



DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA MANEJAR LOS BIFENILOS POLICLORADOS
(PCB'S) EN EQUIPOS ELÉCTRICOS SUMERGIDOS EN ACEITE DIELECTRICO EN LA
CIUDAD DE MEDELLIN.

DIEGO ALONSO MORENO TEJADA
EDER ANTONIO LOPEZ QUINCHIA
JULIAN ANDRES QUICENO URREGO

ASESORA:

MAGISTER

SANDRA QUINTERO

UNIVERSIDAD MINUTO DE DIOS SEDE BELLO FACULTAD A DISTANCIA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PROYECTOS

MEDELLIN

MAYO DE 2016



DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA MANEJAR LOS BIFENILOS POLICLORADOS
(PCB'S) EN EQUIPOS ELÉCTRICOS SUMERGIDOS EN ACEITE DIELECTRICO EN LA
CIUDAD DE MEDELLIN.

DIEGO ALONSO MORENO TEJADA

EDER ANTONIO LOPEZ QUINCHIA

JULIAN ANDRES QUICENO URREGO

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTENER EL TITULO DE
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS

ASESORA:

MAGISTER

SANDRA QUINTERO

UNIVERSIDAD MINUTO DE DIOS SEDE BELLO FACULTAD A DISTANCIA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PROYECTOS

MEDELLIN

MAYO DE 2016

AGRADECIMIENTOS

Queremos darle gracias a Dios por darnos la Vida y por permitirnos la oportunidad de lograr alcanzar nuestros objetivos y metas a través de nuestro caminar educativo, en un camino que a pesar de las dificultades, preocupaciones, trasnochos, dedicación en fines de semana enteros, hemos logrado culminar esta Especialización como Gerentes de Proyecto, con la ayuda de Dios y de la Santísima Virgen María.

Queremos también darle las gracias a la Asesora Sandra Quintero, quien con su paciencia y Sabiduría fue un pilar importante en la consecución de nuestra tesis y a todas las profesoras y profesores que compartieron sus conocimientos con nosotros y gracias a sus enseñanzas hemos crecido a nivel personal y profesional.

Gracias al apoyo y Amor incondicional de nuestros padres: Aydee Urrego, Marco Daniel Quiceno, María Quinchia, Antonio López, la Tía Morelia López, María Edilma Tejada (QEPD) y Jaime de Jesús Moreno, por ser los principales promotores de nuestros sueños y porque gracias a Dios ellos fueron los que nos trajeron a este mundo y con su Amor de padres nos enseñaron el camino correcto, los buenos principios, los buenos modales y a ser lo que somos hoy en día.

Y como no darle las gracias a nuestros hijos: María Paz, María Camila, Deisy Carolina, Juan Diego, Marialejandra y María Camila, quienes son nuestros motores de vida y por quienes hacemos nuestros sacrificios al emprender nuevos retos con el fin de crecer a nivel profesional y

personal para poderles brindar un mejor futuro y ser para ellos un buen ejemplo a seguir en sus vidas.

Por último queremos darle las gracias a nuestras esposas Diana Marcela Castro y Aleyda Cubides Albreo, quienes fueron fundamentales en este nuevo logro, ya que con su paciencia y amor incondicional siempre estuvieron a nuestro lado dándonos ese empujón para no desfallecer e incluso nos acompañaron en la realización de las actividades en cada una de las áreas durante los dos semestres de nuestra especialización.

Contenido

INTRODUCCIÓN	8
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	10
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
2 JUSTIFICACIÓN	12
3 OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4 MARCO TEÓRICO.....	16
5 MARCO REFERENCIAL	25
6 MARCO CONCEPTUAL.....	31
7 MARCO LEGAL.....	32
7.1 EL CONVENIO DE BASILEA DE MARZO 22 DE 1989:	33
7.2 CONVENIO DE ROTTERDAM:	35
7.3 CONVENIO DE ESTOCOLMO SOBRE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES (COP'S):	37
7.4 RESOLUCIÓN 0222 DE 2011 DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE:.....	40
7.5 LEY 1333 DE 2009 POR LA CUAL SE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO SANCIONATORIO AMBIENTAL Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES:.....	42
7.6 RESOLUCIÓN 189 DE JULIO 15 DE 1994 EMANADA DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE:..	43
8 DISEÑO METODOLÓGICO.....	43
8.1 ENFOQUE	43
8.1.1 Tipo de investigación.	43
8.1.2 Instrumentos para la recolección de información.	48
9 VALIDEZ DE LOS INSTRUMENTOS.....	50
10 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	51
11 DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA MANEJAR LOS BIFENILOS POLICLORADOS (PCB'S) EN EQUIPOS ELÉCTRICOS SUMERGIDOS EN ACEITE DIELÉCTRICO EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN.....	65
12 CONCLUSIONES	68

13	RECOMENDACIONES.....	69
	REFERENCIAS.....	70

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Estructura química general de los Bifenilos Policlorados	17
<i>Figura 2:</i> Transformadores eléctricos.....	22
<i>Figura 3:</i> Interruptores eléctricos	22
<i>Figura 4:</i> Transformadores de corriente	23
<i>Figura 5:</i> Transformadores de tensión.....	23
<i>Figura 6:</i> Diagrama de gestión ambiental PCB´S	41
<i>Figura 7:</i> Caracterización de equipos Resolución 0222 de 2011	41
<i>Figura 8:</i> Leyes aplicables a PCB´S.....	42
<i>Figura 9:</i> Logo DARTEK S.A.S	44
<i>Figura 10:</i> Clientes DARTEK S.A.S.....	45

INTRODUCCIÓN

Las normatividades y resoluciones que han sido creadas a lo largo del tiempo en el país y el mundo están siendo introducidas a los mercados eléctricos que apliquen su interés, (convenio de Estocolmo, Convenio de Basilea y resolución 0222 de 2011) es por esto que surge la necesidad de hacer estudios para el manejo de los Bifenilos Policlorados (PCB'S) en equipos eléctricos sumergidos en aceite dieléctrico en la ciudad de Medellín.

Esto radica entre otras cosas debido a la gran cantidad de empresas y sectores que se encuentran inmersos en los mercados regulados y no regulados de energía eléctrica a los cuales aplican las Industrias, el comercio y residencias en donde se utilizan equipos sumergidos en aceite dieléctrico, para el desarrollo de las actividades diarias como por ejemplo los Transformadores de potencia, Transformadores de corriente, Transformadores de tensión, Interruptores, Condensadores etc. Los cuales se les debe realizar la medición correspondiente de la cantidad de PCB'S que puedan contener en parte por millón (ppm) estos equipos en su aceite, teniendo en cuenta que en la ciudad esta medición será necesaria para dar cumplimiento a la resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio Ambiente.

En la ciudad se requiere dar a conocer las pautas necesarias para el cumplimiento de la misma en temas de conocimiento, diagnóstico, interpretación y procedimientos para tratamiento de los PCB'S y es fundamental que las personas que tienen a su cargo el mantenimiento o administración de los equipos (ingenieros, jefes de mantenimiento, jefes de departamentos, jefes de compras), estén enterados de lo estipulado en la resolución.

Es importante tener presente que el compuesto genera daños en la salud humana y el medio ambiente razón por la cual se deben diagnosticar, etiquetar y/o retirar de servicio de ser necesario estos equipos si se encuentran con más de 50 ppm de PCB'S.

Por lo anterior se han utilizado herramientas importantes de la investigación para obtener más conocimientos y experiencias a través de la entrevista semiestructurada que busca indagar de una manera más abiertamente el fondo de un tema específico, para este caso los PCB'S y la resolución, además del apoyo de documentos mediante el análisis documental en los cuales encontramos protocolos de Bifenilos Policlorados expedidos por laboratorios debidamente certificados y avalados por la resolución así como hojas de visitas, cartas y etiquetas.

Es por eso que se va a mostrar la importancia del procedimiento y conocimiento referente a los manejos de PCB'S en toma de muestras, análisis, diagnóstico, etiquetado e interpretación de resultados.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

“Los compuestos Bifenilos Policlorados, más conocidos como PCB’S, son sustancias de alta toxicidad tanto para el ser humano como para los ecosistemas, utilizados desde hace varios años para la fabricación de aceites dieléctricos, por sus altas cualidades dieléctricas (capacidad de resistir arcos eléctricos internos) y térmicas (capacidad alta de soportar inflamación).

El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), entre los que se encuentran los PCB’S, establece la necesidad de que los países tomen medidas para reducir o eliminar el uso de este compuesto en equipos eléctricos (transformadores de distribución y potencia, interruptores, condensadores, transformadores de corriente y potencial). Por esta razón, el Ministerio del Medio Ambiente de la República de Colombia (MINAMBIENTE) desarrolló una resolución para combatir dicho problema.

“En Colombia existe actualmente la resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio Ambiente la cual es de estricto cumplimiento; esta resolución tiene por objeto que se realicen inventarios, análisis de muestras de aceite, etiquetado de equipos, disposición final y cambio de equipos contaminados; además de buscar conocer con exactitud las existencias globales de PCB’S en el país y de establecer los requisitos para la gestión ambiental integral de equipos y desechos que consistan, contengan o estén contaminados con Bifenilos Policlorados (PCB), a fin de prevenir la contaminación y proteger el medio ambiente” («Resolucion_0222_151211.pdf», s. f.).

En Colombia existen sectores residenciales e industriales del mercado regulado y no regulado de energía, donde se utilizan equipos sumergidos en aceite dieléctrico, para el desarrollo de las actividades diarias, de los cuales se tiene carencia en la toma de muestras, medición, análisis

correspondiente para el control y detección de la cantidad de PCB'S que puedan tener en estos equipos en su interior más concretamente en el aceite dieléctrico.

Por otra parte, está el dar cumplimiento a la normatividad y es importante que las personas y empresas que tienen a su cargo el mantenimiento y administración de estos equipos tengan en cuenta y tomen conciencia para realizar dichos trabajos por parte de personal idóneo, calificado y con conocimiento del tema para la detección, toma de las muestras e interpretación de los resultados. Es claro que tanto en la ciudad de Medellín y el país hay deficiencia en conocimiento y ejecución por parte de Ingenieros, Jefes de mantenimiento, Jefes de departamentos y Jefes de compras, debido a que no están en la capacidad técnica y operativa para la ejecución de un plan para la toma de muestras, diagnóstico e interpretación de resultados de las pruebas a realizar en cada uno de estos equipos y con el suficiente conocimiento de la resolución.

Es importante tener presente que los años establecidos para el cumplimiento de la resolución tanto para su etapa inicial de toma de muestras, como para las etapas de etiquetado, reporte y disposición final (de encontrarse contaminado), todos estos pasos deben ser cumplidos al 30 de junio de cada año siendo su plazo máximo el año 2025. Por tal motivo surge la necesidad de diseñar un procedimiento para el manejo de los Bifenilos Policlorados en los equipos eléctricos sumergidos en aceite dieléctrico en la ciudad de Medellín, ya que se ve un mercado potencialmente grande en la ciudad y se cumple con la experiencia necesaria para tal fin; en el cual se den los parámetros necesarios para toma de muestras bajo procedimientos establecidos, el etiquetado del equipo, interpretación de resultados, opciones de disposición final de los equipos y diagnóstico de las pruebas en laboratorios certificados por el IDEAM para tal fin como lo describe la resolución.

Además se debe tener presente que es de vital importancia preservar la integridad de la salud humana erradicando el compuesto de los equipos eléctricos, ya que estos son nocivos para la salud humana y el medio ambiente mediante el deterioro de la vegetación, la contaminación de las aguas, además de las sanciones que se establecerán a los dueños de los equipos eléctricos sumergidos en aceite dieléctrico por la no ejecución de las muestras de PCB'S.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los mercados regulados y no regulados de energía eléctrica cuenta con muchos equipos eléctricos aislados en aceite dieléctrico, entre ellos transformadores de potencia, transformadores de potencial, transformadores de corriente, capacitores, reactores e interruptores. Los diferentes sectores eléctricos desconocen la normatividad en el control y manejo de los aceites dieléctricos en Colombia concretamente en el tema de PCB'S en cuanto a lo que se debe tener en cuenta al realizar las pruebas, interpretación de los resultados y el proceder cuando se encuentren con equipos contaminados.

El interés de la investigación es Diseñar un procedimiento para manejar los Bifenilos Policlorados en equipos eléctricos sumergidos en aceite, en la ciudad de Medellín.

En los diferentes sectores eléctricos industriales y residenciales para ver qué control, mantenimiento y manejo recibe estos equipos.

2 JUSTIFICACIÓN

Los Bifenilos Policlorados conocidos con las siglas PCB's (en inglés) o BPC (en español, aunque menos utilizada), son un grupo de sustancias químicas sintéticas que en el pasado (desde el año 1929), se utilizaban frecuentemente para uso comercial en aparatos eléctricos con aceite

dieléctrico y solo hasta finales del año 1960 fue prohibida su utilización porque fueron encontrados por la comunidad científica mundial como una amenaza para el medio ambiente y la salud humana.

Cronológicamente hablando de los PCB's tenemos:

- **1881:** Sintetizados por primera vez por SCHMITT-SCHULZ en Alemania.
- **1929:** La empresa Monsanto (EE.UU.) realizó su producción industrial.
- **1968:** Incidente de Yusho, Japón, 1000 personas contaminadas causando cambios degenerativos.
- **1970:** Se logra el máximo de su producción con unas 61.000 toneladas
- **1974:** Intoxicación con PCB's en Leghistong (Inglaterra)
- **1979:** Muertes producidas por cáncer hepático en fábricas de EEUU.
- **1982:** Firma del tratado de Estocolmo para la prohibición de PCB's
- **1998:** Firma del Convenio de Basilea

El bifenilo policlorado (PCB) es una sustancia que se utiliza como aislante en los transformadores o como dieléctrico (aislante de la electricidad) en los capacitores para mejorar la dimensión de la pieza. Según Silvia Oliviera, del área de Sustancias Especiales del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) dice que: "Es una de las sustancias más tóxicas porque es muy difícil que se degrade y tiene una alta permanencia en el medio ambiente"

El PCB está incluido en la "docena sucia", un listado con los 12 contaminantes más peligrosos del mundo. Si las especies acuáticas se contaminan con PCB presente en el agua, la cadena se extiende hasta alcanzar a los seres humanos.

Esta sustancia es muy peligrosa porque tiene efectos crónicos sobre la salud. "A veces no hay evidencias directas a corto plazo, sino que existen riesgos a largo plazo. En los países desarrollados se hacen estudios en la leche materna para saber si está contaminada con PCB, ya que esta sustancia se disuelve muy fácilmente en las grasas.

Además de los riesgos que puede provocar un derrame de PCB, esta sustancia puede ser mucho más peligrosa. Si entra en proceso de combustión genera dioxina, la sustancia más tóxica del mundo. La dioxina, también conocida como agente naranja, se transmite a través del aire y es 5 millones de veces más tóxica que el cianuro.

Los PCB's pueden ingresar en el cuerpo humano a través del contacto de la piel, por la inhalación de vapores o por la ingestión de alimentos que contengan residuos del compuesto.

En los seres humanos los PCB's pueden causar las siguientes alteraciones:

- Chloracne (condición dolorosa que desfigura la piel), similar al acné adolescente
- Irritación en los ojos
- Daños en el hígado
- Problemas neurológicos
- Posible agente carcinogénico principalmente del hígado y rectal
- Reconocidos por la EPA como sustancias peligrosas clase "A", de alta toxicidad y persistencia ambiental por su riesgo inherente

En Colombia el gobierno nacional a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible publicó la Resolución 0222 de 2011 por la cual se establecen requisitos para la gestión ambiental integral de equipos y desechos que consisten, contienen o están contaminados con Bifenilos Policlorados (PCB's). Siendo de estricto cumplimiento para propietarios de equipos eléctricos cumplir con lo siguiente:

- Identificar equipos sumergidos en aceite dieléctrico.

- Determinar analíticamente su contenido o no de los PCB's.
- Marcar (Equipos y desechos)
- Declarar un inventario de todos sus equipos contaminados.
- Hacer el registro ante la autoridad ambiental (Aplicativo).

La legislación colombiana para el tema de PCB's establece las siguientes leyes y decretos los cuales deben ser cumplidos por los dueños de equipos eléctricos sumergidos en aceite.

Por esta razón el procedimiento se enfocará en esta línea de producto ya que en la ciudad existen muchos equipos eléctricos sumergidos en aceite dieléctrico a los cuales se le aplicará la norma, visualizando de esta manera, una gran necesidad el procedimiento para las empresas, el cual podrá ser realizado por su personal de mantenimiento, además para los diferentes mercados consumidores de energía en la región y el país les serán de suma importancia estar al día con el tema de resoluciones, normatividades y leyes debido a que el no cumplimiento de las mismas los hace acreedores a sanciones o multas que no serán del agrado para ninguna organización, es por esto que diseñaremos un procedimiento de toma de muestras bajo normas establecidas, en donde también se muestre como se realiza el etiquetado del equipo, la interpretación de los resultados, las opciones de disposición final de los equipos y el diagnóstico de las pruebas en laboratorios certificados por el IDEAM para tal fin, como lo describe la resolución, además hoy en día toma mucha fuerza la implementación de los sistemas integrados de gestión HSEQ (salud, seguridad, medio ambiente y calidad) que hacen aún más exigente el funcionamiento de procesos, áreas y en general de toda la empresa, además del cumplimiento de la normatividad existente y de estar dentro de los plazos establecidos en la resolución para el ingreso y reporte al inventario nacional de los Bifenilos Policlorados PCB'S y su respectiva erradicación del territorio Colombiano y más concretamente para la ciudad de Medellín.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un procedimiento para manejar los Bifenilos Policlorados en equipos eléctricos sumergidos en aceite, en la ciudad de Medellín.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los procedimientos que actualmente son utilizados para el manejo de los Bifenilos Policlorados en los equipos eléctricos para la toma de muestras de aceite y tipificar su contenido.
- Caracterizar los requerimientos especificados en la resolución y establecer los requisitos necesarios para dar cumplimiento a la normatividad vigente con el fin de entregarles a los clientes un procedimiento claro para la revisión de sus equipos
- Plantear un procedimiento para la toma de muestras de aceite, detección de Bifenilos Policlorados (PCB'S), análisis, etiquetado de equipos y disposición final del compuesto.

