estar tapados con una lona.

Al momento del transporte, los camiones solo deben transportar desechos o materiales contaminados con PCB. Pequeñas cantidades: Se puede utilizar un contenedor tipo roll-off. Es un sistema útil ya que la carga se puede hacer a nivel del suelo, por lo general sin necesidad de un ascensor tenedor o una grúa. Una vez cargado y asegurado, el contenedor se empuja hacia arriba en el camión.



Es posible utilizar una plataforma cuando son transformadores u otros equipos eléctricos donde la carga total es de menos de 5000 kg.



Para los transformadores de gran tamaño o para cargas muy pesadas.

Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 62.

Cuando las cargas son más grandes o pesadas, una plataforma plana puede utilizarse para transportar los toneles, el líquido drenado contaminado con PCB, las carcasas de transformadores y demás desechos.

Un transformador de 210 toneladas puede requerir un transporte a través de una plataforma modular hidráulica de 20 líneas.



Los furgones grandes se utilizan para el transporte de toneles, residuos paletizados y transformadores pequeños.



Los transformadores que han sido drenados o vaciados deben ser colocados sobre bandejas de derrame.



Fuente: *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*.
Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos
Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. p. 62

PLANES Y EQUIPOS PARA RESPUESTA A EMERGENCIAS

En cualquier actividad los riesgos siempre están presentes, incluyendo el transporte de PCB. Por ello, los PCB deben estar identificados y se debe evitar cualquier condición insegura. Ante cualquier eventualidad no prevista, como los accidentes, hay que estar listos para responder y minimizar los impactos ambientales de la contaminación que se pueda generar. A continuación, se presenta una guía general para un plan de respuesta que permita limitar los daños que se generen: El plan que se diseñe por la empresa transportista o dueña del PCB debe ser más amplio y explícito en cada paso que deba seguir la persona (s) que atiendan la emergencia, identificar riesgos, indicar qué materiales y/o productos utilizará y en qué momento (secuencia).

- Plan de comunicaciones:
 - ¿Cómo debe iniciarse la comunicación? Mediante teléfono celular en el vehículo de transporte (un diagrama de flujo que indique la secuencia).
 - El número de teléfono de la entidad de respuesta debe estar a la vista dentro de la cabina del piloto y en el camión.
 - ¿A quiénes debe avisarse del accidente? A los cuerpos de emergencias (bomberos), al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, a la Policía para que controle el acceso, al hospital, al propietario de los PCB, al dueño del medio de transporte, entre otros.

- Entre las acciones inmediatas se incluyen las siguientes:
 - Iniciación del Plan de Comunicaciones.
 - Prevenir que cualquier derrame se extienda y/o extinguir el fuego empleando el equipo, los materiales y la ropa protectora de respuesta de emergencia que se lleva en el camión.
 - Debe ser prioritario el impedir que los PCB entren en contacto con aguas superficiales o alcantarillados.

- El Equipo de respuesta a emergencias incluye lo siguiente:
 - Identificación “Equipo de respuesta”.
 - Palas, escobas, materiales absorbentes, barredoras de petróleo para agua superficial, mallas de caucho para alcantarilla, toneles vacíos para almacenar desechos de limpieza.
 - Equipo de Protección Personal que incluya overoles desechables de Tyvek, guantes desechables (de nitrilo), respiradores con filtro de cartucho para vapores orgánicos. El EPP debe cubrir la seguridad de la persona en los escenarios más graves.
 - Extintores de incendio (de tipo seco, espuma, dióxido de carbono).
 - Conos plásticos rígidos de 65 cm de alto, de base 30 x 30, de 3 kg de peso y color naranja.

- Mínimo de 50 metros de cinta plástica de seguridad de 10 cm de ancho, a rayas blancas y rojas con leyendas de “Peligro”.
- Planes de limpieza para diversos escenarios
 - Respuesta a derrames
 - Respuesta a incendio
 - Limpieza de sólidos, como tierra, concreto, asfalto, entre otros.
 - Limpieza de PCB en agua superficial
- Entrenamiento

Toda persona (incluyendo los bomberos) que manipule o transporte PCB debe ser entrenada en las siguientes materias:

- Naturaleza y características de los PCB.
- Requisitos de empaque y rotulación para PCB.
- Requisitos de manifiesto para PCB.
- Precauciones especiales para el transporte de PCB.
- Requisitos de reporte cuando se transportan PCB.
- Acciones de emergencia que deben emprenderse y Equipo de Protección Personal (EPP) que se debe usar en caso de una eventualidad peligrosa.
- Naturaleza y uso del equipo y los procedimientos de respuesta de emergencia.

