

MANEJO, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS P.C.B,s (BIFENILES POLICLORADOS) EXPERIENCIA DE LA ELECTRICIDAD DE CARACAS

**Jorge E. Da Silva C.
C.A. La Electricidad de Caracas**

INTRODUCCIÓN

Debido a los cambios en la calidad ambiental alrededor del mundo, ha surgido la preocupación en diferentes países sobre que hacer en materia ambiental para su preservación. Para ello, han elaborado leyes y normativas que establecen controles sobre diferentes aspectos ambientales tales como las descargas industriales sobre los cuerpos de agua, emanaciones de gases a la atmósfera y una de las más conflictivas y difíciles de resolver como es el uso, manejo y disposición final de sustancias tóxicas y peligrosas.

Una de las sustancias más utilizadas en equipos eléctricos, son los Bifeniles Policlorados (PCB) o conocidos comúnmente con el nombre genérico de Askarals.

En el marco internacional hasta 1929, el aceite mineral había sido usado exclusivamente en equipos eléctricos. En esa época fue desarrollado un nuevo fluido dieléctrico, resistente al fuego para ser usado en condensadores por la empresa Swann Chemical, la cual fue comprada posteriormente por la Monsanto Chemical.

A partir de la década de los años 30, en los Estados Unidos se establece una reglamentación pública sobre instalaciones eléctricas, la cual exige que los equipos eléctricos con aislamiento en líquido, tales como sub-estaciones en edificios, sub-estaciones internas en plantas industriales y otras, instalados en locales donde existía el riesgo de incendio y explosión debían ser minimizados, y utilizar como medio aislante un fluido que no fuese inflamable y no fuese propagador del fuego. A partir de entonces, diversos fabricantes de equipos eléctricos de diferentes países, se abocaron a desarrollar fórmulas de líquidos aislantes no inflamables basados en compuestos organoclorados conocidos como P: C: B. (Policlorados Bifenilos) diluidos con Triclorobenceno, para obtener la viscosidad deseada. A raíz de ello, empezaron a ser comercializados con nombres como Apirolio (Caffaro Italia), aroclor (Monsanto Chemical), Asbestol (American Corporation), Dykanol (Cornell Dubilier), Chlophen (Bayer, Alemania), Elemex (Mac Graw Edison) e Inerteen (Westhingshouse) entre otros.

Estos compuestos fueron utilizados ampliamente en el sector eléctrico a nivel mundial, debido a que presentaban características eléctricas satisfactorias y aunque con denominaciones comerciales diferentes, fueron conocidos comúnmente como Askareles.

En 1.968, sale a la luz pública las consecuencias del Askarel para la salud, cuando en el Japón, mas de 1000 personas se enfermaron al estar expuesta al aceite contaminado con Askarel, a raíz de un accidente en una fábrica donde el sistema de refrigeración se perforó pasando el Askarel al aceite de arroz.

Los estudios realizados sobre estas personas aportaron la ocurrencia de una serie de síntomas patológicos que pasaron a denominarlos como la enfermedad de Yusho, incluyendo Cloroacné, bronquitis crónica, edema, náuseas, vómitos, etc.

Para los años 70, la agencia de Protección ambiental (Enviromental Protection Agency, EPA) de los Estados Unidos, estaba trabajando sobre los estudios relativos a la contaminación con Askareles. Sin embargo, hasta finales de esa década fueron largamente utilizados y difundidos en equipos eléctricos en muchos países del mundo, donde poco a poco fueron teniendo prohibición de uso, debido a sus propiedades adversas desde el punto de vista ecológico y toxicológico.

El propósito primordial de este trabajo es presentar la experiencia de una empresa eléctrica Latinoamericana, con valores ambientalistas en sus procesos, como es el caso de la Electricidad de Caracas en Venezuela, que inicio desde el año de 1990 todo un trabajo de identificación, manejo, transporte, almacenamiento temporal y disposición final de todos sus transformadores y condensadores con PCB, comprobándose de esta forma que si es posible el desarrollo de un proceso tan importante dentro del sector eléctrico, como lo es la desincorporación y destrucción de estos equipos de manera adecuada, con el fin de minimizar al máximo la exposición del medio ambiente y el hombre a las emisiones del PCB.