4 MARCO TEÓRICO

Los Bifenilos Policlorados (PCB's) son una clase de compuestos químicos orgánicos, que se concentran por cloración catalítica de bifenilos, su fórmula general es $C_{12}H_{10-n}Cl_n$.

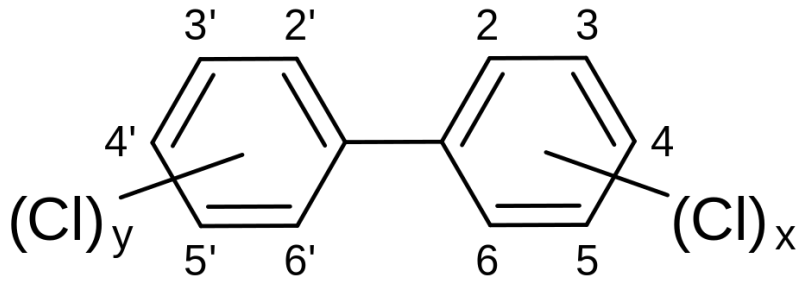


Figura 1: Estructura química general de los Bifenilos Policlorados

Las propiedades de los PCB dependen del grado de cloración de los anillos del bifenilo. Los bifenilos mono-, di-, tri-, tetra-clorados son líquidos incoloros, mientras que los bifenilos pentaclorados son fluidos densos y de color miel. También se conocen PCB que forman resinas de color amarillo a marrón oscuro o negro. (Baird, 2012).

Los PCB comerciales son mezclas, en efecto, las características del resultado dependen del contenido promedio de cloro de sus componentes, que a su vez depende de las condiciones en las que se haya realizado la reacción de cloración (por ejemplo, proporciones de cloro y bifenilos empleadas, temperatura y tiempo de reacción, entre otras).

La estructura química de los PCB, se pueden utilizar en diferentes e innumerables prácticas industriales, por sus propiedades, tales como: (Spiro & Stigliani, 2004).

- Son compuestos estables (ya que poseen inercia química).
- Resisten la acción de ácidos y bases.
- Son difícilmente oxidables.
- Son hidrofóbicos.
- Son lipofílicos.
- Se bioacumulan.

- Se biomagnifican.
- No son corrosivos.
- No son volátiles.
- Resisten la acción del calor y las elevadas temperaturas.
- Son buenos conductores de calor, por ello es posible usarlos como fluidos térmicos.
- Son buenos aislantes eléctricos, ya que tienen altas constantes dieléctricas.

Los PCB pertenecen a la familia de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), lo que quiere decir que son estables, toleran cambios de presión y temperatura; así mismo, la acción de diversas sustancias químicas.

Los PCB, por su propiedad difícil de degradar, son conducidos a grandes distancias en los diversos componentes ambientales, mediante diversos mecanismos. (Loayza, 2006). Por ejemplo, se transportan en la grasa de los mamíferos y de las aves migratorias; también se desplazan por el aire y por los cauces de ríos, utilizando en este caso el agua como fluido de arrastre. Además, muchos de ellos se adsorben sobre las partículas de polvo y son transportados sobre ellas, por el viento.

Si el PCB posee una elevada presión de vapor, sus moléculas se volatilizan por calentamiento debido a la radiación solar, y si las condiciones lo permiten se condensarán nuevamente, en algunos casos muy lejos de su fuente de generación. (Loayza, 2007).

Debido a sus propiedades químicas, los PCB se usaron en varias aplicaciones industriales y en productos de consumo. La Organización Mundial de la Salud calificó esos usos, como completamente cerrados, nominalmente cerrados y abiertos (IPCS 1992).

1. *Sistemas completamente cerrados:* Son unidades selladas o cerradas, donde los PCB se mantienen dentro del equipo. En condiciones normales de estos sistemas, los usuarios o

el medio ambiente no se encuentran expuestos a los PCB. Las emisiones de PCB pueden ocurrir en actividades de mantenimiento y reparación o como resultado de un daño del equipo (incendio). Entre los sistemas completamente cerrados, se tienen a los condensadores, transformadores, motores eléctricos, balastos de equipos de iluminación, electroimanes, entre otros.

2. *Sistemas nominalmente o parcialmente cerrados*: Son sistemas en los cuales los PCB no están expuestos directamente al medio ambiente; sin embargo, pueden llegar a liberarse periódicamente por el uso del equipo. Por ejemplo, en intercambiadores de calor, sistemas hidráulicos, bombas de vacío, entre otros.
3. *Sistemas abiertos*: En este caso, los PCB son constituyentes de otros productos que se encuentran fácilmente en contacto con el medio ambiente y el ser humano. Por ejemplo, tintas, materiales aislantes, lubricantes, adhesivos, retardantes de llama, pinturas, plaguicidas, plastificantes.

Estas sustancias químicas aun siendo prohibidas en algunos países desde hace algunos años, continúan en el aire, agua y suelo puesto que se bioacumulan y se transfieren dentro de la cadena alimenticia. Los métodos que actualmente se usan para detectar trazas ha dado cuenta de que algunos alimentos de consumo humano como: Carnes (porcina, vacuna, peces y aves), leche, huevos de gallina, vegetales, granos, etc., tienen alto contenido de PCB que sobrepasa lo permitido por las organizaciones internacionales.

La EPA estableció un límite de 0,0005 ppm (mg de PCB por litro de agua para consumo humano). La Food and Drug Administration (FDA) obliga a que los alimentos para niños (huevos, leche y otros productos de consumo diario) contenga no más de 0.2–3 partes por millón (ppm) de PCB. (Loayza & Silva, 2014)

La incorporación de los PCB en el medio ambiente se ha producido durante su manufactura, uso, retiro de los equipos que los contenían, por derrames durante el transporte, u otro tipo de episodios accidentales, como incendios. También por derrames desde equipos en lugares destinados a la disposición final (vertederos). (Sierra & Gomez, 2008) El Ciclo de Vida de los residuos de PCB, para el caso de los transformadores con aceites dieléctricos, se inicia con el muestreo para el análisis, con el propósito de demostrar la presencia de PCB. En caso de obtenerse un resultado positivo, se debe drenar el aceite contaminado, para luego envasarlo y embalarlo adecuadamente, esto conlleva un etiquetado y rotulado, que posibilite su fácil identificación, durante la recolección y el transporte a lugares destinados al almacenamiento, previo al tratamiento para su destrucción o para sus disposición final en rellenos de seguridad. Los aceites dieléctricos contaminados con PCB, pueden ser tratados y los PCB destruidos, de esta forma los aceites dieléctricos libres de PCB, pueden ser nuevamente utilizados.

La destrucción responsable de los PCB, puede realizarse por diversos métodos, que requieren un análisis completo, con la finalidad de seleccionar la mejor opción.

Los bifenilos policlorados (PCB's) compuestos sintéticos fabricados para uso comercial a partir de 1929 en la industria, básicamente en aceites dieléctricos para transformadores de potencia y equipos eléctricos (interruptores, condensadores, transformadores de corriente, transformadores de tensión, reconectores y pararrayos) debido a que se descubren características deseables para un óptimo funcionamiento en los equipos mencionados y estas características son:

Por ser moléculas muy estables que resisten la descomposición térmica, química y biológica por contener masa molecular relativa: 189-499 g/mol y una densidad: 1.2-1.6 g/cm³ un punto de ebullición: 320-420°C, además por contener una presión de vapor 0,00006 mm Hg.

Los PCB's son ligeramente solubles en agua muy liposolubles, se disuelven en la mayoría de disolventes orgánicos tienen alta capacidad calorífica, baja conductividad eléctrica además de ser inertes a todos los ácidos y base conservan una baja volatilidad (Punto de inflamación >300°C y poseen una naturaleza NO POLAR: Alta constante dieléctrica.

También se logró establecer a lo largo del tiempo las empresas que fabricaron el compuesto entre las cuales se encuentran:

Aroclor Monsanto, Asbestol American Corp, Chlorextol Allis Chalmers, Diaclor Sangamo Electric, Dykanol Cornell Dubilier., Elemex McGraw Edison, Hyvol Aerovox, Inerteen Westinghouse Electric, No-Flamol Wagner Electric, Pyronol General Electric Saf-T-Kuhl Kuhlman Electric, Clophen Bayer (Germany), DK Caffaro (Italy) y Fenclor Caffaro (Italy).

Todas estas empresas ubicadas en diferentes lugares del planeta.

Los transformadores eléctricos son equipos que pueden aumentar o disminuir el nivel de tensión esto con el fin de poder transportar o distribuir. Su constitución es muy variada ya que depende de su uso donde su estructura principal consiste en una o más bobinas eléctricas o enrollamientos unidos por un circuito magnético o núcleo. En la mayoría de transformadores la unidad completa es llenada con un fluido dieléctrico (Aceites y algunos casos estos con PCBs) para aumentar el nivel de aislamiento entre las bobinas y enfriarlas.

Estos equipos están muy expuestos a ser contaminados ya que en su puesta en servicio o mantenimiento pueden llegar a ser intervenidos por equipos que en su uso diario pudieron estar expuestos a trabajos con equipos contaminados a PCB's.



Figura 2: Transformadores eléctricos

Los Interruptores eléctricos son dispositivos encargados de la conexión o desconexión de un circuito sea de transmisión o de distribución en el momento de una operación de rutina y la protección de otros equipos. En los interruptores se incorpora características para poder extinguir el arco eléctrico que se pueda presentar, entre estos se encuentra el aceite, gas SF₆ o vacío con los cuales se hace más fácil extinguir el arco eléctrico.



Figura 3: Interruptores eléctricos

Los Transformadores de corriente son instrumentos usados para la medición de la corriente de un circuito de una manera segura y medible por los equipos de medida, protección y control. En las subestaciones eléctricas se suelen encontrar transformadores de corriente aislados en aceite.



Figura 4: Transformadores de corriente

Los Transformadores de tensión son instrumentos usados para la medición de tensión de un circuito de una manera segura y medible por los equipos de medida, protección y control. En las subestaciones eléctricas se suelen encontrar transformadores de tensión aislados en aceite.



Figura 5: Transformadores de tensión

Estos equipos en el tiempo tienen que ser intervenidos en sus mantenimientos y en los casos donde se tenga que intervenir aquellos que son aislados en aceite dieléctrico hay posibilidades

que se puede encontrar con los PCB's ya que este puede estar contaminado o los equipos con que se realice el mantenimiento.

Es importante reconocer los líquidos con PCB; en transformadores e interruptores. Una vez obtenidas las muestras del aceite de un transformador, sería fundamental someter rápidamente a una prueba sencilla. Estas sustancias son analizadas en laboratorios usando diferentes clases de cromatografía (de gas con columna empacada, líquida en capa delgada o líquida de alta resolución).

Estos tipos de análisis son indispensables si se requieren concentraciones precisas de PCB; Sin embargo, los análisis cuantitativos no suelen ser necesarios en la primera fase de identificación del contenido de un transformador. (Pnuma, 2002). Afortunadamente, existen dos tipos de métodos rápidos, aunque no necesariamente certeros, que pueden señalar la presencia o no de PCB:

- a) *Prueba de densidad:* Como contienen cloro, los aceites con PCB suelen tener una densidad alta. Ello permite distinguirlos sobre todo de los aceites minerales, que por lo regular son más ligeros que el agua. Por otro lado, la gravedad específica de los aceites de PCB puede llegar a 1.5.
- b) *Prueba del cloro:* se puede identificar la presencia de cloro por medio de un análisis químico. Existen "tiras reactivas" sensibles a la presencia del cloro.
- c) *Prueba colorimétrica.* La prueba obra por el principio de detección de cloro. Es por esto que al contaminarse con sal (cloruro de sodio), agua de mar, (transpiración), etc., da como resultado un falso positivo y serán necesarias pruebas de laboratorio adicionales. Posterior a la realización de las sencillas pruebas mencionadas anteriormente es indispensable que se verifique la procedencia del cloro, es decir, si tiene que ver con la

presencia de PCB o de lo contrario, se debe alguna sustancia que contiene cloro Esta verificación puede hacerse mediante alguna de las pruebas cromatografías antes mencionadas.

5 MARCO REFERENCIAL

Antecedentes

- Los bifenilos policlorados (PCB's), fueron fabricados por el hombre para uso comercial por primera vez en 1929. Estos son una clase de químicos que fueron utilizados en varios productos entre los cuales se encuentran las tintas de impresión, pinturas plásticos, aceites para máquinas, sellantes y también en equipos eléctricos, electromagnéticos, bombas de vacío, hidráulicos, compresores e intercambiadores de calor y su utilización se extendió rápidamente, principalmente como fluidos para equipos eléctricos.
- Como fluidos eléctricos, los PCB's se mezclaron con Clorobencenos para crear los fluidos conocidos como el Askarel, vendidos con otros nombres como Pyranol, Interteen, Arochlor, etc. Los fluidos de Askarel en los transformadores son entre el 40 y el 80% PCB, mientras que los fluidos de Askarel en los capacitores tienen hasta un 100% PCB.
- La molécula de PCB es muy estable y resistente a los efectos de la descomposición química, biológica y térmica; por eso se usaron como químicos industriales, pero representan un problema cuando se liberan al ambiente.
- A finales del año 1960, los PCB's fueron considerados por la comunidad científica como una amenaza para el medio ambiente y para la salud humana. Es por eso que muchos

países y las organizaciones internacionales han investigado y tomado acciones para manejar los PCB's de una manera adecuada, con el fin de proteger el medio ambiente y al hombre, de los factores de riesgo por la exposición continua a estos químicos. Además muchos países han trabajado en el tema del manejo correcto de los PCB's y han desarrollado algunas pautas y legislaciones que reflejan las características culturales y económicas específicas de cada país, así como la envergadura y complejidad de los problemas ocasionados por los PCB's, por lo cual, existen diferentes enfoques en cuanto al manejo de los PCB's.

- Debido a los problemas ambientales y de salud, la mayoría de los países suspendieron la fabricación de los PCB's a finales de los años 70 y a comienzos de los 80. En general, los PCB's puros o las mezclas de Askarel son más pesadas que el agua, muy estable, no inflamable, tienen baja presión de vapor y tienen baja solubilidad del agua.
- Existen varios acuerdos y programas internacionales, de los cuales Colombia hace parte, dirigidos a promover el manejo seguro y la eliminación de los PCB's. La mayoría de los países desarrollados han establecido reglamentaciones para manejar y controlar los equipos de PCB's y los materiales con concentraciones de PCB mayores a 50 ppm (partes por millón).
- En 1998 se crea el proyecto CERI-ACDI entre los países de Canadá y Colombia para minas, energía y medio ambiente, en el cual se implementó un manual para el manejo de los PCB's en Colombia. El propósito primordial de este manual fue con el fin de ayudar a los propietarios de PCB's como compañías, entidades gubernamentales, individuos, etc., que posean equipo PCB, aceite contaminado de PCB o cualquier otra sustancia o desecho de PCB y a todas aquellas personas que tuvieran la responsabilidad del manejo de los

PCB's en la protección del medio ambiente y la salud humana. A comienzos de 1998 se realizó un inventario preliminar de PCB's en Colombia, pero el inventario está incompleto y solamente el 22% de las empresas encuestadas respondieron. Con base en esta información, se estima que en Colombia las existencias de PCB's ascienden a 2000 toneladas; sin embargo, al igual a lo que se ha determinado en otros países, los cálculos iniciales pueden haber sido subestimados.

- La realización del manual para el manejo de los PCB's, comprendió: la capacitación y educación a través de talleres, la reglamentación para controlar el uso de los PCB's, la preparación de un inventario nacional de PCB's, el estudio de costo/beneficio para definir las soluciones más costo-eficientes y proyectos piloto de descontaminación de PCB's.
- El gobierno Colombiano, quedó comprometido a realizar el inventario de PCB's, con el fin de hacer un plan de eliminación de los PCB's en conjunto con la industria. El plan de eliminación debe tener en cuenta los actuales inventarios de PCB's en Colombia, la capacidad existente en el país para el manejo de los PCB's, las normas existentes y la necesidad de contar con nueva reglamentación en materia de PCB's, además de las instalaciones necesarias para probar y eliminar los PCB's, la solidez de la economía y otros factores.
- Tomando en cuenta las investigaciones y los trabajos que se han realizado hasta el momento, se requiere diseñar un procedimiento para la toma de muestras de aceite dieléctrico a equipos eléctricos sumergidos en el líquido aislante para detección de Bifenilos Policlorados (PCB'S) para los propietarios de equipos que contienen los PCB's, con el fin de dar cumplimiento a la normatividad existente y a la existencia de los tratados internacionales establecidos para la erradicación del compuesto a nivel mundial.

Colombia y la Ciudad de Medellín no se hacen ajenas a lo establecido en el convenio de Estocolmo para Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP's) y dado que en el país se creó la resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio Ambiente, la cual establece los requisitos para la gestión ambiental integral de equipos y desechos que contienen o están contaminados con PCB'S (tomado de la resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio Ambiente),

buscando así la detección de Bifenilos Policlorados (PCB'S), interpretación de los protocolos de Bifenilos Policlorados de los equipos eléctricos a los cuales se les realice la toma de muestras de aceite para tipificar su contenido de partes por millón (ppm) del compuesto en su interior de acuerdo a los grupos establecidos en la resolución, además de realizar un procedimiento adecuado para el etiquetado de equipos eléctricos a los cuales se les haya realizado la muestra de PCB'S de acuerdo a los grupos establecidos bajo resolución 0222 de 2011 de Ministerio de Medio Ambiente.

- El procedimiento tendrá una importancia alta, ya que en la ciudad de Medellín, existen pocas empresas y personas capacitadas y encargadas de tomar las muestras de aceite, diagnosticar y etiquetar los equipos eléctricos sumergidos en aceite dieléctrico, del sector industrial, residencial además se tendrá en cuenta la cantidad de equipos existentes en el mercado regulado y no regulado de energía eléctrica los cuales podrán contener o estar fabricados con PCB'S buscando así dar cumplimiento a lo establecido por el ministerio y siempre tomando como referencia la resolución.