Los empleadores son responsables de entrenar a su personal en estas materias, de llevar registros del material de los cursos y de cuáles empleados han recibido entrenamiento, así como de expedirles certificados de que han

completado el entrenamiento. Los conductores deben llevar consigo estos certificados en el vehículo de transporte y tenerlos disponibles para su inspección.

- Primeros auxilios Intoxicados por inhalación de vapores, gases o humos de PCB

Retirar a la víctima del lugar afectado y trasladarla a una zona ventilada, con aire fresco y limpio. Eventualmente suministrar oxígeno por medio de una máscara.

Si se presenta un cuadro de asfixia y paro cardiaco, aplicar las técnicas de reanimación cardiopulmonar.

- Contacto e ingestión de hidrocarburos o residuos peligrosos

En el caso de contacto con hidrocarburos normales se puede limpiar la zona afectada con un trapo o estopa, también se pueden utilizar, si se disponen, tierras absorbentes. Posteriormente se debe lavar con abundante agua corriente y detergente. Luego enjuagar con abundante agua corriente y jabón.

En el caso de contacto con residuos peligrosos, proceda de la siguiente forma:

- Limpiar la zona afectada con un trapo, estopa, o tierras absorbentes.

- Lavar la piel afectada con abundante agua fría y jabón (preferiblemente en forma de agua jabonosa o con detergente líquido, preparado por separado) y si la zona expuesta tiene lastimaduras hacer un mínimo frotado.
- Secar apoyando una toalla sin frotar y aplicar vaselina (si es líquida mejor).
- Proteger con gasa estéril fijada con vendaje o tela adhesiva y acudir al centro asistencial más próximo. En caso de contacto ocular, diluir con abundante agua corriente mediante una ducha o lavajos durante quince minutos como mínimo. Los párpados deben separarse durante el lavado. Volver a lavarse con solución de ácido bórico al 3 % o con solución de Cloruro de Sodio (sal común) al 1,5 %.

Acudir a un centro oftalmológico después de efectuados los lavados. Ante ingestión de un residuo peligroso líquido, suministrar 250 cc de vaselina líquida y si se dispone una cucharada de Sulfato de Sodio en 250 ml de agua.

MEDIDAS TÉCNICAS GENERALES DE SEGURIDAD

Normas básicas de seguridad para trabajar con equipos eléctricos

Algunas medidas básicas que el trabajador deberá considerar son:

- a) El trabajador deberá tener especial cuidado de trabajar con el equipo de protección personal EPP para realizar maniobras con equipos energizados (botas, guantes, gafas, casco, ropa de trabajo), los equipos de protección no deben estar compuestos con partes metálicas.
- b) Queda terminantemente prohibido el uso de mangas, anillos de protección o de reloj metálicos que sirvan de conductores de electricidad. El oro y la plata son excelentes conductores de la electricidad.
- c) En caso de colocar herramientas en el cinturón de seguridad, todas ellas sin excepción deben encontrarse aisladas o en su defecto estar dentro del bolso de herramientas y nunca dentro de la vestimenta.
- d) Si existen condiciones de extrema humedad, lluvias, etcétera, no inicie operaciones de mantenimiento y apertura de fases vivas, pues con la humedad aumenta el riesgo de choque eléctrico.
- e) Todo conductor deberá ser considerado como conductor vivo hasta comprobar lo contrario.
- f) Todo equipo eléctrico de potencia deberá estar puesto a tierra.

- g) Tenga cuidado de mantener las distancias adecuadas de las fases conductoras pues podría ocasionarse arco eléctrico.

En la siguiente tabla se especifican las distancias máximas de aproximación según los niveles de tensión. Todo equipo eléctrico debe de ser sometido a inspecciones periódicas documentadas, para evaluar sus condiciones de trabajo. La documentación de la inspección deberá de contener como mínimo la siguiente información:

- a) Fecha de la inspección.
- b) Identificación del equipo y localización.
- c) Condiciones (en uso o almacenado).
- d) Existencia de fugas.
- e) Condiciones de su entorno (ventilación, humedad, cerca de sustancias inflamables, etcétera).