¿QUE SON LOS PCB?

Son compuestos químicos que comprenden la molécula de bifenilo florada de composición química $C_{12}H_{10-Cl_n}$, cuyas propiedades dependen de la cantidad y posición de los átomos de cloro en la molécula.

Los PCB son moléculas compuestas de átomos de Carbón, hidrógeno y cloro. Se producen sustituyendo entre uno y diez átomos de hidrógeno por átomos de cloro en la molécula bifenil. Esto da como resultado un potencial de 209 combinaciones posibles de estos átomos (Isómeros o compuestos de PCB); sin embargo en el comercio, por lo general, se utilizaban muchos menos isómeros de PCB. De manera general, los compuestos de PCB mas altamente clorados, son los mas persistentes y mas peligrosos de la mezcla.

Compañías como Monsanto en los Estados Unidos clasificaban sus PCBs comerciales puros, conocidos como Arocloros, de acuerdo con su contenido de cloro, por ejemplo el Aroclor 1254 se refiere a PCBs con 54 % de Cloro.

Los Arocloro mas populares utilizados para maquillar los fluidos dieléctricos (Askarels) eran los Arocloros 1242, 1254 y 1260. Cada uno de estos Arocloros tienen propiedades un poco diferente, pero en general estas son :

- Aceites móviles
- Mas pesados que el agua
- Muy estables

- No inflamables
- Tienen bajas presiones de vapor y bajas solubilidades en el agua

En las aplicaciones de equipo eléctrico, los PCBs se mezclaban con diferentes cantidades de Clorobencenos (como solventes) para producir fluidos dieléctricos, comúnmente conocidos como Askarels, los cuales generalmente contienen entre 40 /100% PCBs. Estos fluidos de Askarels retienen las propiedades químicas y físicas generales mencionadas anteriormente.

EFFECTOS AL HOMBRE Y AL AMBIENTE

Las propiedades de los PCBs que los hicieron valiosos como químicos industriales, por ejemplo, resistentes a fallas, también los convierten en problemas cuando se liberan al ambiente.

Cuando existe un derrame de PCBs estos pueden migrar al suelo , al agua subterránea y al aire y pueden abarcar grandes instancias, contaminando tanto al ambiente local, como el global. Los pescados animales y cultivos en áreas contaminadas con PCBs pueden no ser aptos para el consumo.

La bioacumulación de PCBs ocurre cuando los PCBs entran al cuerpo humano o animal a través del aire, los alimentos y la piel. Puesto que los PCBs son resistentes a la descomposición, estos se almacenan y se concentran en el cuerpo, produciendo así la bioacumulación.

La bioampliación de PCBs ocurre cuando las especies contaminadas ubicadas en los niveles bajos de la cadena alimenticia (por ejemplo los peces) son consumidas por animales más altos en la cadena alimenticia (incluyendo a los humanos) y las concentraciones de PCBs que se producen en estos animales ubicados en un nivel más alto serán mucho más altas.

Se ha determinado que la exposición por largo tiempo a altas concentraciones de PCBs son causas de enfermedades de la piel y, según sospechas las autoridades del sector salud, son causante de cáncer.

Cuando los PCBs son liberados al medio ambiente, pueden entrar en el cuerpo humano y al de los animales a través de la inhalación (aire), contacto dérmico (piel), o ingestión (bebidas o alimento). Los PCBs son peligrosos para la salud humana y de los animales.

Cuando los PCBs entran al cuerpo humano y al de los animales se resisten a la descomposición y no son expulsados mediante los procesos de excreción o secreción, sino que, por el contrario se quedan y conservan en los tejidos grasos y en los órganos del cuerpo. Por lo tanto, las personas y los animales que entran en contacto (respiración, contacto de piel, bebidas o alimentos) con los PCBs pueden, con el tiempo acumular más concentraciones de PCBs en su organismo. Este efecto de concentración de los PCBs en el organismo con frecuencia es llamado “bioacumulación”

IDENTIFICACION DE BIFENILES POLICLORADOS (PCB's)

Los equipos industriales en general cuentan con una placa de identificación en la que se describe, entre otras cosas, el tipo de fluido que utilizan y la cantidad. En el caso de equipo eléctrico, si la designación del líquido inicia con la letra L como LFAF, LFAN, LFWN, LNP, LNS, LNW y LNWN o bien, coincide con alguno de los nombres de la lista que se describe a continuación, es indicativo de que el equipo contiene bifeniles policlorados.