A nivel mundial se toman algunas medidas para erradicar y minimizar los Bifenilos Policlorados, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- **1982:** Firma del tratado de Estocolmo para la prohibición de PCB'S.

- **1998:** Firma Convenio de Basilea.
- **2011:** creación de resolución 0222 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente aplicable para todo territorio Colombiano.

Desde 1960 han sido reconocidos por la comunidad científica como una amenaza para el medio ambiente y la salud humana debido a los siguientes eventos a nivel mundial:

- **1881:** Sintetizados por primera vez por SCHMITT-SCHULZ en Alemania.
- **1929:** La empresa Monsanto (EE.UU.) realizo su producción industrial.
- **1968:** Incidente de Yusho, Japón, 1000 personas contaminadas causando cambios degenerativos.
- **1970:** Se logra el máximo de su producción con unas 61.000 toneladas
- **1974:** Intoxicación con PCB's en Leghistong (Inglaterra)
- **1979:** Muertes producidas por cáncer hepático en fábricas de EEUU.

Los PCB'S también tienen secuelas y problemas en los seres humanos los cuales podremos conocer a continuación:

- Cloracné.
- Irritación en los ojos.
- Problemas neurológicos.

A lo largo del tiempo también se logra establecer ciertas causas asociadas a la contaminación del aceite en los equipos eléctricos, las cuales están asociadas a los siguientes aspectos:

- Equipos Eléctricos diseñados para contener PCB's, como aceite dieléctrico

- Cambio del aceite dieléctrico con PCB´s por aceite mineral dieléctrico nuevo y sin contaminar.
- Equipos eléctricos con aceite mineral pero contaminado durante malas prácticas de mantenimiento.
- Los PCB'S también tienen secuelas y problemas en los seres humanos entre los cuales se enuncian a continuación:
 - Cloracné.
 - Irritación en los ojos.
 - Problemas neurológicos.

Además se logra evidenciar que el 60% de la contaminación se encuentra concentrada en las empresas de energía eléctrica, la industria, hoteles, empresas del sector público, empresas corporativas, incluso, están involucradas empresas en donde se realizan labores de mantenimiento eléctrico a subestaciones de energía y transformadores que pueden ejercer la contaminación cruzada a través de equipos o herramientas.

Los PCB's también causan problemas ambientales y de salud, debido a:

- Las propiedades de los PCB's que los hicieron valiosos como químicos industriales, también los convierten en problema cuando se liberan al ambiente.
- Cuando hay un derrame de PCB's, estos pueden migrar al suelo, al agua subterránea y al aire y pueden abarcar grandes distancias, contaminando tanto el ambiente local, como el global. Los pescados, animales y cultivos en áreas contaminadas con PCB's pueden no ser aptos para el consumo.

- La bio-acumulación de PCB's ocurre cuando los PCB's entran al cuerpo humano o animal a través del aire, los alimentos y la piel. Dado que los PCB's son resistentes a la descomposición, éstos se almacenan y se concentran en el cuerpo, produciendo así la bio-acumulación.
- La bio-ampliación de PCB's ocurre cuando las especies contaminadas ubicadas en los niveles bajos de la cadena alimenticia (Ej.: los peces) son consumidas por animales más altos en la cadena alimenticia (incluyendo a los humanos) y las concentraciones de PCB's que se producen en estos animales ubicados en un nivel más alto serán mucho más altas.

6 MARCO CONCEPTUAL

La resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible tiene por objeto establecer los requisitos para la gestión ambiental integral de equipos y desechos que consistan, contengan o estén contaminados con Bifenilos Policlorados (PCB'S), a fin de prevenir la contaminación y proteger el medio ambiente.

Para la interpretación de la presente Resolución se adoptan las siguientes definiciones:

Bifenilos Policlorados (PCB'S):

Son compuestos aromáticos formados de tal manera que los átomos de hidrógeno en la molécula bifenilo (2 anillos bencénicos unidos entre sí por un enlace único carbono-carbono) pueden ser sustituidos por hasta diez átomos de cloro.

Análisis Semicuantitativo de PCB'S:

Es un ensayo analítico electroquímico de barrido (screening) utilizado para medir la concentración de iones Cloruro y por ende la posible presencia de PCB, en partes por millón en aceite dieléctrico.

Equipos o elementos NO PCB'S:

Son aquellos equipos o elementos de los cuales se certifique que presentan concentraciones de PCB por debajo de las 50 ppm.

Desecho o Residuo con PCB'S:

Son todos aquellos elementos, sustancias, fluidos, materiales y equipos que se descartan, rechazan o entregan, entre otros, en cualquier estado que contengan PCB en una concentración igual o superior a 50 ppm, así como cualquier otro material o elemento que entre en contacto directo con estos en alguna actividad, incluida la ropa de trabajo.

Eliminación de PCB'S:

Son todos aquellos procesos físicos, químicos, térmicos y biológicos diseñados para la destrucción ambientalmente segura de los desechos con PCB'S.

7 MARCO LEGAL

En la actualidad existen tratados, convenios y resoluciones que fueron creadas bajo las necesidades de erradicación, mitigación y daños ocasionados por los Bifenilos Policlorados a nivel mundial, éstas a lo largo del tiempo fueron tomando fuerza y se volvieron de estricto cumplimiento, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Convenio de Basilea.

- Convenio de Rotterdam.
- Convenio de Estocolmo. sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP's).
- Resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ley 1333 de 2009 por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.
- Resolución 189 de julio 15 de 1994 emanada del Ministerio del Medio Ambiente.

7.1 EL CONVENIO DE BASILEA DE MARZO 22 DE 1989:

Este convenio se realizó teniendo como base los criterios de los allí presentes, entre los cuales se mencionan a continuación los siguientes: conscientes de que los desechos peligrosos y otros desechos y sus movimientos transfronterizos pueden causar daños a la salud humana y al medio ambiente; teniendo presente el peligro creciente que para la salud humana y el medio ambiente representan la generación y la complejidad cada vez mayores de los desechos peligrosos y otros desechos, así como sus movimientos transfronterizos; teniendo presente la manera más eficaz de proteger la salud humana y el medio ambiente contra los daños que entrañan tales desechos consciente en reducir su generación al mínimo desde el punto de vista de la cantidad y los peligros potenciales; convencidos de que los Estados deben tomar las medidas necesarias para que el manejo de los desechos peligrosos y otros desechos, incluyendo sus movimientos transfronterizos y su eliminación, sea compatible con la protección de la salud humana y del medio ambiente, cualquiera sea el lugar de su eliminación; tomando nota de que los Estados tienen la obligación de velar porque el generador cumpla sus funciones con respecto al transporte y a la eliminación de los desechos peligrosos y otros desechos de forma compatible con la protección de la salud humana y del medio ambiente, sea cual fuere el lugar en que se efectúe la

eliminación; reconociendo plenamente que todo Estado tiene el derecho soberano de prohibir la entrada o la eliminación de desechos peligrosos y otros desechos ajenos en su territorio; reconociendo también el creciente deseo de que se prohíban los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación en otros Estados, en particular en los países en desarrollo; teniendo presente asimismo que los movimientos transfronterizos de tales desechos desde el Estado en que se hayan generado hasta cualquier otro Estado deben permitirse solamente cuando se realicen con condiciones que no representen peligro para la salud humana y el medio ambiente, y en condiciones que se ajustan a lo dispuesto en el presente Convenio; convencidos de que los Estados deben adoptar medidas para el adecuado intercambio de información sobre los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y otros desechos que salen de esos Estados o entren en ellos, y para el adecuado control de tales movimientos; tomando nota de que varios acuerdos internacionales y regionales han abordado las cuestiones de la protección y conservación del medio ambiente en lo que concierne al tránsito de mercancías peligrosas; afirmando que los Estados han de cumplir sus obligaciones internacionales relativas a la protección de la salud humana y a la protección y conservación del medio ambiente, y son responsables de los daños de conformidad con el derecho internacional, etc.

Este convenio establece los procedimientos para el control de los movimientos Transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación y a su vez las sustancias y artículos de desecho que contenga o estén contaminados con ellos. En el estudio están catalogados como **Y10** Sustancias y artículos de desecho que contengan, o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), Terfenilos Policlorados (PCT) o Bifenilos Polibromados (PBB).

Este convenio fue aprobado el 22 de Marzo de 1989 por la conferencia de Plenipotenciarios en Basilea (Suiza) en respuesta a una protesta tras el descubrimiento en 1980 en África y otros

lugares del mundo depósitos de desechos tóxicos importados del extranjero, este documento entra en rigor el día 5 de Mayo de 1992 y teniendo de forma paulatina un incremento para el año 2011 un total de 175 socios que se acogen al convenio. (Tomado de slisare).

En el numeral 7ª del mismo artículo, establece la prohibición a todas las personas sometidas a la jurisdicción nacional del país miembro, de transportar o eliminar desechos peligrosos y otros desechos, a menos de que estas personas estén autorizadas o habilitadas para realizar ese tipo de operaciones.

7.2 CONVENIO DE ROTTERDAM:

Los allí presentes en este convenio tienen en cuenta entre otros los siguientes criterios: conscientes de los efectos perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente de ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional; recordando las disposiciones pertinentes de la Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo y el capítulo 19 del programa 21, sobre Gestión ecológicamente racional de los productos químicos tóxicos, incluida la prevención del tráfico internacional ilícito de productos tóxicos peligrosos; conscientes de la labor realizada por el programa de las naciones unidas para el medio ambiente y la organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación con miras al funcionamiento del procedimiento de consentimiento fundamentado previo establecido en las directrices de Londres para el intercambio de información acerca de productos químicos objeto de comercio internacional y el código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas; teniendo en cuenta las circunstancias y las especiales necesidades de los países en desarrollo y los países con economías en transición, en particular la necesidad de fortalecer la capacidad nacional para el manejo de los productos químicos, inclusive mediante la transferencia

de tecnologías, la prestación de asistencia financiera y técnica y el fomento de la cooperación entre las partes; reconociendo que el comercio y las políticas ambientales deben apoyarse mutuamente con miras a lograr el desarrollo sostenible; destacando que nada de lo dispuesto en el presente convenio debe interpretarse de forma que implique modificación alguna de los derechos y obligaciones de una parte en virtud de cualquier acuerdo internacional existente aplicable a los productos químicos objeto de comercio internacional o a la protección del medio ambiente y resueltos a proteger la salud humana, incluida la salud de los consumidores y los trabajadores, y el medio ambiente frente a los posibles efectos perjudiciales de ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional, etc.

El Convenio de Róterdam habla sobre "el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional" y entró en vigor el 24 de febrero de 2004, siendo la primera reunión de la Conferencia del 20 al 24 de septiembre de 2004 en Ginebra (Suiza) y la segunda tuvo lugar del 27 al 30 de septiembre de 2005 en la ciudad de Roma (Italia).

Este convenio representó un paso importante para garantizar la protección de la población y el medio ambiente de todos los países ante los posibles peligros que genera el comercio de plaguicidas y productos químicos altamente peligrosos este Contribuirá a salvar vidas y proteger el medio ambiente de los efectos adversos de los plaguicidas tóxicos y otros productos químicos, además establecerá una primera línea de defensa contra tragedias futuras impidiendo la importación no deseada de productos químicos peligrosos en particular en los países en desarrollo.

7.3 CONVENIO DE ESTOCOLMO SOBRE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES (COP'S):

Conscientes de que los COP (Contaminantes Orgánicos Persistentes), plantean peligros importantes y cada vez mayores a la salud humana y el medio ambiente, en 1995, el Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), pidió que se iniciara un proceso de evaluación de una lista inicial de 12 COP y que el Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química (FISQ), elaborara recomendaciones respecto de la adopción de medidas a nivel internacional, incluido un instrumento internacional jurídicamente vinculante.

El Convenio de 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.

Reconociendo que los contaminantes orgánicos persistentes tienen propiedades tóxicas, son resistentes a la degradación, se bioacumulan y son transportados por el aire, el agua y las especies migratorias a través de las fronteras internacionales y depositados lejos del lugar de su liberación, acumulándose en ecosistemas terrestres y acuáticos; conscientes de los problemas de salud, especialmente en los países en desarrollo, resultantes de la exposición local a los contaminantes orgánicos persistentes, en especial los efectos en las mujeres y, a través de ellas, en las futuras generaciones; reconociendo que los ecosistemas, y comunidades indígenas árticos están especialmente amenazados debido a la biomagnificación de los contaminantes orgánicos persistentes y que la contaminación de sus alimentos tradicionales es un problema de salud

pública; recordando las disposiciones pertinentes de los convenios internacionales pertinentes sobre el medio ambiente, especialmente el Convenio de Rotterdam para la aplicación del procedimiento de consentimiento fundamentado previo a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional y el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, incluidos los acuerdos regionales elaborados en el marco de su artículo 11; recordando también las disposiciones pertinentes de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y el Programa 21; reconociendo que la idea de precaución es el fundamento de las preocupaciones de todas las Partes y se halla incorporada de manera sustancial en el presente Convenio; reconociendo que el presente Convenio y los demás acuerdos internacionales en la esfera del comercio y el medio ambiente se apoyan mutuamente; reafirmando que los Estados, de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y los principios del derecho internacional, tienen el derecho soberano de explotar sus propios recursos con arreglo a sus políticas propias en materia de medio ambiente y desarrollo, así como la responsabilidad de velar por que las actividades que se realicen bajo su jurisdicción o control no causen daños al medio ambiente de otros Estados o de zonas situadas más allá de los límites de la jurisdicción nacional; teniendo en cuenta las circunstancias y las especiales necesidades de los países en desarrollo, particularmente las de los países menos adelantados, y de los países con economías en transición, en particular la necesidad de fortalecer su capacidad nacional para la gestión de los productos químicos, inclusive mediante la transferencia de tecnología, la prestación de asistencia financiera y técnica y el fomento de la cooperación entre las Partes; teniendo plenamente en cuenta el Programa de Acción para el desarrollo sostenible de los pequeños Estados insulares en desarrollo, aprobado en Barbados el 6 de mayo de 1994; conscientes de la necesidad de adoptar medidas para prevenir

los efectos adversos causados por los contaminantes orgánicos persistentes en todos los estados de su ciclo de vida; reafirmando el principio 16 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo que estipula que las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en principio, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales; alentando a las Partes que no cuentan con sistemas reglamentarios y de evaluación para plaguicidas y productos químicos industriales a que desarrollen esos sistemas; reconociendo la importancia de concebir y emplear procesos alternativos y productos químicos sustitutos ambientalmente racionales; resueltas a proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos nocivos de los contaminantes orgánicos persistentes; etc.

Conscientes de la necesidad de tomar medidas de alcance mundial sobre los contaminantes orgánicos persistentes El Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP's) es un acuerdo internacional que regula el tratamiento de las sustancias tóxicas. Fue firmado el 22 de mayo de 2001 en Estocolmo y entró en vigor el 17 de mayo del 2004. Inicialmente el convenio regulaba doce productos químicos incluyendo productos producidos intencionadamente, tales como:

- Pesticidas PCB'S.
- Dioxinas y Furanos.

Actualmente hay 172 países que han ratificado el convenio

7.4 RESOLUCIÓN 0222 DE 2011 DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE:

Esta resolución contiene los requisitos necesarios para la gestión ambiental integral de equipos y desechos que consisten, contienen o están contaminados con Bifenilos Policlorados (PCB'S), ya que en la ciudad de Medellín y en Colombia existen equipos y residuos contaminados con PCB'S y pueden afectar el medio ambiente, generar degradación ambiental y dadas sus características de persistencia, toxicidad, bioacumulación, efectos agudos y crónicos en los organismos vivos y en el ambiente, sino se gestionan y manejan adecuadamente.

Y de acuerdo con lo establecido en la Ley 1196 de 2008 por medio de la cual se aprueba el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), es preciso dictar medidas para minimizar los riesgos derivados del uso, almacenamiento, manipulación, transporte, tratamiento y eliminación de equipos, aceites, desechos y suelos contaminados con PCB.

Dicha Ley establece en su Anexo A, parte II literal a) y literal e), que el país tiene la obligación de eliminar el uso de los equipos contaminados con PCB antes de finalizar el año 2025 y realizar esfuerzos destinados a lograr una gestión ambientalmente adecuada de los desechos y equipos contaminados con PCB, tan pronto como sea posible pero a más tardar en el 2028. (Tomado de la resolución 0222 de 2011).