Tabla 4A. **Distancias máximas de aproximación a fases vivas según niveles de tensión**

Tensiones	Distancia máxima de aproximación
Hasta 10 kV	0.8 m
Hasta 15 kV	0.9 m
Hasta 20 kV	0.95 m
Hasta 25 kV	1.0 m
Hasta 30 kV	1.10 m
Hasta 35 kV	1.20 m
Hasta 40 kV	1.40 m
Hasta 45 kV	1.80 m
Hasta 50 kV	2.0 m
Hasta 55 kV	3.0
Hasta 60 kV	4.0 m

Fuente: Presentación "Normas Básicas de Seguridad".

Ing. Harold Martínez del Sur S.A. de C.V.

La ubicación de los equipos eléctricos deberá proporcionar al trabajador condiciones de trabajo seguras.

En sitios abiertos:

- El área donde estén instalados los equipos deberá de estar señalizada con avisos de precaución.
- Las fases vivas deberán estar dispuestas de manera que proporcionen distancias adecuadas de trabajo según los voltajes.
- Las áreas deberán de estar en un lugar que evite al máximo el riesgo de inundaciones.
- Si los equipos están colocados en plataformas, postes, etcétera, estos deberán ser sólidos y soportar el peso del equipo con tanques llenos y el peso del personal de mantenimiento. Se deberán verificar las condiciones de los soportes periódicamente, para evitar la caída de los equipos y personal de trabajo.

En sitios cerrados

- El área debe de ser únicamente dispuesta para equipos eléctricos.
- No se deben de almacenar sustancias inflamables con el equipo eléctrico.
- El sitio deberá de tener una ventilación adecuada, como ventanas, o sistemas de ventilación artificial.

- El sitio deberá de estar libre de humedad.
- En caso de inundación del área, desconectar inmediatamente los equipos y ponerlos en funcionamiento hasta haber secado el área y haber verificado que no existan daños a los mismos. Acondicionar el área para evitar futuras inundaciones.
- Deberá de contar con iluminación suficiente para desarrollar tareas de mantenimiento.
- Deberá de poseer señalización de precaución.
- Se recomienda que esté provisto de sistema contra incendios.
- Deberá de estar libre de contaminación, como polvo excesivo, basura, humedad, etcétera.

En cualquiera de los casos, el acceso a las áreas de equipo eléctrico de potencia y el manejo de los mismos deberá ser restringido, abierto solo para personal calificado y provisto de EPP mínimos:

- Guantes de protección: algodón, goma, cuero
- Casco de seguridad
- Gafas de protección
- Botas o zapatos de seguridad
- Ropa de trabajo
- Cinturón de seguridad
- Bolsa aislada de herramientas

Equipos de protección personal

Los siguientes niveles son los que la OSHA recomienda dependiendo de la ubicación de los equipos a inspeccionar o en la toma de muestra:

a) Nivel A

Este es el mayor nivel de protección. Es utilizado en edificaciones con ventilación deficiente u otros espacios cerrados en los que se hayan volatilizado los PCB a partir de superficies grandes, como por ejemplo una situación de limpieza de un derrame grande.

- Respirador de aire (Self-contained Breathing Apparatus, SCBA) con presión positiva, con máscara facial completa.
- Ropa anti químicos totalmente encapsulada.
- Overoles Braga Tyvec.
- Guantes exteriores anti químicos para trabajo pesado.
- Guantes interiores, anti químicos para trabajo liviano.
- Botas anti químicas, puntera y talón de acero.
- Casco.

b) Nivel B

El trabajador solamente está en un área de derrame sin ventilación natural para inspeccionar y no para participar en la operación de limpieza del derrame.

- Respirador de aire (Self-contained Breathing Apparatus, SCBA) con presión positiva, con máscara facial completa.
- Ropa anti químicos totalmente encapsulada.

- Overoles Braga Tyvec.
- Guantes exteriores anti químicos para trabajo pesado.
- Guantes interiores, anti químicos para trabajo liviano.
- Botas anti químicas, puntera y talón de acero.
- Casco.

c) Nivel C

Operaciones al aire libre en áreas grandes de derrame de PCB u operaciones en que se trabaje de manera estrecha y continua con equipo abierto de PCB o con tambores abiertos de material contaminado de PCB.

- Respirador purificador de aire, que cubre la cara total o parcialmente (es decir, el respirador tipo cartucho con el cartucho apropiado para filtrar los vapores orgánicos; ver normas NIOSH).
- Ropa anti químicos con capucha (por ej. Overoles Tyvex).
- Guantes exteriores, anti químicos, para trabajo pesado.
- Guantes interiores, anti químicos, para trabajo liviano.
- Botas anti químicas, puntera y talón de acero.
- Cubre botas exteriores, anti químicos.
- Máscara facial o gafas protectoras, de ser necesario.

d) Nivel D

El EPP de Nivel D se emplea cuando no hay riesgo respiratorio, pero puede existir el potencial de daños menores por contacto de los PCB con la piel o la ropa. Un ejemplo de situaciones donde el Nivel D se recomendaría son las tomas de muestras en transformadores PCB, o en áreas pequeñas de suelos o aguas contaminadas.