Las marcas comerciales y sinónimos con que se conoce a los bifeniles policlorados o PCB's son los siguientes:

ACECLOR	DELOR	HYVOL	PHENOCOR
APIROLO	DIACOR	INCLOR	PYDRAUL
AROCLOR	DK	INERTEEN	PYRALENE
ASBESTOL	DP	KANECHLOR	PYRANOL
ASKAREL	DYKANOL o DYCANOL	KENNECHLOR	PYROCLOR
BAKOLA 131	EEC-118	MCS-1489	SAFT-KUHL
CLOPHEN	ELECTROPHENYL	MONTAR	SANTOTHERN
CLORPHEN	ELEMEX	NEPOLIN	SAT-T-AMERICA
CHLOREXTOL	EUCAREL	NO FLAMOL	SOVIOL o SOVOL SOVTOL SOROL
CLORINOL	FENCLOR	PCB o PCB's	THERMINOL

En el caso de fluidos para equipos de transferencia de calor algunos de los PCB 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).

Para una correcta interpretación y aplicación de las leyes relacionadas con los PCB es conveniente tener presente las definiciones dadas por la EPA :

- 1.- Productos con PCB son todos aquellos productos que contienen mas de 500 ppm de PCB (0,05% en peso de PCB).
- 2.- Transformadores con PCB son todos aquello que han sido llenados con PCB o con producto que contiene más de 500 ppm en peso de PCB
- 3.- Transformadores contaminados con PCB son aquellos transformadores cuyos fluidos dieléctricos contienen entre 50 y 500 ppm de peso de PCB (0,005 a 0,05% en peso). Por tanto, cuando los transformadores contienen menos de 50 ppm se les considera libres de PCB.

A manera de comparación y para entender mejor las magnitudes utilizadas, podemos decir que una parte en un millón (1 ppm) es equivalente a 1 minuto en 1,9 años.

PRECAUCIONES PARA EL MANEJO DE LOS PCB

La gente que trabaja con PCBs debe estar consciente de las precauciones necesarias para limitar la exposición prolongada a los PCBs de alto nivel. La exposición puede ocurrir a través de tres vías : aire (inhalación), ingestión (consumo de agua y alimentos) y dérmica (absorción a través de la piel). Cuando se trabaja con PCBs, el sentido común es el tomar acciones que reduzcan estas vías de exposición . Vale la pena anotar, además, que entre más alta sea la concentración de PCBs en el equipo PCB o en el material contaminado que deba manejar el trabajador, mayor debe ser el rigor con que debe observar las precauciones de seguridad.

El Instituto Nacional de Salud Ocupacional y Seguridad de Estados Unidos (U.S. National Institute for Occupational Health and Safety – NIOSH) publica precauciones específicas para químicos.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) PARA TRABAJAR CON LOS PCBs

El equipo de protección personal (EPP) se diseña para reducir la exposición del usuario a los PCBs mediante la reducción de la vía de exposición. La Administración de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial de Estados Unidos (Occupational Safety and Health Administration – OSHA) desarrolló varias categorías de EPP a las que se refiere como niveles para los diversos tipos de escenarios de exposición. Hay cuatro niveles de EPP.

Aunque a continuación se presenta una descripción de cada nivel, así como ejemplos de su aplicación, cada exposición debe ser analizada por los empleadores, supervisores y empleados, a fin de identificar el nivel apropiado de EPP. Dependiendo del tipo y numero de vías de exposición potencial identificados, antes del trabajo, esta permitido seleccionar los elementos de EPP entre los diversos niveles para que se ajusten al nivel esperado de riesgo. Es posible obtener información adicional en la Sección de Regulación, 29 CFR 1910-120 en la pagina de Internet de OSHA, www.osha.gov.