Figura 6: Diagrama de gestión ambiental PCB'S

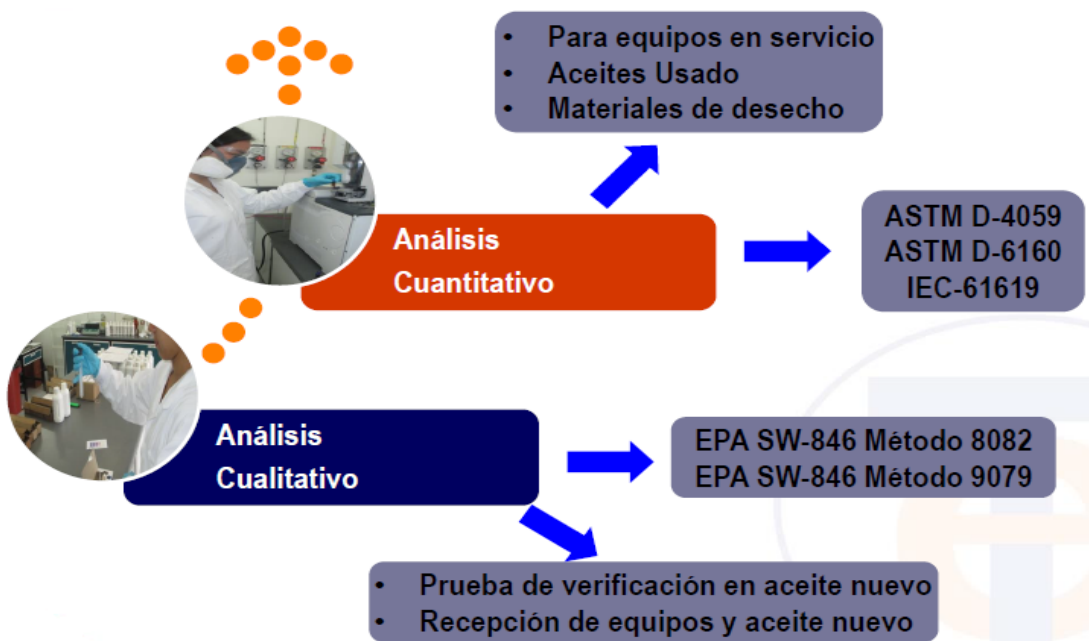
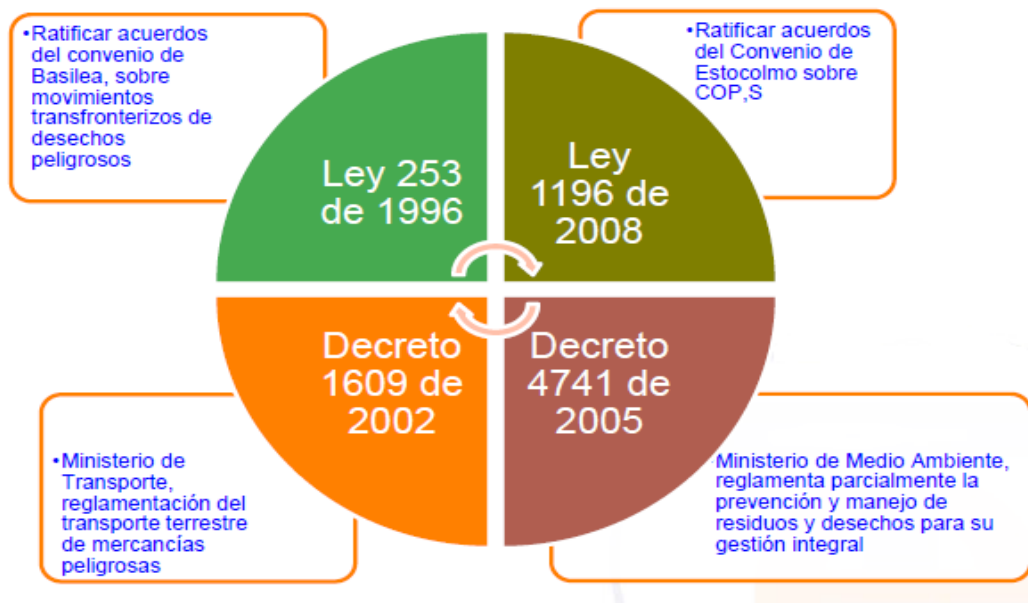


Figura 7: Caracterización de equipos Resolución 0222 de 2011

Además en nuestro país se tienen en cuenta también las siguientes leyes y decretos los cuales se toman como referencias.



7.5 LEY 1333 DE 2009 POR LA CUAL SE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO SANCIONATORIO AMBIENTAL Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES:

Esta ley establecerá las siguientes sanciones para las empresas, conjuntos residencias, comercio y personas que incumplan lo estipulado:

Multas diarias hasta por cinco mil (5000) salarios mínimos mensuales legales vigentes, cierre temporal o definitivo del establecimiento, Edificación o servicio, revocatoria o caducidad de licencia ambiental autorización, concesión, permiso o registro, demolición de obra a costa del infractor, decomiso definitivo de especímenes, especies silvestres exóticas, productos y subproductos, elementos, medios o implementos utilizados para cometer la infracción, restitución de especímenes de especies de fauna y flora silvestres y trabajo comunitario según condiciones establecidas por la autoridad ambiental.

7.6 RESOLUCIÓN 189 DE JULIO 15 DE 1994 EMANADA DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE:

Esta resolución dicta las regulaciones para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos, establece criterios de clasificación de los Residuos Tóxicos y presenta la lista de sustancias, elementos o compuestos que confieren toxicidad a un residuo, en la cual se encuentran contenidos los compuestos orgánicos halogenados, incluyendo los bifenilos policlorados, PCBs.

8 DISEÑO METODOLÓGICO

8.1 ENFOQUE

La presente investigación será bajo un enfoque cualitativo; de acuerdo a Pérez Serrano (1994^a: 465), este autor visualiza la investigación como un proceso activo dirigida hacia los acontecimientos, acciones, normas y valores, sistemático porque logra que se sigan lineamientos establecidos y rigurosos de indagación dirigida en el cual se toman decisiones sobre lo investigable, además por la utilización de elementos de recolección de información como lo son las encuestas y análisis documental, esta investigación busca describir los procedimientos y funciones que permitan la integración de la resolución en un procedimiento para manejar los Bifenilos Policlorados en equipos eléctricos sumergidos en aceite, en la ciudad de Medellín y ayuda a la toma de decisiones sobre el tema de estudio aplicable a los dueños de equipos eléctricos.

8.1.1 Tipo de investigación.

La investigación será de tipo descriptiva según (Malhotra, 1997, p.90); este tipo de investigación es importante gracias a su carácter concluyente y una de las cualidades que tiene este tipo de investigación es tener una descripción fundamental del algo que se busca o de las mismas funciones que puede tener el problema a investigar. Esta investigación nos permite recolectar la información obtenida y direccionarla hacia la solución de las necesidades establecidas en el desarrollo del estudio que se desea implementar.

Contexto

La presente investigación se realizará en la empresa DARTEK S.A.S que es una empresa joven en el mercado eléctrico de la ciudad. Es una empresa con una experiencia de tres años en la ejecución de mantenimiento de subestaciones de energía, transformadores de distribución y potencia, montajes electromecánicos y suministros eléctricos que se adapta a las necesidades y expectativas de los clientes de su interés.

- **Misión:**

Brindar apoyo a los clientes en todas las necesidades eléctricas presentes en los diferentes nichos de mercado industrial, comercial y residencial a través de su portafolio de servicios.

- **Visión:**

Ser una empresa reconocida a nivel regional y nacional como pionera en la cultura del mantenimiento eléctrico y ser reconocida por la calidad de sus trabajos además de ser una alternativa en la ejecución de mantenimiento, montajes y diseños eléctricos en general.



Figura 9: Logo DARTEK S.A.S

Su portafolio de servicios ofrece las siguientes alternativas:

- Mantenimiento de subestaciones hasta 57.5 KV.
- Mantenimiento en sitio y en planta de transformadores de distribución y potencia sumergidos en aceites dieléctricos y secos.
- Toma de muestras de aceite dieléctrico a transformadores (AFQ, Cromatografía de gases y PCB'S).
- Montaje y desmontaje de transformadores.
- Montaje de redes de media y baja tensión.
- Diseño y montaje de subestaciones de media y baja tensión.
- Montajes eléctricos en general.
- Análisis de la calidad de la energía.
- Termografía de subestaciones, transformadores y redes eléctricas.
- Suministro y alquiler de elementos eléctricos en general.
- Pruebas eléctricas a transformadores y subestaciones.

Entre sus clientes se pueden encontrar los del sector Industrial, Residencial y comercial del mercado regulado y no regulado de energía eléctrica de la ciudad.



Figura 10: Clientes DARTEK S.A.S

La población de influencia del estudio será el mercado regulado y no regulado de energía eléctrica de la ciudad de Medellín distribuidos en el sector industrial ya sea grande, mediano o pequeño y el sector residencial que

comprende todos los	Equipo	Refrigeración	conjuntos residenciales
y comerciales que	Transformadores de potencia	Aceite	tengan asociados a su
carga o requieran el uso	Transformadores de corriente	Aceite	de la subestación de
energía y que además			contengan al menos
uno de los siguientes			equipos:

- **Industrial:** comprende las empresas con una capacidad instalada igual o superior a 500 KVA que tengan asociados a su carga transformadores, seccionadores, interruptores y condensadores sumergidos en aceite dieléctrico.

	Transformadores de tensión	Aceite	
• Residencial y las empresas con una entre	Condensadores	Aceite	comercial: comprende capacidad instalada 5 KVA y 500 KVA que
	Interruptores	Aceite	
	Reconectores	Aceite	

tengan asociados a su carga transformadores, seccionadores, interruptores y condensadores sumergidos en aceite dieléctrico.

Además como población definida se tiene una base de datos de más de 500 posibles clientes de los mercados regulados y no regulados de energía de la ciudad los cuales ya se sabe que tienen al menos un equipo eléctrico sumergidos en aceite dieléctrico.

Empresa	Equipo eléctrico
Algamar	Si
Los Cedros	Si
La Pampa	Si
Alberto Cadavid	Si
Tinturas	Si
Tintexa	Si
Simelca	Si
Termimoda	Si
Teñimos	Si
Tecninsumos	Si
Boom	Si
Sumicol	Si
Gamma corona	Si

C.C Los Molinos	Si
Mayorca	Si
Conjunto Residencial Parques del Estadio	Si
Platino Plaza	Si

Se tiene en cuenta la necesidad que tienen los clientes de cumplir la normatividad y un plus adicional que va de la mano con el tema medio ambiental que es de suma importancia hoy en día para las empresas y consumidores de energía eléctrica, los precios de la competencia y el cumplimiento de la resolución serán también determinantes para una final negociación del servicio.

8.1.2 Instrumentos para la recolección de información.

Este estudio tiene como finalidad diseñar un procedimiento para manejar los Bifenilos Policlorados en equipos eléctricos sumergidos en aceite en la ciudad de Medellín, debido a la necesidad de darle cumplimiento a la resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio Ambiente “Por la cual se establecen requisitos para la gestión ambiental integral de equipos y desechos que consisten, contienen o están contaminados con Bifenilos Policlorados (PCB)”. Para la presente propuesta se implementarán técnicas de recolección de datos tales como la entrevista semiestructuradas y el análisis documental.

A continuación se hará una breve descripción de cada uno de ellos:

- **Entrevista semiestructurada:**

Según Martínez (2011) este tipo de entrevista parte de una pauta o guía de preguntas con los temas o elementos claves que se quieren investigar o profundizar de una valoración previa con el

informante. Las mismas preguntas pueden ser planteadas de diferente manera o varios informantes si es el caso, esto implica que no hay secuencia en el orden de la pregunta y depende mucho de las respuestas dadas. El marco de realización es de este tipo de entrevistas debe ser abierto y en un ambiente de cordialidad, para ello debe existir la relación de empatía con el informante.

Lo importante de la entrevista semiestructurada, es que es una entrevista con un relativo grado de flexibilidad en su estructura, en su formato así como en el orden y en los términos de realización de la misma para las diferentes personas a quienes está dirigida.

Esta elección metodológica de la cual es sujeta esta investigación favorece el análisis e interpretación de los procedimientos utilizados en el manejo de Bifenilos Policlorados en la ciudad de Medellín, dicho de otra manera, su carácter conversacional favorece un espacio constructivo, que permite la comunicación entre investigados e investigadores, pues se pone en juego ambos saberes que se encuentran dentro de una misma línea de conocimiento.

Lo anterior nos permite visualizar que este tipo de entrevista es oportuna en tanto que las preguntas diseñadas para la recolección de la información generaran aportes cruciales entre los participantes y el entrevistador, por consiguiente brindara ideas para la implementación o diseño del manejo adecuado de los (PCBs) con el fin de dar cumplimiento a los requisitos mínimos y por ende generar cambios en el medio ambiente y en los seres humanos; Además de atrapar conceptos y apreciaciones claves o inclusive indagar sobre procedimientos existentes en el medio que harán que se enriquezca el tema tratado y se puedan sacar conclusiones o diagnósticos mas aterrizados a lo que se necesita.

Análisis documental:

De acuerdo con Hernández (2003) lo define como la operación que consiste en seleccionar ideas informativamente relevantes de un documento, a fin de expresar su contenido sin ambigüedades para recuperar la información contenida en él. Obviamente que los propósitos del análisis documental trascienden la mera recuperación y difusión de la información. Ellos también se orientan a facilitar la cognición o aprendizaje del individuo para que este se encuentre en condiciones de resolver problemas y tomar decisiones en sus diversos ámbitos de acción.

El análisis documental a realizar estará enfocado en la revisión de:

- Con este análisis se busca conocer como son los protocolos de Bifenilos Policlorados a detalle de todos los datos que en ellos se observan cómo se interpretan en la empresa el cual está registrado en la documentación revisada.

Durante la visita realizada a la empresa DARTEK S.A.S se obtuvo acceso a los protocolos generados por laboratorios acreditados se logra observar que no los equipos muestreados ninguno supera el límite de más de 50 ppm de PCB'S en la muestra, también se logra evidenciar que se hace un ingreso de datos básicos para identificación de los equipos y muestras y se usó el método ASTM D-4059-00 (2010), en los anexos se podrán observar varios protocolos de PCB'S generados por el laboratorio de la UIS (universidad Industrial de Santander) y las cartas que da la empresa a sus clientes como libres de PCB'S a sus equipos.

9 VALIDEZ DE LOS INSTRUMENTOS

Con respecto a la validez de los instrumentos, Hernández y otros (2003), establecen que “se refiere al grado en que un instrumento mide la variable que pretende medir” (p.346). De acuerdo con esto, se pretende que la validez de los instrumentos de recolección de información utilizados en la presente investigación, se relacionen con la problemática frente a la ejecución de casos de

prueba de forma manual sobre los desarrollos de software, los objetivos propuestos, así como las variables e indicadores de este estudio.

Para validar los instrumentos se solicitó la revisión de expertos para garantizar la obtención de información hacia el logro de los objetivos propuestos.

10 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los instrumentos utilizados para la recolección de la información fueron:

- **Análisis documental:** para conocer a detalle el proceso de ejecución de casos de prueba de desarrollo de software que se tiene actualmente en la empresa DARTEK S.A.S
- **Entrevista semi-estructurada:** para indagar sobre el proceso que se tiene implementado, aspectos que a la fecha no se tienen en cuenta en el proceso y posibles mejoras que se hayan intentado realizar pero que no fueron exitosas.

Durante el análisis de los resultados dentro del componente cualitativo, se tuvieron en cuenta las apreciaciones del Gerente de la empresa y el tecnólogo de operación y mantenimiento de la empresa, para los cuales se reservó sus nombres y se utilizaron seudónimos a fin de referir las intervenciones realizadas por cada uno de ellos. Específicamente, en las entrevistas, se identificaron de la siguiente manera:

- **Entrevista Semi-estructura N°1**

Entrevistador: E

Entrevistado: P1

- **Entrevista Semi-estructura N°2**

Entrevistador: E

Entrevistado: P2

La entrevista diseñada consta de seis preguntas con el fin de permitirle al entrevistado un poco de libertad para que pueda salirse del guion y retroalimente datos adicionales que de alguna manera no se tomaron en cuenta antes y sea de interés del estudio o que pueden resultar muy relevantes para la investigación, se indaga al gerente de una empresa dedicada al mantenimiento de equipos eléctricos y a un técnico encargado de la ejecución de mantenimiento de equipos eléctricos y toma de muestras de aceite, donde se les quiere indagar sobre los Bifenilos Policlorados en equipos eléctricos sumergidos en aceite dieléctrico.

Esta entrevista es de una importancia alta para el estudio ya que mostrara otros puntos de vista de personas que se mueven en el medio eléctrico de la ciudad los procesos, análisis, interpretación y conocimientos sobre el tema.

- **Análisis cualitativo**

Siguiendo las recomendaciones de autores como Hernández, Fernández y Baptista (2006), el procedimiento para la organización y análisis de los datos fue el siguiente:

- Se realizó la lectura y estudio de todos los instrumentos aplicados en el desarrollo de la investigación, como: entrevistas y análisis documental.
- Se realizaron las transcripciones de las entrevistas de las personas escogidas para la misma.
- Se organizó la información pensando en las categorías iniciales, subcategorías e indicadores específicos definidos con relación al marco teórico.

- Se usaron las categorías, subcategorías e indicadores, antes mencionados y que están involucrados en las respuestas de las entrevistas

A continuación se presentan las categorías, subcategorías e indicadores que permitieron abordar el análisis de los datos.

Categorías	Subcategorías	Indicadores
<p style="text-align: center;">Erradicación de los Bifenilos Policlorados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos eléctricos sumergidos en aceite. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico. • Caracterización. • Etiquetado de equipos.
	<ul style="list-style-type: none"> • Bifenilos Policlorados PCB'S. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de impactos. • Retiro de funcionamiento. • Cumplimiento de resolución 0222 de 2011.

Categoría

Erradicación de Bifenilos Policlorados.

Subcategoría 1

Equipos eléctricos sumergidos en aceite.

Indicador

- Diagnostico

Es importante conocer que en la ciudad de Medellín se están realizando labores de diagnóstico en equipos eléctricos sumergidos en aceite en busca de equipos contaminados con PCB'S, por esta razón existe una resolución llamada 0222 de 2011 del Ministerio de Medio Ambiente “Por la cual se establecen requisitos para la gestión ambiental integral de equipos y desechos que

contienen o están contaminados con Bifenilos Policlorados (PCB)”, la cual se tiene como referencia. Para la realización del diagnóstico de los equipos se utilizó como referencia los conocimientos de la empresa DARTEK S.A.S que es conocida en la ciudad de Medellín en el mantenimiento de equipos eléctricos los cuales son de interés para este estudio y tiene experiencia en el tema de PCB’S y su diagnóstico que es un tema de importancia para todos los implicados en la manutención, administración y operación de los equipos eléctricos y se le formula la siguiente pregunta realizada por E. ¿Tiene usted conocimiento de la resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio Ambiente sobre el tema de diagnóstico de PCB’S? P1. “El diagnostico de los equipos eléctricos sumergidos en aceite dieléctrico básicamente se está aplicando a los transformadores tanto de potencia como de instrumentación, así como a condensadores, capacitores e interruptores que encontramos en los diferentes nichos de mercado enmarcados en los mercados de energía regulados y no regulados de la ciudad de Medellín y el departamento de Antioquia, la caracterización se hace de acuerdo a los reportes de laboratorio de los análisis enviados de las muestras tomadas a estos equipos mencionados y teniendo como referencia la resolución que da unas pautas muy importantes para el tema del diagnóstico que son de gran ayuda para quien ejecute las labores necesarias para tal fin”.

P2. “Claro, esta es la resolución que habla sobre los PCB’S en Colombia y dice que equipos eléctricos son los que se les debe tomar muestra de aceite para análisis de PCB’S y saber cuáles son los que están contaminados o no y cuenta que se debe tener en cuenta para diagnosticar los equipos”.