- Overoles tipo Tyvex
- Guantes anti químicos (de nitrilo)
- Botas con puntera y talón de acero, de ser necesario
- Cubre botas, anti químicos
- Máscara facial o gafas de seguridad, de ser necesario

MEDIDAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJAR CON PCB

Debido a las propiedades tóxicas de los PCB y a su habilidad para bioacumularse, se deben aplicar medidas de protección y seguridad estrictas durante el almacenamiento, manejo y uso de los productos. Es entonces necesario:

- Advertir al personal de los riesgos presentes en estos productos, las precauciones necesarias y las medidas a tomar en caso de accidentes.
- Prohibir el uso de artefactos productores de llamas en presencia de PCB o de artefactos que aumenten la temperatura en la superficie metálica a niveles altos, debido a los riesgos de descomposición y emisiones de sustancias tóxicas (esto significa la prohibición de operaciones de soldadura y de corte mediante oxiacetileno en los transformadores de PCB).
- Evitar, en la medida de lo posible, las emisiones de vapores en los talleres donde se estén reparando artefactos con PCB y asegurar que haya una buena ventilación en el área de trabajo.
- Almacenar productos y desechos en contenedores metálicos sellados y etiquetados, los cuales deberán mantenerse en instalaciones con adecuada ventilación.

- Evitar cualquier contacto de los productos con la piel o los ojos. Se deberá proporcionar al personal equipos de protección apropiados.

Medidas preventivas ante el riesgo de Contaminación Fría

Se deberá verificar en forma regular la hermeticidad de los equipos, pero en todos los casos debería existir un mecanismo hermético para la contención de los derrames: En las instalaciones existentes puede mantenerse el sistema de retención existente, si es hermético y si no existe peligro de derrames hacia el ambiente o la red de sanidad pública; Se sugiere que para instalaciones nuevas de almacenaje, el mecanismo tenga un mínimo de capacidad por lo menos igual al más alto de los siguientes valores:

- a) 100 % de la capacidad del contenedor más grande
- b) 50 % del volumen total almacenado (de esta forma, un taller en donde haya un transformador con 400 litros de piralina¹² y otros dos transformadores que contengan 300 litros cada uno deberá tener una capacidad mínima de retención de 500 litros).

No se aplica el requerimiento de un mecanismo de retención hermético para capacitores impregnados con PCB en forma de gel, dado que no es probable que estos escapen en caso de que la carcasa se rompa. Para talleres de reparación, recuperación, descontaminación y desmantelamiento se toman las medidas descritas anteriormente. Los pisos de cada instalación deberán ser herméticos y fáciles de descontaminar. A tales efectos, sería aconsejable aumentar los umbrales y bloquear las aberturas por donde podría derramarse el aceite contaminado (por ejemplo, los espacios para el pasaje de cables). Se prohíbe el alcantarillado y tuberías de combustible.

Descontaminación de pisos

El personal deberá protegerse con overoles impermeables, lentes, guantes de látex y botas de hule. Las maniobras de descontaminación deberán hacerse con implementos desechables, tales como: cepillos plásticos, etcétera. Los desechos contaminados deberán almacenarse en tambores certificados para su posterior incineración. Raspar completamente y usar vapor para ablandar los PCB. En ningún caso se deberá usar una llama sin protección. No se deben utilizar solventes clorados, sino únicamente detergentes suaves, como por ejemplo detergente líquido lavavajillas (que contiene niveles bajos de cloro).

Medidas en caso de accidentes “fríos”

En caso de cualquier derrame de PCB y riesgo de contaminación ambiental, poner sobre aviso a las autoridades correspondientes (por ejemplo, la inspección de instalaciones clasificadas). Alertar a las entidades de respuesta, doctores de guardia y asegurarse de que el personal esté equipado con vestimenta la protección apropiada para PCB, tales como: lentes de seguridad, guantes de nitrilo, botas de hule, trajes impermeables. Delimitar un perímetro de seguridad donde sea necesario y ventilar las instalaciones usando los medios disponibles. Limitar el derrame de PCB sellando la brecha (con trapos, filmes plásticos) y usando absorbentes (como arena, aserrín, cemento).