Nivel "A" de EPP

Nivel A: Se utiliza cuando se requiere el mayor nivel de protección personal. Por lo general es cuando se requiere mayor protección de los ojos, la piel y el sistema respiratorio, basado bien sea en la concentración alta medida (o el potencial) de vapores de PCB o de partículas, o donde hay un alto potencial de salpicadura de la piel o de inmersión en PCB.

Por ejemplo, los trabajadores que habitualmente realizan el mantenimiento de rutina o toman muestras de equipos de PCB, no requirieran tan alto nivel de protección. Las situaciones en que este nivel de protección seria aconsejable, incluyen: cualquier trabajo dentro de una edificación con ventilación deficiente u otros espacios cerrados donde se hayan volatizado los pcb a partir de superficies grandes, p.e., una situación de limpieza de un derrame grande.

El nivel A de EPP incluye lo siguiente:

- 1) Respirador de aire (Self-contained Breathing Apparatus - SCBA) con presión positiva, con mascara facial completa.
- 2) Ropa anti-quimicos totalmente encapsulada
- 3) Overoles
- 4) Guantes exteriores anti-quimicos para trabajo pesado
- 5) Guantes interiores, anti-quimicos para trabajo liviano

- 6) Botas, anti-químicos, puntera talón de acero
- 7) Casco

Nivel "B" de EPP

Al igual que el anterior nivel "A", el EPP de nivel B normalmente no se requerirá para labores generales de mantenimiento o de recolección de muestras. El nivel B se debe emplear en lugares donde se requiere un alto nivel de protección respiratoria (o sea una situación similar a la del nivel A), pero donde existe poco potencial para que haya contacto de los PCB con la piel. Un ejemplo de situación donde se requiere el uso del nivel B sería una en que el trabajador ingrese a un recinto mal ventilado u otro espacio confinado donde se ha presentado un derrame grande y el trabajador solamente está ahí para inspeccionar y no para participar en la operación de limpieza del derrame.

El nivel B de EPP incluye los siguientes elementos:

- 1) Respirador proveedor de aire (Self-contained Breathing Apparatus -SCBA0) con presión positiva, con máscara facial completa.
- 2) Ropa anti-químicos con capucha (p.e. vestido Tyvec™)
- 3) Guantes exteriores, anti-químicos para trabajo pesado
- 4) Guantes interiores, anti-químicos para trabajo liviano
- 5) Botas, anti-químicos, puntera talón de acero
- 6) Máscara facial o gafas protectoras, de ser necesario.

EPP Nivel "C"

El EPP de Nivel C por lo general se emplea en lugares en que el peligro respiratorio no es alto, pero se espera que las concentraciones de PCB en el aire continúen estando por encima de los niveles aceptables. Ejemplo de situaciones en las que se recomendaría el Nivel C sería el de operaciones con equipo PCB abiertos o tambores abiertos de materiales contaminados con PCB, 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.

El EPP Nivel C incluye los siguientes elementos:

- 1) Respirador purificador de aire, que cubre la cara totalmente o parcialmente (es decir, el respirador tipo cartucho con el cartucho apropiado para filtrar los vapores orgánicos)--- ver normas NIOSH.
- 2) Ropa anti-químicos con capucha (p.e., vestido Tyvec™)
- 3) Guantes exteriores, anti-químicos, para trabajo pesado
- 4) Guantes interiores, anti-químicos, para trabajo liviano
- 5) Botas, anti-químicos, puntera y talón de acero
- 6) Cubre-botas exteriores, anti-químicos
- 7) Máscara facial o gafas protectoras, de ser necesario

EPP del 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.