La resolución se hace indispensable a la hora de determinar los PCB’S en cualquier equipo eléctrico de la ciudad sea en el mercado regulado o no regulado de energía por esta razón es importante que se conozca la resolución y todos los datos contenidos en ella, el diagnóstico es

parte fundamental para el óptimo funcionamiento de los equipos eléctricos tanto para cumplimiento de normatividades como para los planes de mantenimiento y operación o sistemas de calidad y se hace necesario tener toda claridad necesaria en la interpretación de la norma así como para el diagnóstico de los equipos quien no la conozca estará dando diagnóstico y procedimientos inadecuados para los PCB'S.

Indicador

- **Caracterización**

La caracterización de los equipos está estipulada en la resolución 0222 de 2011, para este caso, esta caracterización comienza por medio de una muestra de aceite dieléctrico a cualquier tipo de equipo sumergido en el mismo; esta muestra se realiza en un frasco de 50 ml color ámbar, se debe realizar por una persona calificada y certificada por el SENA.

Para la toma de muestra de aceites se debe tener en cuenta realizar un correcto procedimiento y contar con todos los elementos de protección personal y los de seguridad haciendo referencia en los guantes de Nitrilo, overol anti fluidos y careta o tapa bocas.

La muestra se toma de acuerdo al procedimiento y contando con los elementos de seguridad apropiados para esta, luego se procede a ser enviada a un laboratorio acreditado por el Ideam para este tipo de compuesto donde ellos entregaran un protocolo del análisis y con el cual se puede analizar las ppm (partes por millón) de la muestra, con este la empresa que toma la muestra genera la carta del estado del aceite dieléctrico y en que categoría se ubicara el etiquetado del equipo.

P1. “La caracterización de los equipos es parte fundamentalmente de los resultados de los análisis de las muestras de aceite dieléctrico tomadas a los equipos y que son mandadas a analizar a laboratorios acreditados por el Ideam para el tema de PCB'S, con estos reportes

sabemos en qué grupo catalogar el equipo muestreado y así proceder al etiquetado del equipo además de hacer entrega a los clientes de su respectivo protocolo del equipo en el cual se les informa si está o no contaminado con el compuesto”.

P2. “Si, la caracterización se hace de acuerdo de los protocolos de aceite enviados por los laboratorios donde se mandan a analizar las muestras y de ahí se sabe en qué grupo dejar etiquetado el equipo”.

Es claro que se debe realizar el procedimiento adecuado para tomar la muestra de un equipo y contar con los implementos necesarios y adecuados para cada muestra.

La caracterización de los equipos es el paso anterior al etiquetado de los equipos y se debe tener claro que solo laboratorios acreditados como el laboratorio de la UIS, Transequipos y Cidet podrán analizar las muestras para caracterizarlas y enviarlas para diagnóstico y etiquetado de los equipos.

Un análisis claro y adecuado nos lleva a realizar un buen dictamen frente a los aceites dieléctricos, que tantas partes por millón y el adecuado procedimiento en el manejo de los equipos que sean detectados con PCB´s.

Indicador

- Etiquetado de equipos.

El etiquetado del equipo es una de las consideraciones de este estudio debido a que es el penúltimo paso en la cadena de la toma de las muestras de Bifenilos Policlorados, el etiquetado del equipo se realiza después de realizar el análisis de la muestra en el laboratorio y después de hacer un levantamiento de la información durante la toma de muestras de aceite a los equipos involucrados, esta información en su mayoría de casos sale de las placas características de los

equipos o en ocasiones cuando se carece de la información se puede tomar de las memorias de cálculos o protocolos de pruebas anteriores y se complementa con el resultado final de la muestra y después de generar el protocolo por un laboratorio acreditado, con esta última información se le dará la clasificación al equipo por grupos de 1 a 4 y se procede a marcar el equipo, a continuación se mencionan estos datos:

- Tipo de equipos.
- Fabricante.
- País de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensiones.
- Serie.
- Potencia.
- Ubicación del equipo.
- Peso.
- Volumen de aceite.
- Concentración de partes por millón (ppm) de PCB'S.
- Método de análisis.
- Grupo de caracterización.
- Libre o contaminado de PCB'S.

El mercado está poco a poco entrando en el conocimiento de la resolución y le están poniendo atención más a los requerimientos establecidos por ella y se van generando necesidades para la toma de las muestras bajo lo solicitado en la resolución, para DARTEK S.A.S, Es importante el etiquetado de los equipos y sabe cómo hacerlo

P1. “Bueno, el etiquetado es básicamente plasmar la información del equipo y su concentración de PCB’S analizado y etiquetar el equipo, la importancia radica en que es uno de los ítems de cumplimiento de la resolución la cual debe hacerse después de tomada la muestra y generar el protocolo”.

P2. “Sí, es importante ya que con eso se culmina el proceso para las empresas que se contratan para la toma de las muestras”.

El mercado y la difusión de la norma hacen necesario que se cumplan los requisitos de la resolución y van encarrilando el mercado hacia estándares de calidad y cumplimiento de normativas así se va haciendo más estricto el mercado.

En algunos casos como se evidencia en la respuesta de los entrevistados se pone la etiqueta a los equipos dando cumplimiento a la resolución pero queda en evidencia que muchos clientes no se dan por enterado que o cuál es su significado de esta, cual es el paso a seguir, por que se le entrega una carta donde se evidencia que se le realiza la prueba al equipo y se etiqueta el equipo como cumplimiento de la resolución.

Por lo que se evidencia que se debe mejorar en el procedimiento donde se le pueda dar más acompañamiento e información al cliente y que entienda la importancia de un buen control y manejo de la información del etiquetado de sus equipos. Ya que no solo es la responsabilidad de cumplir con la resolución, es también nuestra responsabilidad social con nosotros y el medio ambiente al tener claro un buen procedimiento en el manejo y control de estos.

Subcategoría 2

Bifenilos Policlorados PCB'S.

Indicador

- Disminución de impactos.

La disminución de los impactos es un tema de vital importancia, ya que lo que se quiere con la erradicación del compuesto en la ciudad de Medellín, es velar por la salud del medio ambiente y el ser humano, las diferentes formas de contaminación son existentes son por medio de derrames del compuesto estos infieren debido a la migración al suelo y vertientes hídricas que pueden abarcar grandes áreas y afectar los alimentos y peces volviendo esto no aptos para el consumo humano, otra forma de contaminación es por bio acumulación del compuesto esta ocurre cuando entran grandes cantidades al cuerpo de un animal o persona a través del aire, alimentos y la piel, la bio ampliación es otra forma de contaminación que ocurre cuando animales pequeños se contaminan con el compuestos y son consumidos por los animales más grandes en la cadena alimenticia allí es cuando ocurre la contaminación y la ultima es cuando se contamina por largas exposiciones ante el compuesto, por esto radica la importancia de la eliminación del compuesto y la disminución de los impactos ya que se quiere a toda costa la preservación de la vida humana y del medio ambiente por eso también se debe hacer la toma de muestras y retiro de los equipos contaminados, además hoy día se viene manejando el tema de la responsabilidad social y los sistemas de calidad que hacen de vital importancia la minimización de impactos de todo tipo en espacial los que infieren en la salud y medio ambiente desde este punto de vista E1. DARTEK

S.A.S sabe de la importancia de minimizar los impactos relacionados por contaminación de PCB'S?

P1. "Si, la importancia es grande al minimizar los impactos, debido a las graves consecuencias que genera el compuesto en la salud humana y el medio ambiente, por eso la resolución y los tratados internacionales y la creación de las plantas de incineración de Canadá y Europa, estos son esfuerzos globales que se hacen para sacar de circulación los equipos eléctricos que sean detectados con más de 50 ppm de PCB'S".

P2. "La importancia que genera el retirar los PCB'S es muy grande ya que dejara de contaminar el medio ambiente y a los seres humanos, ya que este compuesto genera cáncer y deformaciones genéticas".

Podemos ver que las personas que trabajan con este tipo de pruebas entienden lo perjudicial que pueden ser los PCB'S, pero el cliente a los que ellos les prestan el servicio pueden ver o entender lo peligrosos que son los PCB'S y que tan dispuestos están a sacar de circulación sus equipos ya que son un activo para ellos.

Notoriamente la finalidad de la resolución es mitigar y sacar de circulación los equipos contaminados con Bifenilos Policlorados del sistema eléctrico por lo cual han estimado fechas para sacarlos de operación las cuales deben cumplirse en los plazos estipulados y tomar conciencia de ellas tanto los dueños de los equipos como las empresas o personas que diagnostican, operan y mantienen los equipos.

Indicador

- Retiro de funcionamiento.

Los equipos que deben salir de funcionamiento, son aquellos que sean identificados con más de 50 ppm de PCB'S en su análisis y reporte de laboratorio. Los propietarios deberán tomar todas

las medidas necesarias para priorizar la identificación y retiro de funcionamiento del uso de los equipos contaminados con PCB'S situados en zonas entre las cuales se considerarán las siguientes:

- Plantas de tratamiento de agua para consumo humano
 - Plantas de beneficio animal
 - Plazas de mercado
 - Industrias de alimentos
 - Restaurantes y zonas de comida en centros comerciales.
 - Industrias farmacéuticas
 - Hospitales
 - Instituciones educativas
- Queda prohibida la producción de PCB'S en el territorio nacional y en la ciudad de Medellín. A partir del año 2025 queda prohibido, en el territorio nacional, el uso de equipos, elementos o sustancias que contengan PCB'S.
- Se prohíbe el uso de equipos contaminados con PCB'S en instalaciones eléctricas nuevas y en modificaciones a las existentes, conforme a lo establecido en el artículo 41 del Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, de la Resolución No 18-1294 de agosto 06 de 2008.
 - Se prohíbe la importación de PCB'S o de equipos que contengan PCB'S
 - Se prohíbe la importación de desechos de PCB
 - Se prohíbe la exportación de PCB o equipos que contenga PCB, con fines distintos de la gestión ambientalmente adecuada de desechos, para lo cual se deberá dar cumplimiento a los requisitos establecidos en el Convenio de Basilea.

- Queda prohibida la dilución de aceites de concentraciones mayores a 50 ppm de PCB en cualquier medio de dilución, a menos que ésta sea parte de un procedimiento de tratamiento de descontaminación de un proyecto que cuente con la autorización ambiental pertinente.
- Queda prohibido completar el nivel de los equipos que contienen PCB utilizando aceites contaminados con PCB, así como rellenar un equipo, situado cerca de otros aparatos que contengan PCB, con un líquido de sustitución que tenga un punto de inflamación inferior a 300 grados centígrados.

E1 DARTEK S.A.S. ¿Conoce los pasos a seguir para el retiro de los equipos eléctricos si están contaminados con PCB'S?

P1. Se debe hacer un debido etiquetado del equipo de acuerdo a su grupo de contaminación, se deberá tipificar y se debe sacar de circulación lo más pronto posible además de definir el método de destrucción del compuesto.

P2. Hasta ahora no me ha tocado retirar ningún equipo.

Para retirar un equipo de operación lo primero que se debe tener en cuenta es tener el diagnóstico acertado de que contiene más de 50 ppm de Bifenilos Policlorados por medio de un protocolo y carta expedida por un laboratorio acreditado ante el Ideam los procedimientos para destrucción de equipos contaminados con PCBs se vacían y se enjuagan con soluciones de percloroetileno.

- Se desmontan todas las piezas.
- Separación de materiales aislantes y metales.
- Nuevo enjuagado de estas partes con soluciones de aclarado, y éstas se limpian posteriormente con destilación bajo vacío.
- Los enjuagues contaminados con PCBs se envían junto con el aceite a incineración.

Incineración a alta temperatura:

- Horno Rotativo.
- 1200⁰C en la cámara principal de combustión.
- Tiempo de permanencia Hasta 90 minutos.

Cámara Secundaria de Combustión:

- Exceso de Oxígeno.
- >1100⁰C.
- >2 segundos de permanencia.

Indicador

- Cumplimiento de resolución 0222 de 2011.

La resolución en el país tiene la obligación de eliminar el uso de los equipos contaminados con PCB'S antes de finalizar el año 2025 y realizar esfuerzos destinados a lograr una gestión ambientalmente adecuada de los desechos y equipos contaminados con PCB'S, tan pronto como sea posible pero a más tardar en el 2028.

Durante el año 2005 el Ministerio realizó un inventario nacional preliminar de Bifenilos Policlorados- PCB existentes en Colombia, a través del cual se evidenció la existencia de equipos, aceites y desechos contaminados con PCB en el país, distribuidos en todo el territorio nacional, lo cual hace necesario el establecimiento de medidas orientadas a la prevención y reducción del riesgo ambiental asociado con esta situación E1. DARTEK S.A.S. sabe si ¿Cumplen los clientes que atienden con la resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio ambiente y sabe cómo hacerlo?

P.1. “Si, Este es un tema que ha estado tomando interés en los dueños de los equipos eléctricos de la ciudad y de todo país, ya que la resolución a establecido fechas de cumplimiento de manera obligatoria para el diagnóstico de los equipos, además ha dado pautas para la toma de la muestra, personal idóneo y del etiquetado de los equipos, que laboratorios son los adecuados para el análisis de las muestras, es importante acotar qué hace falta promover más esta cultura del diagnóstico y el conocimiento de la resolución para explotar más este mercado y llegar a muchos más clientes debido a que ven en los equipos eléctricos solo activos que no requieren de ningún análisis y mantenimiento”.

P2. “No. Hace mucha falta información a los clientes sobre el tema, esto debido a que la mayoría de técnicos, ingenieros e incluso gerentes no les prestan importancia a los equipos eléctricos de sus instalaciones.”

Hace mucha falta la promoción de la resolución en los mercados regulados y no regulados de energía eléctrica de la ciudad, un correcto procedimiento donde se le pueda acompañar y explicar claramente a este mercado el proceso en el control y el buen manejo de los PCB´S. Si bien hay ya empresas como DARTEK S.A.S con conocimiento específico en el tema hay otro sin fin de empresas que la desconoces incluso más grave aún ya que tienen encargados al mando de los equipos quienes no tiene la idea de que se debe hacer en cualquiera de los casos mencionados.

11 DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA MANEJAR LOS BIFENILOS POLICLORADOS (PCB´S) EN EQUIPOS ELÉCTRICOS SUMERGIDOS EN ACEITE DIELÉCTRICO EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN.

Se ha detectado la falta de conocimiento en el manejo de los PCB´S en la ciudad básicamente en las instalaciones de los mercados regulados y no regulados de energía eléctrica que infieren en su

operación debido a esto se hace necesario tener en cuenta ciertos aspectos y recomendaciones las cuales han surgido de acuerdo a lo experimentado en este escrito.

- En primer lugar se debe hacer un énfasis importante en la resolución dar a conocer lo que en ella se informa, se establece y se obliga se debe transmitir su conocimiento a todo el personal de mantenimiento, operación y encargados de administrarlos para que se enteren de la importancia de su cumplimiento y de cómo proceder a cabalidad sin saltarse ninguna condición especificada y mucho menos los plazos establecidos para su cumplimiento definitivo, además de hacer una inspección y visita inicial para levantamiento de datos de los equipos (ver formato en anexos) la toma de muestras se deberá tomar con las herramientas adecuadas las cuales son acoples, llave de tubo de 12", frasco de 50 ml, manguera plástica de 1/2" la muestra se deberá tomar con el equipo energizado si se cumplen las distancias mínimas de seguridad o generar una para planeada para des energizar el equipo.
- En segundo lugar se debe hacer un correcto etiquetado de los equipos, estos deben partir de la toma de muestras de aceites que se debe realizar a los equipos inmersos en aceite y que sea tomada por personal calificada y con certificado generado por el SENA, la muestra debe ser analizada en un laboratorio acreditado por el IDEAM y el protocolo generado será la clave para hacer el etiquetado del equipo que deberá llevar los siguientes datos: Tipo de equipo, país de fabricación, potencia, concentración de PCB'S, fabricante, año de fabricación, serie, ubicación, volumen de aceite y grupo de caracterización (ver imagen de etiqueta en anexos).
- En tercer lugar se debe ya hacer un reporte al inventario nacional en la cual reportara que su equipo fue diagnosticado y etiquetado como libre de PCB'S y respaldara esta

condición con el protocolo que fue generado por el laboratorio acreditado y con el cual se tomó de referencia para hacer la etiqueta del equipo, con esto podemos estar dando cumplimiento a la resolución y contribuyendo con la no contaminación de los recursos naturales, la contaminación de los seres humanos y la contaminación cruzada de equipos por medio de mantenimientos o cambios de aceite.

- En cuarto lugar se debe establecer un plan de contingencia para que en caso de ocurrir un derrame de aceite se puedan minimizar los impactos que puedan generarse en el medio ambiente a través de contaminación de los suelos, fuentes hídricas, alimentos, animales y personas, este plan deberá contar con información característica de los equipos y aceites utilizados así como el conocimiento de números de emergencia, encargado de los equipos un Kit el cual deberá contar con un contenedor en el cual se tenga aserrín de madera para absorber el aceite, pala, gafas, guantes de nitrilo, tapabocas y bolsa plástica.
- En quinto lugar se debe hacer disposición final de los equipos que sean diagnosticados como contaminados con PCB'S esto quiere decir que la muestra fue analizada por encima de las 50 ppm del compuesto y se hace necesario sacar de operación del equipo lo más pronto posible para evitar una contaminación por el compuesto, existen varias opciones para disponer de los equipos una es hacer un envío a las plantas de disposición en Francia y Canadá para que sean incineradas en hornos de altas temperaturas o realizar un desarme de cada componente y realizar un lavado a alta presión y temperatura para desaparecer el compuesto y volver a armar el equipo es importante saber que estos procedimientos se hacen muy costosos debido a que su cobro de tratamiento y flete se hace por peso en kilogramos y estos equipos suelen ser de gran volumen.