Limpiar el piso: - Si es hermético, raspar completamente y usar vapor para ablandar los PCB. En ningún caso se deberá usar una llama sin protección. No se deben usar solventes clorados, sino únicamente detergentes suaves, como por ejemplo detergente líquido lavavajillas (que contiene niveles bajos de cloro) u otro parecido, esto con la finalidad de evitar la emisión de vapores contaminantes. - Si no es hermético, se deben remover todos los pisos

subterráneos muy contaminados: concreto, tierra, etcétera, pues los contaminantes podrían filtrarse al manto terrestre y contaminar aguas subterráneas.

Si existe riesgo de contaminación de las aguas subterráneas se deben tomar inmediatamente medidas apropiadas para limitar, asentar y finalmente eliminar la contaminación. Colocar todos los productos contaminados recogidos (aguas de lavado, tierras con niveles de contaminación superiores a 100 ppm, vestimenta, etcétera.) en contenedores herméticos para su subsiguiente destrucción por incineración posterior en un sitio autorizado.

NOTA:

- Se deben tratar los suelos con un nivel de contaminación superior a 100 ppm.
- Por debajo de 10 ppm no se consideran contaminados.
- No se puede tirar el agua a menos que contenga menos de 0,5 ug/litro 13,4.

ALMACENAMIENTO DE LOS PCB

Áreas de almacenamiento transitorio para los PCB Dado el historial de la generación de desechos y su tiempo limitado de fabricación, parece más apropiado que este tipo de desechos tenga un área de almacenamiento transitorio específico para los PCB. No obstante, el flujo de desechos de PCB debería terminar en algún momento entre los años 2020 y 2025 (según lo establece el Convenio de Estocolmo). Además, los PCB no se pueden almacenar conjuntamente con desechos inflamables, lo cual significa que la creación de áreas de almacenamiento de objetivos múltiples es virtualmente imposible.

Almacenamiento inmediato

Asegurar que se disponga de un área segura para almacenamiento de PCB. Las características que las bodegas deben de poseer son:

- a) Protección de la intemperie (muros y techo). Las instalaciones deben estar construidas de material resistente, plástico duro o metal, excluyendo la madera y el aglomerado.
- b) El techo del depósito y el piso aledaño deben tener una pendiente que asegure el drenaje pluvial fuera del sitio.
- c) Contención secundaria (cajas metálicas conteniendo los toneles, barriles o equipos).

- d) Debe estar ubicado arriba de llanura para evitar problemas con inundaciones y contaminación de las áreas aledañas.
- e) Tener avisos de advertencia.
- f) Piso hermético. Debe estar elaborado con materiales impermeables, de preferencia sellado con dos capas de pintura epóxica, para evitar filtraciones de contaminantes al suelo inmediato.
- g) Ventilación suficiente. Debe ser un lugar ventilado para evitar la acumulación de posibles emisiones de gases contaminantes:
 - Inspeccionar el lugar por lo menos cada 30 días, por cualquier infiltración que esté sucediendo, registrar la inspección y las observaciones en un libro de registros destinado para esto.
 - Cerciorarse de que los trabajadores estén capacitados para manipular los PCB con seguridad y que usen los equipos de protección adecuados, de preferencia clasificación D según OSHA.
 - Restringir el ingreso al área de almacenamiento solamente para personal autorizado y capacitado para el manejo de PCB.
 - El lugar debe ser única y exclusivamente para almacenamiento de equipos y sustancias con PCB.

- Nunca almacenar materiales y sustancias inflamables en el mismo lugar que los PCB, pues en caso de incendio producirían gases altamente tóxicos (dioxinas y furanos).

A continuación, se presentan condiciones idóneas



Utilizar tarimas anti derrames.



La utilización de pisos impermeables y áreas ventiladas.

Fuente: Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligros en Guatemala. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con Bifenilos Policlorados (PCB)*. p. 70.

Señalización y etiquetado

Para equipos y desechos contaminados:

- Los recipientes, artículos y contenedores de residuos deben estar permanentemente marcados, inclusive cuando se los almacena, reutiliza, transporta o elimina.
- Cada almacén o bodega debe estar marcada todo el tiempo en que estén presentes los PCB.
- Reemplazar cualquier etiqueta que esté descolorida o sucia.
- Marcar el acceso a un transformador o capacitor que contenga PCB.
- Las estructuras que contienen capacitores o condensadores amplios de alto voltaje deben estar marcados.
- Marcar todo ítem que contenga PCB con la fecha en que es retirado de servicio para su eliminación.
- Mantener el almacén para que los ítems con desechos de PCB puedan ser localizados por la fecha en que fueron retirados de servicio para su eliminación.