El EPP de Nivel D incluye los siguientes elementos:

- 1) Overoles enterizos
- 2) Guantes anti-quimicos
- 3) Botas con puntera y talón de acero, de ser necesario
- 4) Cubre-botas, anti-quimicos
- 5) Mascara facial o gafas de seguridad, de ser necesario

Higiene Personal

Independientemente del nivel de EPP que se use, los trabajadores deben observar nuevas practicas de higiene, a fin de reducir su exposición a los PCB, por ejemplo:

- Al quitarse el EPP, se debe tener cuidado de retirar el EPP contaminado, de manera que se prevenga el contacto de la piel con los PCB
- Los trabajadores deben lavarse bien con agua y jabón después de trabajar con PCB
- Los trabajadores deben abstenerse de fumar, beber o comer mientras se trabaja con PCB, a fin de reducir la ingestión de los mismos.

Capacitación en Salud y Seguridad Industrial

Los trabajadores que tienen contacto directo con equipo PCB o con desechos de PCB requieren de un entrenamiento mínimo a fin de que tomen las precauciones correctas para limitar su exposición a los PCB. Este entrenamiento debe abarcar los siguientes temas:

- Que son los PCB
- Comprensión de los peligros de los PCB para la salud y el medio ambiente, incluyendo los niveles de seguridad
- El uso de los diversos niveles de EPP, su adecuado uso y mantenimiento
- Aspectos de higiene personal en el trabajo con PCB
- Respuesta a emergencias ante derrames e incendios

Opciones Para Los Dueños De Transformadores Con PCB

Para tratar de atacar las regulaciones relacionadas con el manejo de los PCB los dueños de transformadores que contienen dicha substancia tienen las siguientes opciones:

- A. Conservar dichos transformadores en servicio y cuidar que no haya derrames de los PCB contenidos en ellos.
- B. Drenar los PCB del transformador, limpiarlo con un solvente adecuado y llenarlo con un fluido que no contenga PCB.
- C. Descartar el transformador con PCB y sustituirlo por otro sin PCB.

Si el transformador es muy viejo y, especialmente, cuando se encuentra cercano a las corrientes de agua, es conveniente optar por la solución C. Cuando se trata de un transformador relativamente nuevo se puede optar por la solución b.

1. Conservación en Servicio de los Equipos

En los casos en que sea la opción escogida, solo habrá que identificar bien el equipo y controlar o supervisar, con la adecuada frecuencia, que el equipo se encuentre en buenas condiciones de operación y completamente hermético, o por lo menos libre de filtraciones.

- A. Designación de una persona que sea responsable de la supervisión del o de los transformadores en servicio.
- B. Entrenamiento del personal de la planta o factoría en relación a los peligros que envuelve el uso de PCB y de las precauciones a observar.
- C. Establecimiento de procedimientos escritos para el caso de que sucedan derrames o cualquier otro accidente relacionado con los transformadores con PCB. El plan debe estar disponible de inmediato a las autoridades competentes y debe, en todo caso, ser revisado y aprobado por un ingeniero calificado.
- D. Descripción de cualquier derrame o incidente ocurrido en los equipos.
- E. Construcción de diques, paredes de retención o cualquier otro medio adecuado para el control del drenaje de posibles derrames. De la misma manera deben sellarse las grietas existentes en el piso y mantenerse disponibles todos los materiales que pudieran ayudar a controlar y eliminar el posible material derramado (trapos, aserrín, arena, etc.) así como también guantes de polietileno, caretas transparentes, botas, bragas y cualquiera otro equipo de protección del personal.
- F. Delimitación y resguardo del área donde se encuentran instalados los transformadores con PCB para protegerlos de los posibles daños que pusieran causarles los equipos mecánicos de mantenimiento y operación de la planta (grúas, montacargas, etc.)
- G. Colocación de los avisos de alerta y las identificaciones que establecen las regulaciones relacionada con el manejo de productos PCB.

El mantenimiento y reparaciones de los transformadores con PCB en servicio, deben efectuarlo personas adecuadamente entrenadas para tal fin y debidamente autorizadas por los organismos competentes. No se permiten reparaciones mayores de los transformadores con PCB para lo cual deben ser llevados antes a la condición de transformadores contaminados con PCB (entre 50 y 500 ppm de PCB) o, si es posible, llevar su contenido de PCB a 50 ppm o menos.