12 CONCLUSIONES

- Actualmente en la ciudad de Medellín existen muchas empresas que poseen equipos eléctricos sumergidos en aceite dieléctrico y aún no han acatado lo dispuesto en la resolución 0222 de 2011 del Ministerio de medio Ambiente, en la cual se requiere realizar un inventario y muestreo de los equipos para enviarlo a analizar a los laboratorios para una detección de PCB'S en sus equipos eléctricos.
- Los Bifenilos Policlorados son compuestos altamente peligrosos para la salud humana y el medio ambiente, ya que estos pueden realizar contaminaciones por medio de filtraciones desde los equipos hasta el medio ambiente llegando a fuentes hídricas que a su vez generaran contaminaciones cruzadas llegando a los animales y posteriormente a los seres humanos.
- Los PCB'S son compuestos que deben ser tratados de forma muy cuidadosa, no solo por los riesgos mencionados anteriormente sino también por el riesgo que puede generar también a otros equipos ya que si una cantidad de líquido contaminado es mezclado con otro que no tenga el compuesto, inmediatamente quedará contaminado. Esto puede ocurrir básicamente en contaminación de herramientas, filtros y equipos.
- Para el cumplimiento de lo dispuesto en la resolución no basta solamente con tomar una muestra se debe tener en cuenta otros aspectos importantes como los es un buen análisis realizado por un laboratorio certificado, además de saber qué hacer en caso de ser necesario una disposición final del equipo o una rápida sacada de operación del mismo.

- Los análisis de laboratorio deben ser muy bien interpretados por las personas responsables de la lectura de estos, ya que éste es quien cataloga la ubicación del equipo en la escala de contaminación para su etiquetado.

13 RECOMENDACIONES

- Es importante dar a conocer a los responsables de los equipos eléctricos instalados en el mercado regulado y no regulado de energía eléctrica de la ciudad de Medellín, las disposiciones inmersas en la resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio Ambiente ya que se desconoce mucho del tema de PCB'S, se hace necesario brindar asesoría clara en el tema y procedimiento.
- Para la adquisición de equipos eléctricos nuevos sumergidos en aceite dieléctrico se debe exigir a los proveedores y fabricantes el protocolo de aceite donde se garantice que está libre de PCB'S, esto se debe a que generará rapidez en los diagnósticos y evitará la contaminación cruzada de otros equipos e inclusive la contaminación de seres humanos y el medio ambiente.
- Los propietarios de los equipos eléctricos de la ciudad de Medellín deben hacer esfuerzos más grandes en busca de capacitación al personal de mantenimiento y operación de los equipos con todo lo relacionado a la toma de muestra de PCB'S, etiquetado, interpretación para los resultados de los protocolos entregados por los laboratorios y disposición final de los equipos o residuos contaminados.
- Para la toma de las muestras de aceite para detección de PCB'S en equipos eléctricos se debe recomendar que lo ejecute una persona debidamente calificada y certificada por la

entidad competente así como la correcta utilización de los elementos de protección personal y herramienta necesaria.

REFERENCIAS

- Resolución 0222 del 15 de Diciembre de 2011 – Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible
https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/res_0222_151211_1.pdf
- Loayza, M; Silva, G, Arce, A; (2015). Gestión integral de residuos de bifenilos policlorados – PCB. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.*18, (2), 31-39
- Hernández R., Fernández, C. y Baptista P. (2010). *Metodología de la Investigación. México D.F., México.* McGraw-Hill.
- margen N° 61 - junio de 2011. La entrevista cualitativa como técnica para la investigación en Trabajo Social. Raúl Eduardo López Estrada y Jean-Pierre Deslauriers.
- N° 08 (1), 2011 julio – diciembre issn 1909-955x silogismos de investigación métodos de investigación cualitativa. jorge martínez rodríguez
- BESSE, J, (2000) "Prácticas de la escritura y diseño en la investigación social", en Cora Ezeolar (comp.,) *Topografías de la investigación. Métodos, espacios y prácticas profesionales.* Buenos Aires, EUDEBA

ANEXOS



**CORPORACION MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE EDUCACIÓN
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS**

Proyecto:

Diseñar un procedimiento para manejar los Bifenilos Policlorados en equipos eléctricos sumergidos en aceite, en la ciudad de Medellín.

Entrevista 1.

1. E1. ¿Tiene usted conocimiento de la resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio Ambiente sobre el tema de diagnóstico de PCB'S?

P1. El diagnóstico de los equipos eléctricos sumergidos en aceite dieléctrico básicamente se está aplicando a los transformadores tanto de potencia como de instrumentación, así como a condensadores, capacitores e interruptores que encontramos en los diferentes nichos de mercado enmarcados en los mercados de energía regulados y no regulados de la ciudad de Medellín y el departamento de Antioquia, la caracterización se hace de acuerdo a los reportes de laboratorio de los análisis enviados de las muestras tomadas a estos equipos mencionados.

2. E1. ¿Sabe usted como caracterizar los equipos eléctricos contra los Bifenilos Policlorados PCB'S para dar cumplimiento a la resolución?

P1. La caracterización de los equipos es parte fundamentalmente de los resultados de los análisis de las muestras de aceite dieléctrico tomadas a los equipos y que son mandadas a analizar a laboratorios acreditados por el Ideam para el tema de PCB'S, con estos reportes sabemos en qué grupo catalogar el equipo muestreado y así proceder al etiquetado del equipo además de hacer entrega a los clientes de su respectivo protocolo del equipo en el cual se les informa si está o no contaminado con el compuesto.

3. E1. ¿Es importante para usted el etiquetado de los equipos y sabe cómo hacerlo?

P1. Bueno, el etiquetado es básicamente plasmar la información del equipo y su concentración de PCB'S analizado y etiquetar el equipo, la importancia radica en que es uno de los ítems de cumplimiento de la resolución la cual debe hacerse después de tomada la muestra y generar el protocolo.

4. E1. ¿Sabe usted la importancia de minimizar los impactos relacionados por contaminación de PCB'S?

P1. Si, la importancia es grande al minimizar los impactos, debido a las graves consecuencias que genera el compuesto en la salud humana y el medio ambiente, por eso la resolución y los tratados internacionales y la creación de las plantas de incineración de Canadá y Europa, estos son esfuerzos globales que se hacen para sacar de circulación los equipos eléctricos que sean detectados con más de 50 ppm de PCB'S.

P2. La importancia que genera el retirar los PCB'S es muy grande ya que dejara de contaminar el medio ambiente y a los seres humanos, ya que este compuesto genera cáncer y deformaciones genéticas.

5. E1. ¿Conoce los pasos a seguir para el retiro de los equipos eléctricos si están contaminados con PCB'S?

P1. Se debe hacer un debido etiquetado del equipo de acuerdo a su grupo de contaminación, se deberá tipificar y se debe sacar de circulación lo más pronto posible además de definir el método de destrucción del compuesto.

6. E.1 ¿Cumplen los clientes que atienden con la resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio ambiente y sabe cómo hacerlo?

P.1. Si, Este es un tema que ha estado tomando interés en los dueños de los equipos eléctricos de la ciudad y de todo país, ya que la resolución a establecido fechas de cumplimiento de manera obligatoria para el diagnóstico de los equipos, además ha dado pautas para la toma de la muestra, personal idóneo y del etiquetado de los equipos, que laboratorios son los adecuados para el análisis de las muestras, es importante acotar qué hace falta promover más esta cultura del diagnóstico y el conocimiento de la resolución para explotar más este mercado y llegar a muchos más clientes debido a que ven en los equipos eléctricos solo activos que no requieren de ningún análisis y mantenimiento.



**CORPORACION MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE EDUCACIÓN
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS**

Proyecto:

Diseñar un procedimiento para manejar los Bifenilos Policlorados en equipos eléctricos sumergidos en aceite, en la ciudad de Medellín.

Entrevista 2.

1. E1. ¿Tiene usted conocimiento de la resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio Ambiente sobre el tema de diagnóstico de PCB'S?
P2. Claro, esta es la resolución que habla sobre los PCB'S en Colombia y dice que equipos eléctricos son los que se les debe tomar muestra de aceite para análisis de PCB'S y saber cuáles son los que están contaminados o no.
2. E1. ¿Sabe usted como caracterizar los equipos eléctricos contra los Bifenilos Policlorados PCB'S para dar cumplimiento a la resolución?
P2. Si, la caracterización se hace de acuerdo de los protocolos de aceite enviados por los laboratorios donde se mandan a analizar las muestras y de ahí se sabe en qué grupo dejar etiquetado el equipo.

3. E1. ¿Es importante para usted el etiquetado de los equipos y sabe cómo hacerlo?

P2. Sí, es importante ya que con eso se culmina el proceso.

4. E1. ¿Sabe usted la importancia de minimizar los impactos relacionados por contaminación de PCB'S?

P2. La importancia que genera el retirar los PCB'S es muy grande ya que dejara de contaminar el medio ambiente y a los seres humanos, ya que este compuesto genera cáncer y deformaciones genéticas.

5. E1. ¿Conoce los pasos a seguir para el retiro de los equipos eléctricos si están contaminados con PCB'S?

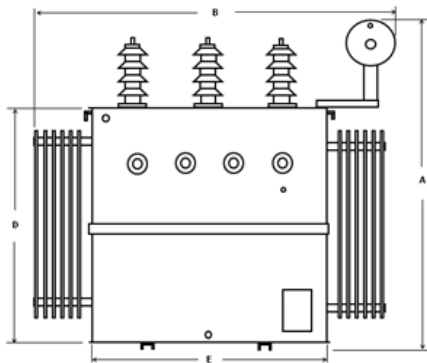
P2. Hasta ahora no me ha tocado retirar ningún equipo.

6. E.1 ¿Cumplen los clientes que atienden con la resolución 0222 de 2011 del Ministerio de Medio ambiente y sabe cómo hacerlo?

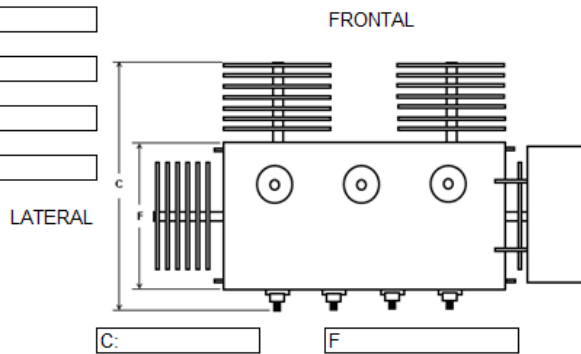
P2. No. Hace mucha falta información a los clientes sobre el tema, esto debido a que la mayoría de técnicos, ingenieros e incluso gerentes no les prestan importancia a los equipos eléctricos de sus instalaciones.

**HOJA DE VISITA
SUBESTACION ELECTRICA**

CODIGO: F-GCO-007
 EDICIÓN: 002
 FECHA: 16/06/2010



A:
 B:
 D:
 E:



COMERCIAL	FECHA: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	AFQ: <input type="text"/>	INSPECCION VISUAL: <input type="text"/>	PCB's: <input type="text"/>
	dd mm aaaa	FUR: <input type="text"/>		CROM: <input type="text"/>
	DATOS DEL CLIENTE			
	OT: <input type="text"/>	CLIENTE: <input type="text"/>		
DIRECCION: <input type="text"/>		CIUDAD: <input type="text"/>	TELEFONO: <input type="text"/>	
CONTACTO: <input type="text"/>		PROGRAMACION		
CONTADOR FRONT	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	OD <input type="checkbox"/>	FD <input type="checkbox"/>
			ON <input type="checkbox"/>	FN <input type="checkbox"/>
			HORARIO <input type="text"/>	

DATOS DEL TRANSFORMADOR					
MARCA: <input type="text"/>	SERIE: <input type="text"/>	AÑO: <input type="text"/>	No. PROPIEDAD: <input type="text"/>	# Nodo <input type="text"/>	
CAPACIDAD: <input type="text"/>	KVA <input type="text"/>	FASE: 3 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	# BUJES: <input type="text"/>	VOLTAJE: <input type="text"/> V / <input type="text"/> V
PESO T: <input type="text"/>	PESO PA: <input type="text"/>	P/W ACEITE: <input type="text"/>	TIPO: Aceite <input type="checkbox"/>	Seco: <input type="checkbox"/>	CLASE: Conv. <input type="checkbox"/> PadMounted <input type="checkbox"/>

INSPECCION					
TANQUE DE EXPANSIÓN:		IND. NIVEL:			
SI <input type="checkbox"/> FUGAS: <input type="text"/>		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		TIPO: Mir <input type="checkbox"/> Ojo <input type="checkbox"/> Cap <input type="checkbox"/> Mag <input type="checkbox"/>	
NO <input type="checkbox"/>		Nivel Máximo <input type="text"/> Nivel Mínimo <input type="text"/>		Normal <input type="checkbox"/> FUGAS <input type="text"/>	
FILTRO SILICA:		SILICA:		RELE BUCHOL:	
SI <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> FUGAS <input type="text"/>		B <input type="checkbox"/> FUGAS <input type="text"/>		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
NO <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>		M <input type="checkbox"/>		B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> FUGAS <input type="text"/>	
VALVULA S / P		HAND HOLE		MAN HOLE:	
SI <input type="checkbox"/> TIPO: <input type="text"/>		SI <input type="checkbox"/> FUGAS: <input type="text"/>		SI <input type="checkbox"/> FUGAS <input type="text"/>	
NO <input type="checkbox"/> FUGAS: <input type="text"/>		NO <input type="checkbox"/>		NO <input type="checkbox"/>	
BUJES AT:		BUJES BT:			
CONV <input type="checkbox"/>	ESP. <input type="checkbox"/>	LOCAL: L <input type="checkbox"/>	T <input type="checkbox"/>	G <input type="checkbox"/>	AJUSTE Int. <input type="checkbox"/> Ext. <input type="checkbox"/> FUGA <input type="text"/>
CONV <input type="checkbox"/>	ESP. <input type="checkbox"/>	LOCAL: L <input type="checkbox"/>	T <input type="checkbox"/>	G <input type="checkbox"/>	AJUSTE Int. <input type="checkbox"/> Ext. <input type="checkbox"/> FUGA <input type="text"/>

TAPA

ATORNILLADA: _____	SOLDADA: _____	SUP _____	PEGADA AL NÚCLEO: _____	DIMENSION TORNILLERIA: _____
GRAPADA: _____	INF _____	SI _____	NO _____	FUGAS: _____
CONMUTADOR: SI _____ NO _____			TERMOMETRO DE ACEITE:	
Int. _____	Ext. _____	TIPO: _____	SI _____	TEMP _____ CONTACTO: _____
POSIC TAP: NOMINAL _____ ACTUAL _____ FUGAS: _____			NO _____	MAX TEMP _____ FUGAS: _____
TERMOMETRO DE DEVANADOS:			VALVULA DE MUESTREO: DIMENSION: _____	
SI _____	TEMP _____	CONTACTO: _____	SI _____	NO _____ BUENA: _____ MALA: _____ FUGAS: _____
NO _____	MAX TEMP _____	FUGAS: _____	TIPO: CORTINA _____	BOLA _____ TAPON _____
BORNE TIERRA: SI _____ CUBA _____ CONECTADO: SI _____			CARCAMOS: ESTADO	
NO _____	NEUTRO _____	NO _____	BUENO: _____	MALO: _____

RADIADORES:

SI _____	TIPO: _____	Válvula paso _____	TIPO _____
NO _____	OBELA _____ ALETA _____ TUBULAR _____	Oreja Izamiento _____	Inf _____ Sup _____
CANTIDAD: _____	UBICACIÓN: _____	FUGAS: SI _____	Soldada _____
No. OBLEAS: _____	LATERAL: _____ FRONTAL: _____	NO _____	Desmontable _____

RUEDAS:

SI _____	B _____	TIPO: _____
NO _____	M _____	PLANA: _____ PESTAÑA SENCILLA: _____ PESTAÑA DOBLE: _____

PINTURA

B _____	M _____	COLOR: _____
---------	---------	--------------

DATOS DEL SITIO

SOTANO: NIVEL _____	ALTURA: _____	ANCHO: _____	ALTA TENSION: Subterránea _____ Aérea _____
PISO: NIVEL _____	ALTA TENSION: Subterránea _____	Aérea _____	
POSTE: ALTURA: _____	ESTADO DEL POSTE: _____	ALTA TENSION: Subterránea _____	Aérea _____
HACHE: ALTURA: _____	ANCHO: _____	ESTADO: _____	ALTA TENSION: Subterránea _____ Aérea _____
INTEMPERIE: ALTA TENSION	Subterránea _____	Aérea _____	
SUBESTACION:			
CELIDAS: _____ ALTA TENSION: Subterránea _____ Aérea _____			
C. Sección _____	C. Tx _____	C. Medida _____	C. Transferencia _____
CANTIDAD: _____	C. Totalizador _____		

ALIMENTACION ELECTRICA BT: SI _____ NO _____		VOLTAJE: _____ V/ _____ V		DISTANCIA DESDE ALIMENTACION HASTA UBICACIÓN EQUIPO: _____		ENTRA UNIDAD MOVIL SI _____ NO _____	
DISTANCIA DESDE UNIDAD MOVIL HASTA SITIO UBICACIÓN DEL TX _____		CORTA-CIRCUITO SI _____ NO _____		SECCIONADOR SI _____ B _____ NO _____ M _____		PARA RAYOS SI _____ BUENO _____ NO _____ MALO _____	
MEDICION DE CORRIENTES X _____ Y _____ Z _____ PN _____		TOMA DE AGUA SI _____ NO _____ DISTANCIA _____		TERMOGRAFIA SI _____ NO _____		CALID. ENRGIA SI _____ NO _____	
				AFQ SI _____ NO _____			
OBSERVACIONES Y / O DIFICULTADES DEL MONTAJE							
RESPONSABLE VISITA				LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO			
NOMBRE _____ FECHA _____				NOMBRE _____ FECHA _____			
SUBGERENCIA TECNICA				DEPARTAMENTO COMERCIAL			
NOMBRE _____ FECHA _____				NOMBRE _____ FECHA _____			
ALCANCE							

	LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA DE MASAS UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	CÓDIGO: 985575-01-AM VERSIÓN: 01
	INFORME DE RESULTADOS	Página 1 de 2 