Todos los artefactos que contengan o que alguna vez hayan contenido PCB deben marcarse con etiquetas que incluyan la siguiente información: Este artefacto contiene PCB que pueden contaminar el ambiente y por ley se deben eliminar.

Etiquetado de artefactos descontaminados que hayan contenido PCB:

Cada artefacto descontaminado debe estar marcado en forma clara e indeleble, mediante repujado, por sello, o con una etiqueta, con la información que establece el sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA). Para tal caso se presenta a continuación la etiqueta que utiliza el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala.

**Aceite dieléctrico contaminado con
BIFENILOS POLICLORADOS
PCB**


MINISTERIO DE AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

ATENCIÓN

Al contacto con la piel, producen alteraciones cutáneas. Pueden provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas. Toxicos para la reproducción, pueden producir efectos dañados en las funciones reproductivas, pueden ser teratogénicos y provocar la muerte del feto o producir malformaciones, son productos que pueden modificar el funcionamiento de ciertos órganos, como el hígado y el sistema nervioso.

Peligro de efectos acumulativos en el tejido graso. Manténgase fuera del alcance de los niños.

No tener efectos respiratorios de ningún tipo.

Muy tóxicos para los organismos acuáticos. Pueden provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Con efectos nocivos transgénicos.

En caso de emergencia llamar al Centro de Información y Asesoría Toxicológica -CIAT- 1-801-000932

C₁₂H₁₀-n-Cl₂
Densidad 1.593 g/cm³
Solubilidad en Agua: 0.0027 mg/L
CAS: 1336-26-3

Propietario:
Persona responsable (x):
Dirección:
Teléfono (x):

ONU 2315 EINECS 215-648-1



Volumen total de aceite: _____ L
Peso del aceite: _____ kg



Etiqueta para identificación de PCB

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Proyecto AdA – Integración. *Manual elaborado con el apoyo y referencias de “Guía técnica EL MANEJO DE EQUIPOS ELECTRICOS CON BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)”*.

Anexo 2. Evaluación sobre el manual de capacitación aceites PCB

Propiedades de los aceites

Nombre: _____

Área: _____ Fecha: _____

Instrucciones: responda las preguntas que se encuentran a continuación.

1. ¿Qué son los Bifenilos Policlorados?
2. Mencione tres aplicaciones industriales donde se utilizaron los PCB.
3. Es un acuerdo internacional que regula el tratamiento de las sustancias toxicas, fue firmado el 22 de mayo de 2001:
4. Cuáles son las características por las cuales los PCB fueron incluidos dentro del Convenio de Estocolmo.
5. Son las reacciones que ocurren después de una exposición prolongada, entre estos se encuentran los trastornos inmunitarios, efectos sobre la reproducción, posible carcinógeno, trastorno del desarrollo neurológico:

Continuación del anexo 2.

6. Son las reacciones fisiológicas que ocurren poco después de la exposición, por ejemplo: irritación cutánea, irritación ocular, dolor de cabeza o fiebre, entumecimiento y desordenes del hígado.
7. Enumere 3 efectos toxicológicos provocados por el contacto con PCB.
8. Es cualquier persona individual o jurídica que tenga uso de equipos como transformadores eléctricos, condensadores eléctricos, interruptores, reguladores, entre otros:
9. ¿Cuál es la principal manera de identificar la existencia de Bifenilos policlorados?
10. ¿De qué tamaño debe de ser la muestra para determinar la presencia de PCB en aceites dieléctricos?

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Proyecto AdA – Integración. *Manual elaborado con el apoyo y referencias de “Guía técnica EL MANEJO DE EQUIPOS ELECTRICOS CON BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)”*.

Anexo 3. **Equipo de protección y su uso**

Nombre: _____

Área: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Responda las preguntas que se encuentran a continuación

1. ¿Qué necesita el propietario de PCB antes de realizar cualquier proyecto de gestión, embalaje, transporte, movimiento de materiales líquidos, sólidos y desechos conteniendo PCB?
2. ¿Qué lineamientos deben de seguir los conductores de camiones que transportan PCB?
3. ¿Cómo deben de ser transportados los transformadores?
4. ¿Qué tipo de overoles se deben de utilizar como equipo de protección personal?
5. Enumere por lo menos 5 equipos de protección personal para el manejo de PCB que no sean overoles

Continuación del anexo 3.