2. Sustitución de los PCB por otro Fluido Dieléctrico

Las agencias de protección del ambiente de los estados unidos parecen recomendar la sustitución de los PCB en los transformadores. Sin embargo, desde el punto de vista económico y practico este no

es posible. Como es de suponer, la más simple operación que se requiere para sustituir los PCB por cualquier otro fluido dieléctrico envuelve, por lo menos, los siguientes pasos:

- a. Drenaje de los PCB del transformador.
- b. Limpieza del equipo con un solvente apropiado
- c. Llenado del transformador de los PCB y el solvente contaminado de acuerdo con las recomendaciones de las autoridades competentes
- d. Disposición de los PCB y el solvente contaminado de acuerdo con las recomendaciones de las autoridades competentes.

Por tanto, antes de cambiar los PCB debe procederse a hacer una evaluación de la situación planteada y decidir si debe o no procederse a hacer la sustitución.

A. Casos Recomendables para Sustituir los PCB.

Existen situaciones en que es ampliamente justificable sustituir los PCB de los transformadores por otro fluido no contaminante, especialmente cuando se trate de:

- a) Grandes transformadores (mayores de 500 KVA)
- b) Equipos relativamente nuevos, con 10 años o menos de servicio.
- c) Transformadores con voltajes o frecuencias especiales o no comunes, que no pueden ser reemplazados o descartados fácilmente.
- d) Equipos para los cuales el reemplazo por otro resulte sumamente costoso.

B) Casos no Recomendables para Sustituir los PCB.

Existen situaciones en que la decisión de sustituir los PCB por otro fluido no contaminante puede resultar riesgosa e injustificable desde el punto de vista económico. En casos es preferible sustituir el equipo y disponerlo de acuerdo con las regulaciones vigentes.

Entre esos casos mencionaremos aquellos en que se trate de:

- a) Transformadores pequeños (500KVA o menos) cuyo costo sea relativamente bajo.
- b) Unidades con mas de 25 años de servicio.
- c) Transformadores cuyo funcionamiento o eficiencia sea marginal.
- d) Equipos ubicados cerca de fuentes o corrientes de agua, para los cuales la inspección requerida puede resultar costosa.

3. Decisión de Sacar al Equipo fuera de Servicio al Transformador

En estos casos solo se hace necesario tomar todas las precauciones necesarias para evitar derrames durante el desmontaje del equipo y darle una disposición final de acuerdo con las regulaciones establecidas.

4. Evaluación de los Casos o Situaciones Antes de Decidir

En cualquiera de las situaciones antes mencionadas conviene hacer una evaluación objetiva de cada caso antes de tomar una decisión en pro o en contra de la situación de los PCB. Esa evaluación debe incluir entre otras informaciones lo siguiente:

- A. Datos de la eficiencia o estado operacional del equipo: factor de potencia de las bobinas y bujes, resistencia del aislamiento, etc.
- B. Materiales de construcción del transformador, tales como el papel aislante, empaaduras, pinturas, etc., para determinar su compatibilidad con el nuevo fluido.
- C. Resistencia a la presión o el vacío del tanque del transformador
- D. Condiciones críticas para las operaciones del equipo.

Muchas de estas informaciones pueden ser suministradas por el fabricante del equipo.

ALTERNATIVAS PARA LA DESTRUCCION DEL PCB

Las alternativas mas viables son la incineración, tanto de los líquidos como de los equipos; la reclasificación del equipo como un equipo libre de Askarel, mediante el proceso de sustitución del mismo y descontaminación del equipo, la neutralización química del Askarel (PCB) y los Rellenos de Seguridad.

El Proceso de incineración consiste en la destrucción por vía térmica, tanto del PCB líquido como de los equipos que lo contienen, a temperaturas comprendidas entre 1200 °C y 1300°C, con un tiempo de residencia de dos segundos como mínimo para los gases de combustión. Este proceso asegura una destrucción del orden de 99,999 %, de acuerdo a las exigencias de la EPA.

La alternativa de reclasificación para un transformador en Askarel, como un equipo libre de este compuesto, consiste básicamente en drenar el Askarel del transformador, limpiar el interior del tanque y núcleo del transformador con un solvente apropiado y llenar de nuevo el equipo con otro fluido dieléctrico; al final del proceso, el fluido del transformador deberá tener una concentración menor a 50 ppm, considerándose según la EPA, como equipo libre de Askarel.