	Laboratorio acreditado por el IDEAM, según Resolución N° 1379 de 2011, para los parámetros: Hierec agua: Titolométricos, pesados organoclorados, pesados organofosforados, bifenilos policlorados (PCB). Hierec aceite de transformador: Bifenilos policlorados (PCB)		Sustancias, materiales, elementos o productos químicos: Hierec agua potable: Agua potable (inorgánicos y 0 consumo): Agua potable (organoclorados y 0 consumo): Agua potable (organofosforados y 0 consumo): Agua potable (inorgánicos y 0 consumo): Hierec agua potable: Hierec y aceites vegetales, y animales	Bifenilos policlorados (PCB) por GC/ECD Hidrocarburos por GC-ECD Hidrocarburos organoclorados por GC-ECD Hidrocarburos organofosforados por GC-ECD/MS Bifenilos policlorados (PCB) por GC-ECD Composición por GC-MS Hidrocarburos de 6000 g/mol
---	---	---	---	---

DETERMINACIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCB) EN ACEITES DIELECTRICOS, POR CROMATOGRAFÍA DE GASES CON DETECTOR DE CAPTURA DE ELECTRONES (GC/ECD)

1. DATOS GENERALES

ENTIDAD SOLICITANTE: _____

CÓDIGO DE LA(S) MUESTRA(S): Véase **Tabla 1**. _____

DESCRIPCIÓN DE LA(S) MUESTRA(S): Véase **Tabla 1**. _____

FECHA DE RECEPCIÓN DE LA(S) MUESTRA(S): 2015-06-01

ANÁLISIS SOLICITADO: Determinación de bifenilos policlorados (PCB) en aceites dieléctricos, por cromatografía de gases con detector de captura de electrones (GC/ECD)

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS: 2015-06-02

2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

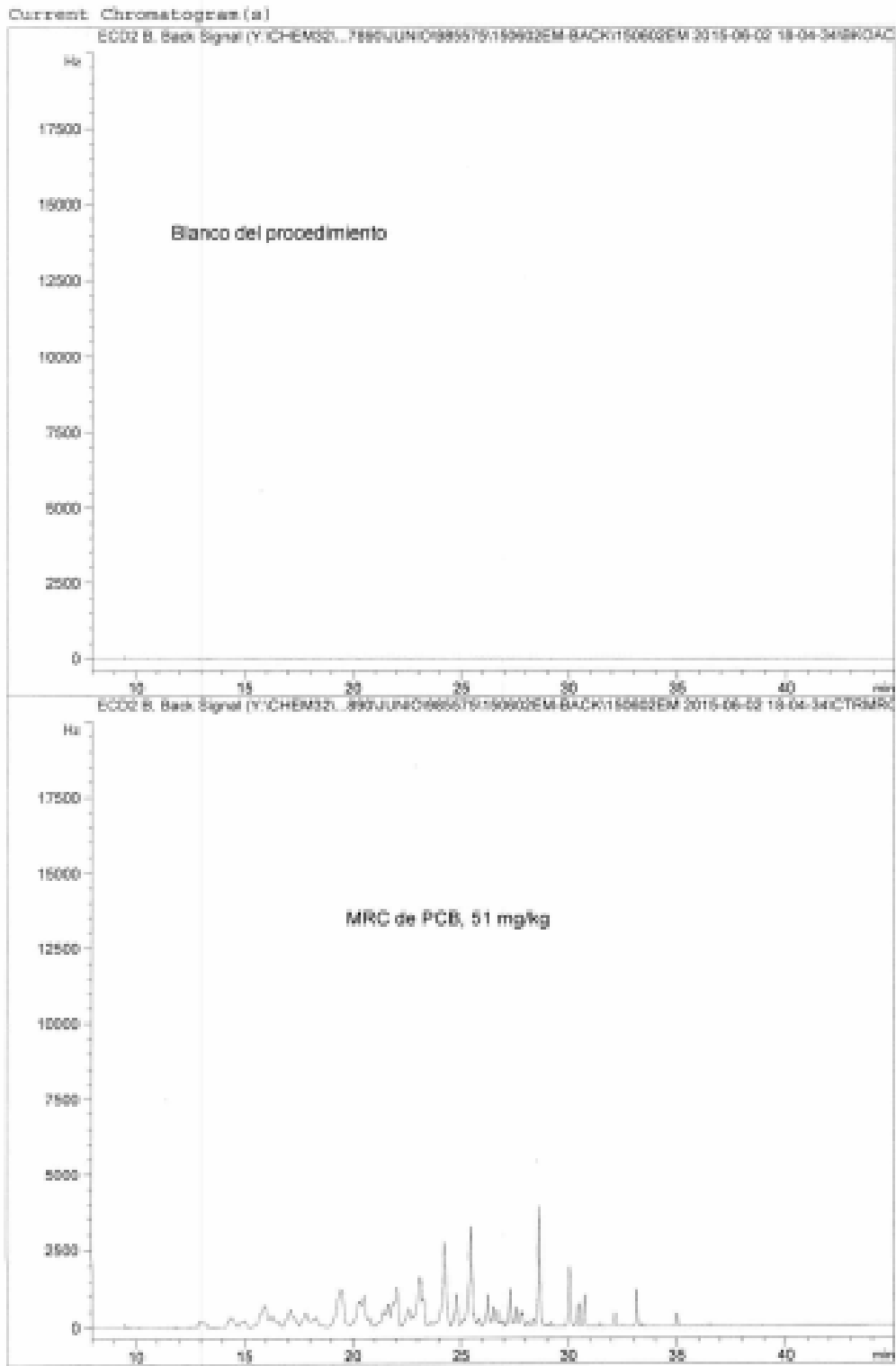
El análisis de la(s) muestra(s) se desarrolló según la norma para la determinación de bifenilos policlorados (PCB) en aceites dieléctricos ASTM D-4059-00 (Reaprobada 2010), empleando como material de referencia las mezclas certificadas de Arocloros 1016, 1221, 1232, 1242, 1248, 1254 y 1260 en *n*-hexano (*AccuStandard Inc.*, 125 Market Street, New Haven, CT 06513, EE.UU.). El análisis cromatográfico se realizó en un cromatógrafo de gases (GC) AT 7890A (*Agilent Technologies*, Palo Alto, California, EE.UU.), dotado con un detector de microcaptura de electrones (μ -ECD-Back). La columna empleada en el análisis fue DB-5 (*J & W Scientific*, Folsom, CA, EE.UU.) [5%-fenil-poli(metilsiloxano), 30 m x 0.25 mm x 0.25 μ m]. La inyección se realizó en modo *splitless* ($V_{inj} = 2 \mu$ L).

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE LOS DATOS REPORTADOS EN ESTE INFORME DE ANÁLISIS
 LOS DATOS REPORTADOS EN ESTE INFORME DE ANÁLISIS SON VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA RECIBIDA.

Carrera 27 - Calle 9, Ciudad Universitaria, Edificio 45, Bloque A Entrada 2A, Piso 2. Teléfono: +7 634 4000 Ext. 1140.
 Línea directa +7 645 6727. Fax +7 6358216. Celular (315) 879 3465. Bucaramanga, Colombia.
 e-mail: elem@uis.edu.co <http://uis.edu.co>

ANEXO

Cromatogramas de los extractos analizados por GC/ECD de la(s) muestra(s)
de aceite dieléctrico.



	LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA DE MASAS UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	CÓDIGO: 98575-02-AH VERSIÓN: 01
	INFORME DE RESULTADOS	Página: de 2 
	Laboratorio acreditado por el IDEAM, según Resolución N° 0379 de 2011, para los parámetros: Metales pesados: Trihalometanos, pesticidas organoclorados, pesticidas organofosforados, bifenilos policlorados (PCB). Metales pesados transformados: bifenilos policlorados (PCB)*	
Solicitud, número, elemento a analizar y cantidad Tipo de muestra Agente químico (elemento a analizar) Agente químico (elemento a analizar) Agente químico (elemento a analizar) Agente químico (elemento a analizar) Análisis solicitado Estado y fecha de recepción a control		Fecha Método utilizado (NEN) por GC-ECD Referencia por NEN Método utilizado por GC-ECD Método utilizado por GC-ECD Método utilizado (PCB) por GC-ECD Comprobación por NEN Procedimiento de control interno

DETERMINACIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCB) EN ACEITES DIELECTRICOS, POR CROMATOGRAFÍA DE GASES CON DETECTOR DE CAPTURA DE ELECTRONES (GC/ECD)

1. DATOS GENERALES

ENTIDAD SOLICITANTE: _____

CÓDIGO DE LA(S) MUESTRA(S): Véase Tabla 1.

DESCRIPCIÓN DE LA(S) MUESTRA(S): Véase Tabla 1.

FECHA DE RECEPCIÓN DE LA(S) MUESTRA(S): 2015-06-01

ANÁLISIS SOLICITADO: Determinación de bifenilos policlorados (PCB) en aceites dieléctricos, por cromatografía de gases con detector de captura de electrones (GC/ECD)

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS: 2015-06-02

2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

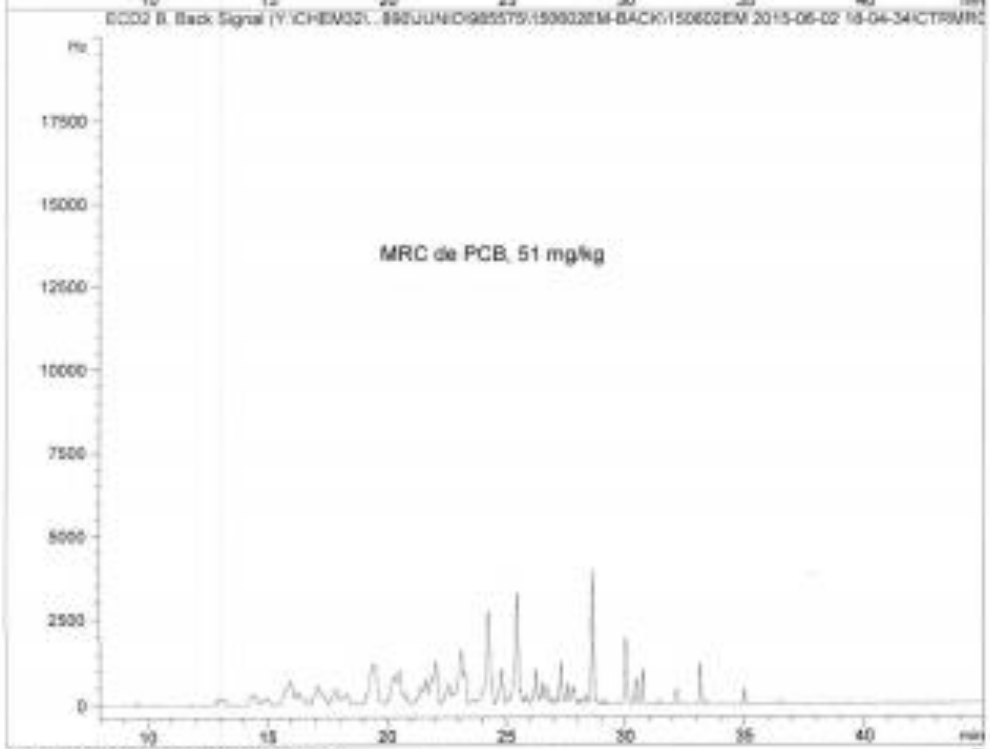
El análisis de la(s) muestra(s) se desarrolló según la norma para la determinación de bifenilos policlorados (PCB) en aceites dieléctricos ASTM D-4059-00 (Reaprobada 2010), empleando como material de referencia las mezclas certificadas de Arocloros 1016, 1221, 1232, 1242, 1248, 1254 y 1260 en *n*-hexano (*AccuStandard Inc.*, 125 Market Street, New Haven, CT 06513, EE.UU.). El análisis cromatográfico se realizó en un cromatógrafo de gases (GC) AT 7890A (*Agilent Technologies*, Palo Alto, California, EE.UU.), dotado con un detector de microcaptura de electrones (μ -ECD-*Back*). La columna empleada en el análisis fue DB-5 (*J & W Scientific*, Folsom, CA, EE.UU.) [5%-fenil-poli(metilsiloxano), 30 m x 0.25 mm x 0.25 μ m]. La inyección se realizó en modo *splitless* ($V_{inj} = 2 \mu$ L).

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE LOS DATOS REPORTADOS EN ESTE INFORME DE ANÁLISIS
 LOS DATOS REPORTADOS EN ESTE INFORME DE ANÁLISIS SON VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA RECIBIDA.

Carrera 27 - Calle 9, Ciudad Universitaria, Edificio 45, Bloque A Entrada 2A, Piso 2, Teléfono: +1 554 4090 Ext. 1140
 Línea directa: +1 543 6737, Fax: +1 8558210, Celular (315) 879 9865, Bucaramanga, Colombia.
 e-mail: cbcas@ucsbu.edu.co, cbcs@ucsbu.edu.co

ANEXO

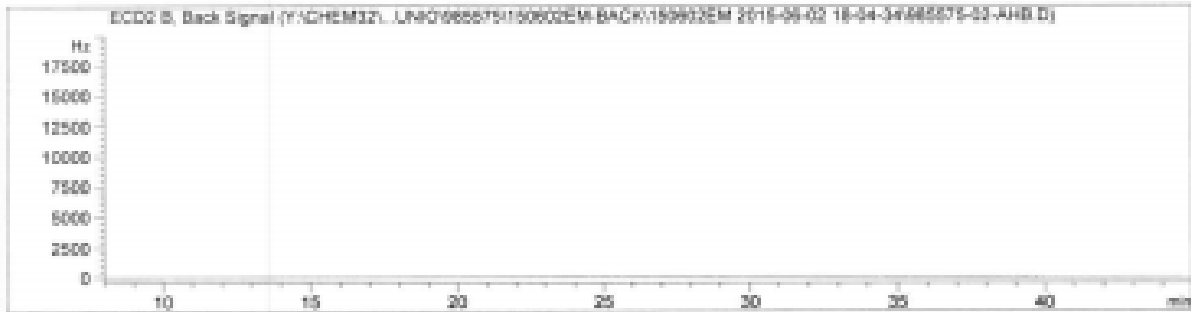
Cromatogramas de los extractos analizados por GC/ECD de la(s) muestra(s)
de aceite dieléctrico.



Data File Y:\CHEM32\...O\985575\150602EM-BACK\150602EM 2015-06-02 18-04-14\985575-02-AHB.D
Sample Name: 985575-02-AH

```
=====
Acq. Operator   : Elena Stashenko-UIS           Seq. Line :    1
Acq. Instrument : Agilent 7890A GC-09          Location  : Vial 93
Injection Date  : 6/4/2015 10:41:01 AM        Inj       :    1
                                                Inj Volume: 2 µl

Acq. Method     : C:\CHEM32\1\DATA\150602EM\150602EM 2015-06-04 08-12-11\PCB.M
Last changed    : 12/14/2013 5:05:53 PM
Analysis Method : Y:\CHEM32\1\METHODS\METHODS-2015\PCBACETES\ECD-7890\PCBCALFERRERO 16
                : 2015 BACK.M
Last changed    : 3/19/2015 5:07:32 PM
Method Info     : Método PCB
=====
```



```
=====
                          Area Percent Report
=====
```

```
Sorted By           :      Signal
Multiplier:         :      1.0000
Dilution:           :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
```

No peaks found

```
=====
*** End of Report ***
=====
```

	LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA DE MASAS UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	CÓDIGO: 985575-03-03-AM VERSIÓN: 01
	INFORME DE RESULTADOS	Página 1 de 2 

	Laboratorio acreditado por el IDEAM, según Resolución 107 2379 de 2011, para las categorías: Metro: Agua: Hidrocarburos, pesticidas organoclorados, pesticidas organofosforados, Bifenilos policlorados (PCB). Metro: aceite de transformador: Bifenilos policlorados (PCB).		Sustancias, metales, elementos y productos químicos. Sólidos: Sulfuros Agua potable: contaminantes y de consumo. Agua potable: contaminantes y de consumo. Agua potable: contaminantes y de consumo. Agua potable: contaminantes y de consumo. Agua: contaminantes. Alimentos y bebidas: contaminantes y pesticidas.	Métodos: polímeros (PM) por GC/MS. Instrumentación: GC/MS. Métodos: organoclorados por GC/MS/MS. Métodos: organofosforados por GC/MS/MS. Métodos: polímeros (PM) por GC/MS. Instrumentación: GC/MS. Instrumentación: GC/MS.
---	--	---	---	---

DETERMINACIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCB) EN ACEITES DIELECTRICOS, POR CROMATOGRAFÍA DE GASES CON DETECTOR DE CAPTURA DE ELECTRONES (GC/ECD)

1. DATOS GENERALES

ENTIDAD SOLICITANTE: _____

CÓDIGO DE LA(S) MUESTRA(S): Véase **Tabla 1**.

DESCRIPCIÓN DE LA(S) MUESTRA(S): Véase **Tabla 1**.