6. Es el mayor nivel de protección, es utilizado en edificaciones con ventilación deficiente u otros espacios cerrados en los que se hayan volatizado los PCB a partir de superficies grandes como por ejemplo una situación de limpieza de un derrame grande.
7. Nivel en que las operaciones al aire libre en áreas grandes de derrame de PCB u operaciones en que se trabaje de manera estrecha y continua con equipo abierto de PCB o con tambores abiertos de material contaminado de PCB
8. Mencione 3 características de almacenamiento inmediato
9. Se utiliza para sostener el camión al momento de subir o bajar los contenedores con PCB.
10. Es el responsable de despachar los PCB, garantizando que tanto el conductor como el resto de personal que maneja los PCB han recibido la capacitación adecuada.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Proyecto AdA – Integración. *Manual elaborado con el apoyo y referencias de “Guía técnica EL MANEJO DE EQUIPOS ELECTRICOS CON BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)”*.

Anexo 4. **Desecho de PCB**

Nombre: _____

Área: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Responda las preguntas que se encuentran a continuación

1. ¿Qué tipo de material se transporta en toneles cerrados tipo ONU con dos artificios, lamina calibre 18? ¿Para el transporte fronterizo de este material se colocan en contenedores metálicos sellados y se rodean con material absorbente?
2. ¿Qué tipo de material se transporta en toneles tipo ONU con la tapa removible? ¿Y además para su transporte fronterizo se sellan y se colocan en los pallets asegurados dentro del contenedor?
3. ¿Qué se realiza con el PCB si el equipo no se encuentra en buenas condiciones físicas?

Continuación del anexo 4.

4. ¿Qué tipo de bombas se recomienda utilizar para el trasvase del PCB?
5. Es la base de la clasificación de la ONU para materiales peligrosa
6. Es conocido también como número ONU, las cifras de los números deben ser de 10 cm de altura y 15 mm de anchura, la línea negra que divide y bordea el panel tendrá una anchura de 15 mm de espesor y deben de ser reflectantes con un reborde negro.
7. ¿Qué significa la siguiente esta etiqueta que se coloca al momento de realizar un transporte internacional?



Continuación del anexo 4.

8. ¿Qué significa la siguiente esta etiqueta que se coloca al momento de realizar un transporte internacional?



9. ¿Qué equipo de seguridad o protocolo debe de tener el vehículo que transporta el material con PCB?
10. ¿Qué debe de hacerse con el vehículo si se contamina con PCB?

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Proyecto AdA – Integración. *Manual elaborado con el apoyo y referencias de “Guía técnica EL MANEJO DE EQUIPOS ELECTRICOS CON BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)”*.

Anexo 5. **Check list sobre el estado de equipo de seguridad y herramientas**

Nombre: _____

Área: _____ Fecha: _____

Núm.	Articulo	Estado	Fecha de cambio
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Firma trabajador

Firma Supervisor

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Proyecto AdA – Integración. *Manual elaborado con el apoyo y referencias de “Guía técnica EL MANEJO DE EQUIPOS ELECTRICOS CON BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)”.*

Anexo 6. **Check list sobre el manejo y almacenaje de los equipos con aceites**

PCB

Nombre del trabajador: _____

Área: _____ Fecha: _____

Observación	Si	No
El trabajador está utilizando su equipo de seguridad y protección.		
El trabajador está utilizando las herramientas adecuadas para transporte.		
El trabajador identifico el transformador a almacenar.		
El trabajador deposito el transformador en el área adecuada.		
El trabajador ubico dentro del área el transformador de forma correcta según lo establecido en el manual.		
El trabajador verifico la seguridad del área de bodega.		
El trabajador verifico que no existiera ningún incidente en el momento del manejo y almacenaje del transformador.		

Observaciones extras: _____

Firma trabajador

Firma Supervisor

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Proyecto AdA – Integración. *Manual elaborado con el apoyo y referencias de “Guía técnica EL MANEJO DE EQUIPOS ELECTRICOS CON BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)”.*

Anexo 7. **Evaluación al trabajador “Conociendo su opinión”**

Nombre del trabajador: _____

Área: _____ Fecha: _____

Evaluación	Si	No
Obtuvo algún conocimiento con la capacitación brindada.		
Considera que la capacitación cumple con las expectativas de lo que esperaba acerca del programa.		
El programa ha causado conciencia en su persona, en relación a cómo puede afectar los aceites PCB su salud humana y la contaminación del medio ambiente.		
Después de la implementación de todas las propuestas, cree que su trabajo es ahora más seguro con el manejo de los aceites PCB.		
Cambiaría usted algo en el programa efectuado.		
Está usted de acuerdo con las constantes evaluaciones y supervisiones.		