La alternativa de la neutralización química del Askarel esta basada en procesos con sodio que desplazan los átomos de cloro de la molécula de PCB. Este agente reductor reacciona rápidamente con los PCB y los hidrocarburos clorados formando cloruro de Sodio y un polímero.

EXPERIENCIA DE LA ELECTRICIDAD DE CARACAS EN EL MANEJO DE LOS P.C.B.'s

La primera actividad a la que se abocó la Electricidad de Caracas fue la de realizar un inventario de todos los equipos existentes, tanto desincorporados como en funcionamiento, ubicados en las plantas de generación, sub-estaciones y en la red de distribución del área de influencia de la empresa, así como también de PCB líquido que se poseía, para darle el

mantenimiento correspondiente a los transformadores que existían, operación esta que se realizaba bajo los más estrictos controles de seguridad, tanto para el personal, quienes usaban los equipos de seguridad recomendados para el trabajo a realizar, como para el ambiente, evitando derrames y la contaminación del suelo, utilizando las prácticas recomendadas a nivel mundial. Dicho procedimiento se efectuó hasta el año 1988, año en el cual la empresa, emprende el estudio para la desincorporación de todos estos equipos, debido a las regulaciones mundiales y la normativas nacionales.

Unos de los trabajos más arduos que se llevo a cabo en el inventario realizado fue el ejecutado sobre la red de distribución, donde se muestrearon 2.814 condensadores instalados tanto en el área metropolitana de Caracas y se detectaron 1.213 condensadores con PCB, los cuales fueron desincorporados y colocados en su lugar condensadores con aceite dieléctrico mineral (libres de PCB).

RESUMEN DE LA EXPERIENCIA DE LA ELECTRICIDAD DE CARACAS

A continuación resumiremos en forma breve todos los pasos realizados por la Empresa:

- En el año 1990, la junta directiva aprueba el proyecto de desincorporación de equipos con PCB, así como su destrucción por la vía de incineración, de acuerdo a los estudios previamente realizados de las alternativas existentes.
- Se optó por la empresa EMC. División PEC-TREDI de Francia, para que realizara la destrucción de los equipos con PCB, lo cual incluía tanto el líquido como la carcasa que los contenía ya que era una empresa con una gran experiencia en el proceso, ya que desde 1985 venían operando, con la aprobación de la EPA y ya habían demostrado una alta eficiencia en la destrucción del desecho en cuestión.
- En el año 1991, se exportan 144 toneladas a un costo de 31 millones de bolívares.
- La Electricidad de Caracas fue reconocida oficialmente por la empresa EMC como la primera empresa latinoamericana en realizar este tipo de exportación de desechos tóxicos para su destrucción, de acuerdo a las normas internacionales que manejan este tipo de movimientos transfronterizos (Convenio de Basilea) y el cual fue reconocido mediante un diploma otorgado a la empresa.
- En el año 1992, se exportan 176 toneladas a un costo de 52 millones de bolívares
- En el año 1993, no se realiza la exportación prevista, ya que en Venezuela no había reafirmado el convenio de Basilea
- En el año 1994, promovido por la Electricidad de Caracas junto al MARNR se firma el acuerdo Bilateral Administrativo entre los gobiernos de Francia y Venezuela, de acuerdo a las disposiciones que contempla el Convenio de Basilea, en su artículo N° 11, que contempla la celebración de acuerdos con estados no partes para la destrucción de desechos y equipos que contengan PCB. Este Convenio tenía vigencia hasta el mes de junio de 1996 y fue prorrogado por un (1) año mas, al hacer una exportación antes que venciera el convenio (Mayo 1996)

- En el año 1995, se exportan 147 toneladas a un costo de 148 millones de bolívares
- En el año 1996, se exportan 40 toneladas a un costo de 118 millones de bolívares
- Entre los años 1997 - 1999, Se exportaran unas 35 toneladas a un costo aproximado de 103 millones de bolívares, para completar el 100% de la desincorporación total de los equipos con PCB.