Observaciones extras: _____

Firma trabajador

Firma Supervisor

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Proyecto AdA – Integración. *Manual elaborado con el apoyo y referencias de “Guía técnica EL MANEJO DE EQUIPOS ELECTRICOS CON BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)”*.

Anexo 8. Publicación Diario de Centro América Decreto Numero 60-2007

Diario de Centro América



www.dca.gob.gt Director: Luis Eduardo Hincapié Godoy Decano de la Prensa Centroamericana Órgano Oficial de la República de Guatemala

TOMO CCLXXXIII Guatemala, JUEVES 13 de diciembre de 2007 NÚMERO 28

SUMARIO

ORGANISMO LEGISLATIVO
CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA
DECRETO NÚMERO 60-2007

ORGANISMO EJECUTIVO
PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA
Acordadas declarar necesaria y urgente para resolver una situación de interés nacional la entrega y construcción de bienes, suministros y servicios que sean estrictamente necesarios para llevar a cabo los actos protocolarios y ceremonias especiales con motivo de la transmisión de mando presidencial que se realizará el próximo 14 de enero de 2008.

MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES
INSTRUMENTO DE RATIFICACIÓN DEL CONVENIO DE CREACIÓN DE LA VISA ÚNICA CENTROAMERICANA PARA LA LIBRE MOVILIDAD DE EXTRANJEROS ENTRE LAS REPÚBLICAS DE EL SALVADOR, GUATEMALA, HONDURAS Y NICARAGUA, suscrita el 30 de junio de 2005.

MINISTERIO DE GOBERNACIÓN
Acordadas reconocer la personalidad jurídica y aprobar las bases constitucionales de la IGLESIA "MISIÓN CRISTIANA DE RESTAURACIÓN BOCA DE PODER REY DE REYES".

PUBLICACIONES VARIAS
MUNICIPALIDAD DE COBAN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
ACTA NÚMERO 108-2007 PUNTO TRIGÉSIMO OCTAVO
MUNICIPALIDAD DE KAMINAL, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ
ACTA No. 47-2007
MUNICIPALIDAD DE RETALHULEU
LEY TEMPORAL Y ESPECIAL DE SUPLENCIÓN DE CÉDULAS DE VICINIDAD DEL MUNICIPIO DE RETALHULEU, DEPARTAMENTO DE RETALHULEU, SEGÚN EL DECRETO 30-2006 DE FECHA 21 DE SEPTIEMBRE DE 2006.

ANUNCIOS VARIOS

ORGANISMO LEGISLATIVO


CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA
DECRETO NÚMERO 60-2007
EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

CONSIDERANDO:

Que el Gobierno de la República, suscribió el "Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes", hecho en la ciudad de Estocolmo, Reino de Suecia, el 22 de mayo de 2001.

CONSIDERANDO:

Que los contaminantes orgánicos persistentes constituyen una seria amenaza a la salud humana y animal, así como a la seguridad ambiental y que el Convenio de mérito no contraviene principios constitucionales ni legales vigentes, por lo que es procedente su aprobación, emitiendo en tal sentido la respectiva disposición legal.

POR TANTO:

En ejercicio de las atribuciones que le confieren las literales a) y l) del artículo 171 de la Constitución Política de la República,

DECRETA:

Artículo 1. Aprobar el "Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes", hecho en la ciudad de Estocolmo, Reino de Suecia, el 22 de mayo de 2001.

Artículo 2. El presente Decreto entrará en vigencia a los ocho días de su publicación en el Diario Oficial.

REMÍTASE AL ORGANISMO EJECUTIVO PARA SU SANCIÓN, PROMULGACIÓN Y PUBLICACIÓN.

EMITIDO EN EL PALACIO DEL ORGANISMO LEGISLATIVO, EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, EL CATORCE DE NOVIEMBRE DE DOS MIL SIETE.


RUBÉN DARÍO MORALES VÉLIZ
PRESIDENTE



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Proyecto AdA – Integración. *Manual elaborado con el apoyo y referencias de "Guía técnica EL MANEJO DE EQUIPOS ELECTRICOS CON BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)".*