CONCLUSIONES

El proceso de Manejo, Transporte, Almacenamiento Temporal y Disposición Final de un desecho tóxico como el PCB's, es un proceso que se debe desarrollar bajo el esquema ambientalista de toda organización. Para lo mismo se debe tener un equipo o Comité de Acción para la Planificación, Ejecución, Verificación y Optimización de dicho proceso.

Esta demostrado que una empresa privada, como del estado del sector eléctrico puede emprender el desarrollo de este proceso y alcanzar el éxito sin ningún tipo de accidente, siempre y cuando se tengan presente las normativas nacionales e internacionales para el manejo de dichos desechos.

El establecimiento de un mecanismos de acción, en función de las diferentes alternativas existentes para el manejo y disposición final, deberá ser ejecutada luego de evaluar todas las posibilidades de riesgos existentes, tanto para el país como para la organización que esta ejecutando el proceso.

Nuestra experiencia nos permite invitar a las empresas del sector eléctrico que tomen conciencia del riesgo que poseen al trabajar con equipos con estos aceites dieléctricos (PCB,s) e inicien un plan de identificación y determinación de soluciones.

BIBLIOGRAFIA

A continuación se presenta la revisión bibliográfica consultada para este trabajo:

1. - Trasformer Maitenance Institute, 1985, fifty year of transformer Maitenance, USA
2. - Westinghouse, 1989, PCB Training Manuel, Pittsburgh, USA
3. - RIPQPT, 1979, Bifenilos Policlorados, Vol. 2, N⁰ 2, USA
4. - Bennet, G., 1982, Hazardous Materials Spills Handbook, USA
5. - CABELLO, J., 1983, La industria Eléctrica y el Problema Ecológico de los P.C.B.'s., IV congreso de distribución de Energía Eléctrica., Venezuela.
6. - FERNANDEZ, P., 1989, Ascareis Situaco Actual. Westinghouse, Brasil.
7. - Mariñas, J. 1990, Manejo de los P.C.B.'s., IV jornadas de Prevención de Accidentes en la industria Eléctrica
8. - Siemens, 1990, No More PCB. EV Report. Germany.
9. - Gaceta Ecológica Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología. Volumen II. Numero 9, 1990, Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente, México, D.F.
10. - Rechem, 1988, An Introduction to High Temperature Incineración, United Kingdom.

11. - APA Engineering & Operations Workshop, 1983, Chemical Destruction of PCB, USA.
12. - Westinghouse Enviromental. 1990, USA.
13. - SINGER,C., 1989, Perspective of PCB's in México , Seminar, Palo Alto, USA. 1989.
14. - Gaceta Ecológica secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología, Volumen 1, N° 11, 1989, Reglamento de la ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos. Gaceta, México, D.F.
15. - Gaceta Oficial N0 33843, 1987, Normas para el Control de la Generación y Manejo de Desechos Tóxicos o Peligrosos. Decreto N° 1800, Caracas.
16. - Gaceta Oficial N0 31004, Ley Orgánica Del Ambiente, Caracas
17. - Gaceta Oficial N0 34591, 1990, Reglamento Orgánico del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Decreto N0 1234, Caracas.
18. - Gaceta Oficial N0 4358, 1992, Ley Penal del Ambiente, Caracas.
19. - Decreto N0 1290, 1968, Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo Caracas.
20. - Gaceta Oficial N0 4418, 1992, Normas para el Control de la Generación y Manejo de Desechos Peligrosos.
21. - Gaceta Oficial N0 3850, 1986
22. - Ley Orgánica del Ambiente, 1922
23. - Decreto N0 1234, 1990
24. - Ley Penal del Ambiente, 1992
25. - Decreto N0 2211," Normas para el Control de la Generación y Manejo de Desechos Peligrosos", 1992
- 26.- NORMA Oficial Mexicana NOM-133-ECOL-2000, Protección ambiental-Bifenilos policlorados (BPC's)-Especificaciones de manejo.
- 27.- CERI – ACDI – Colombia / Douglas White and Associates, 1999, Manual de Manejo de PCB'S