FECHA DE RECEPCIÓN DE LA(S) MUESTRA(S): 2015-06-01

ANÁLISIS SOLICITADO: Determinación de bifenilos policlorados (PCB) en aceites dieléctricos, por cromatografía de gases con detector de captura de electrones (GC/ECD)

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS: 2015-06-02

2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

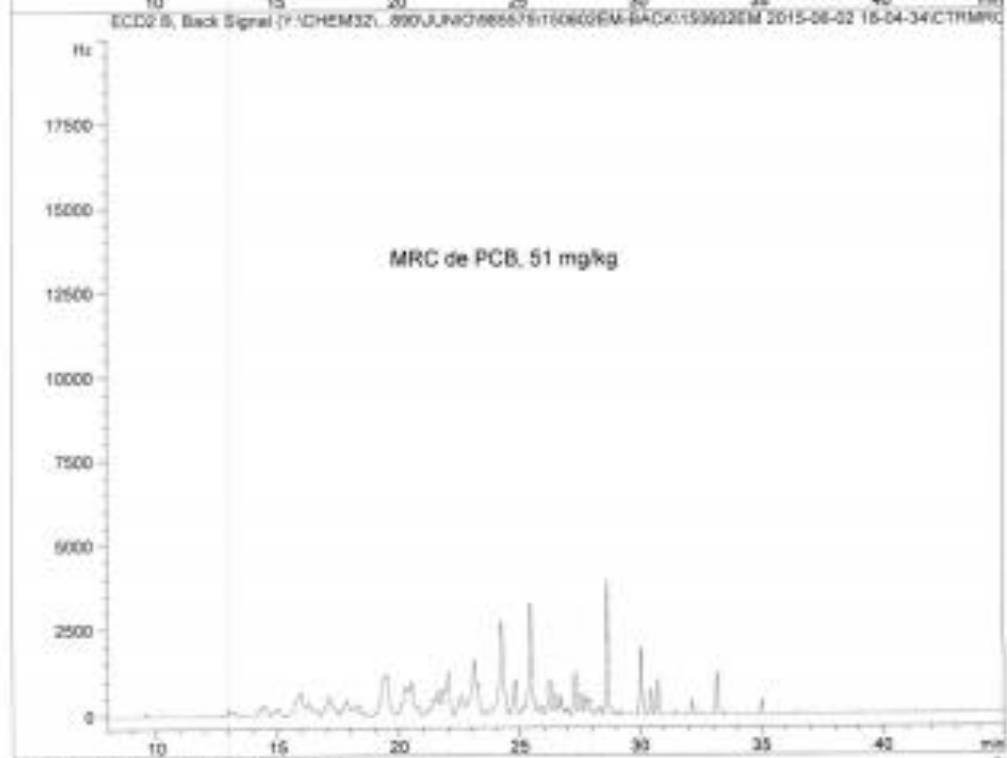
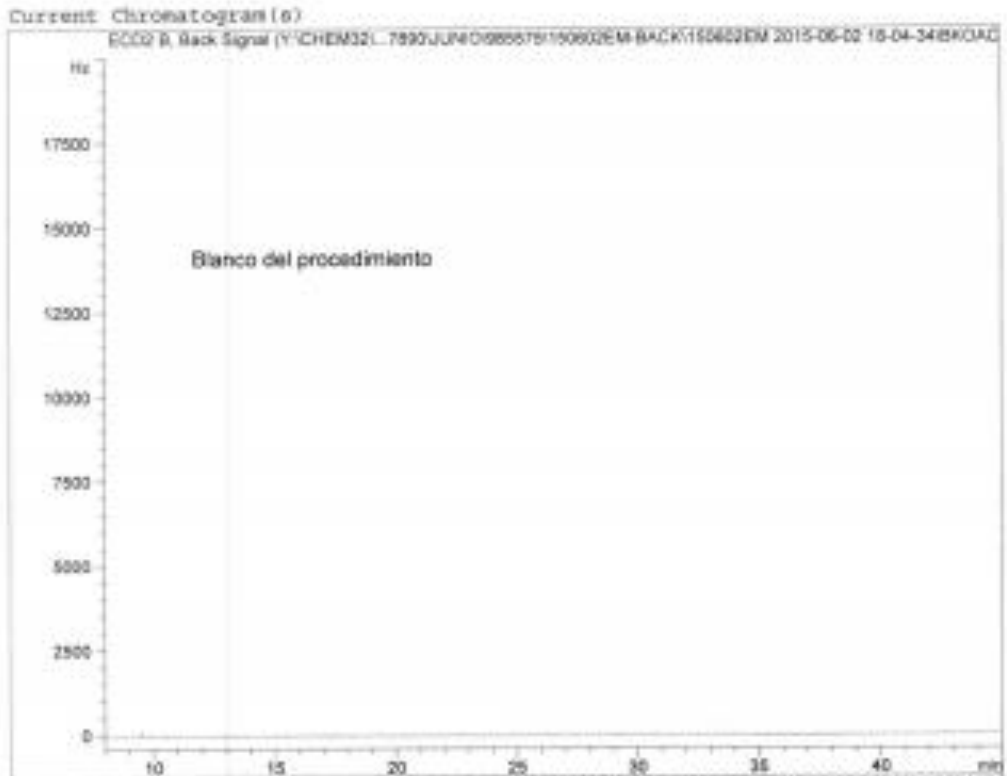
El análisis de la(s) muestra(s) se desarrolló según la norma para la determinación de bifenilos policlorados (PCB) en aceites dieléctricos ASTM D-4059-00 (Reaprobada 2010), empleando como material de referencia las mezclas certificadas de Arocloros 1016, 1221, 1232, 1242, 1248, 1254 y 1260 en *n*-hexano (*AccuStandard Inc.*, 125 Market Street, New Haven, CT 06513, EE.UU.). El análisis cromatográfico se realizó en un cromatógrafo de gases (GC) AT 7890A (*Agilent Technologies*, Palo Alto, California, EE.UU.), dotado con un detector de microcaptura de electrones (μ -ECD-Back). La columna empleada en el análisis fue DB-5 (*J & W Scientific*, Folsom, CA, EE.UU.) [5%-fenil-poli(metilsiloxano), 30 m x 0.25 mm x 0.25 μ m]. La inyección se realizó en modo *splitless* ($V_{inj} = 2 \mu$ L).

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE LOS DATOS REPORTADOS EN ESTE INFORME DE ANÁLISIS
 LOS DATOS REPORTADOS EN ESTE INFORME DE ANÁLISIS SON VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA RECIBIDA.

Carrera 27 - Calle 9, Ciudad Universitaria, Edificio 45, Bloque A, Entrada 3A, Piso 2. Teléfono: +57 034 4080 Ext. 1142.
 Línea directa: +57 945 6737. Fax: +57 8356210. Celular: (315) 679 5895. Bucaramanga, Colombia.
 e-mail: clm@ciqaen.unisul.edu.co, 180e@ciqaen.unisul.edu.co

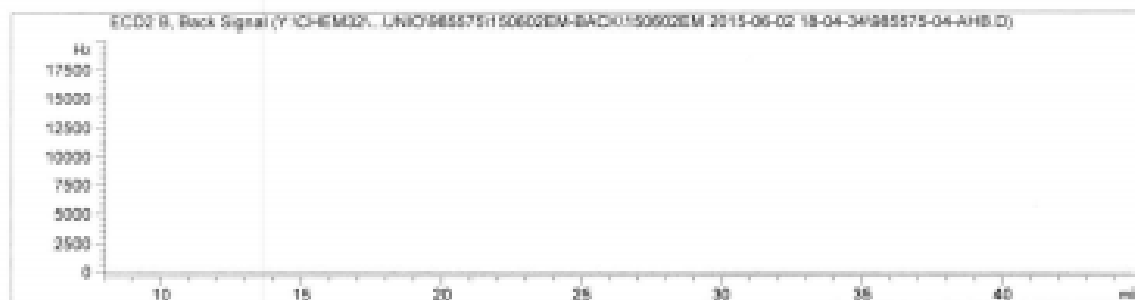
ANEXO

Cromatogramas de los extractos analizados por GC/ECD de la(s) muestra(s)
de aceite dieléctrico.



Data File Y:\CHEM32\...O\985575\150602EM-BACK\150602EM 2015-06-02 18-04-34\985575-04-AHB.D
Sample Name: 985575-04-AH

```
*****  
Acq. Operator   : Elena Stashenko-UIS           Seq. Line :    5  
Acq. Instrument : Agilent 7890A GC-09          Location  : Vial 95  
Injection Date  : 6/4/2015 12:44:58 PM         Inj       :    1  
                                           Inj Volume: 2 µl  
Acq. Method     : C:\CHEM32\1\DATA\150602EM\150602EM 2015-06-04 08-32-33\PCB.M  
Last changed    : 12/14/2013 5:05:53 PM  
Analysis Method : Y:\CHEM32\1\METHODS\METHODS-2015\PCBACBITES\ECD-7890\PCBCALFERRERO 16  
                : 2015 BACK.M  
Last changed    : 3/10/2015 5:07:32 PM  
Method Info     : Método PCB
```



Area Percent Report

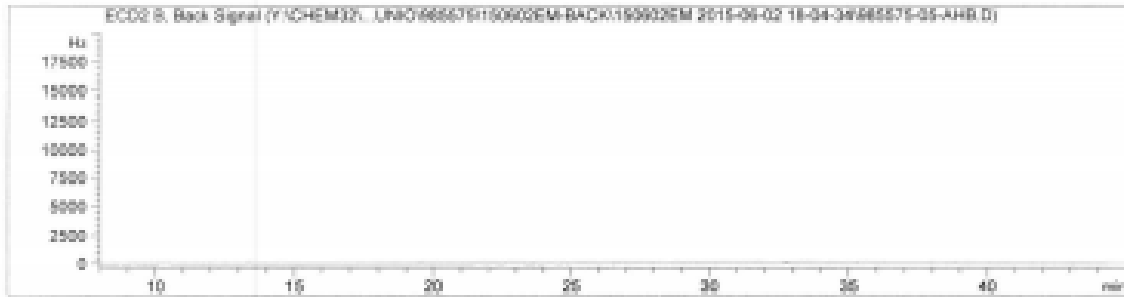
Sorted By : Signal
Multiplier: : 1.0000
Dilution: : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

No peaks found

*** End of Report ***

Data File Y:\CHEM12\...\O\985575\150602EM-BACK\150602EM 2015-06-02 18-04-34\985575-05-AHB.D
Sample Name: 985575-05-AH

=====
Acq. Operator : Elena Stashenko-DIS Seq. Line : 2
Acq. Instrument : Agilent 7890A GC-09 Location : Vial 96
Injection Date : 6/4/2015 3:37:12 PM Inj : 1
 Inj Volume: 2 µl
Acq. Method : C:\CHEM12\1\DATA\150602EM\150602EM 2015-06-04 14-31-03\PCB.M
Last changed : 12/14/2013 5:05:53 PM
Analysis Method : Y:\CHEM12\1\METHODS\METHODS-2015\PCBACESITES\ECD-7890\PCBCALPEBBERO 14
 2015 BACK.M
Last changed : 3/10/2015 5:07:32 PM
Method Info : Método PCB



=====
Area Percent Report
=====

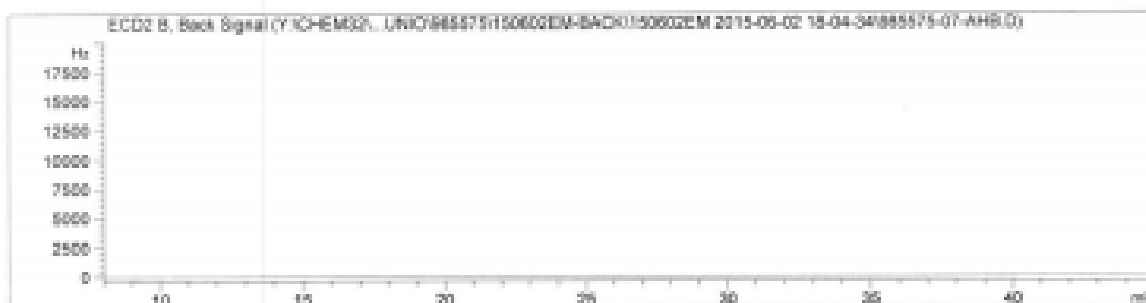
Sorted By : Signal
Multiplier: : 1.0000
Dilution: : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

No peaks found

=====
*** End of Report ***

Data File Y:\CHEM32\...O\985575\150602EM-BACK\150602EM 2015-06-02 18-04-34\985575-07-AH.D
Sample Name: 985575-07-AH

```
=====
Acq. Operator   : Elena Stashenko-UIS                      Seq. Line :    4
Acq. Instrument : Agilent 7890A GC-09                      Location  : Vial 99
Injection Date  : 6/4/2015 5:41:08 PM                    Inj       :    1
                                                    Inj Volume: 2 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\1\DATA\150602EM\150602EM 2015-06-04 14-33-03\PCB.M
Last changed    : 12/14/2013 5:05:53 PM
Analysis Method : Y:\CHEM32\1\METHODS\METHODS-2015\PCBACTES\ECD-7890\PCBCALFEBRERO 16
                : 2015 BACK.M
Last changed    : 3/10/2015 5:07:32 PM
Method Info     : Método PCB
=====
```



```
=====
                          Area Percent Report
=====
```

```
Sorted By           :      Signal
Multiplier:         :      1.0000
Dilution:           :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
```

No peaks found

```
=====
*** End of Report ***
=====
```

	LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA DE MASAS UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	CÓDIGO: 985575-08-AH VERSIÓN: 01
	INFORME DE RESULTADOS	Página: 01 
	Laboratorio acreditado por el IDEAM, según Resolución 171 1379 de 2011, para los parámetros: Plomo; agua Trihalometanos, pesticidas organoclorados, pesticidas organofosforados, bifenilos policlorados (PCB). Matriz aceite de transesterado / Bifenilos policlorados (PCB)	

DETERMINACIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCB) EN ACEITES DIELECTRICOS, POR CROMATOGRAFÍA DE GASES CON DETECTOR DE CAPTURA DE ELECTRONES (GC/ECD)

1. DATOS GENERALES

ENTIDAD SOLICITANTE: _____

CÓDIGO DE LA(S) MUESTRA(S): Véase **Tabla 1**.

DESCRIPCIÓN DE LA(S) MUESTRA(S): Véase **Tabla 1**.

FECHA DE RECEPCIÓN DE LA(S) MUESTRA(S): 2015-06-01

ANÁLISIS SOLICITADO: Determinación de bifenilos policlorados (PCB) en aceites dieléctricos, por cromatografía de gases con detector de captura de electrones (GC/ECD)

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS: 2015-06-02

2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

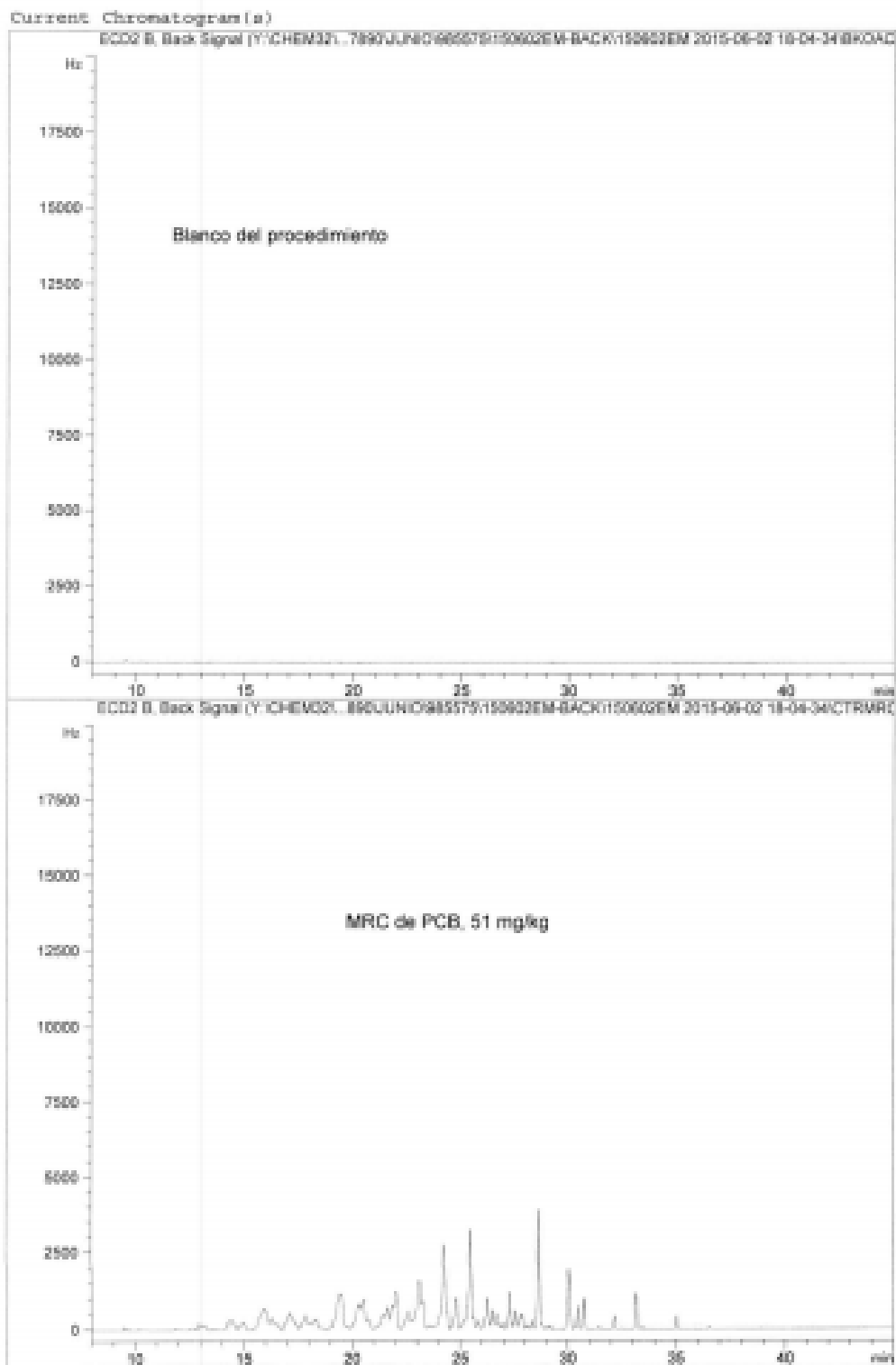
El análisis de la(s) muestra(s) se desarrolló según la norma para la determinación de bifenilos policlorados (PCB) en aceites dieléctricos ASTM D-4059-00 (Reaprobada 2010), empleando como material de referencia las mezclas certificadas de Arocloros 1016, 1221, 1232, 1242, 1248, 1254 y 1260 en *n*-hexano (*AccuStandard Inc.*, 125 Market Street, New Haven, CT 06513, EE.UU.). El análisis cromatográfico se realizó en un cromatógrafo de gases (GC) AT 7890A (*Agilent Technologies*, Palo Alto, California, EE.UU.), dotado con un detector de microcaptura de electrones (μ -ECD-Back). La columna empleada en el análisis fue DB-5 (*J & W Scientific*, Folsom, CA, EE.UU.) [5%-fenil-poli(metilsiloxano), 30 m x 0.25 mm x 0.25 μ m]. La inyección se realizó en modo *splitless* ($V_{inj} = 2 \mu$ L).

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE LOS DATOS REPORTADOS EN ESTE INFORME DE ANÁLISIS
 LOS DATOS REPORTADOS EN ESTE INFORME DE ANÁLISIS SON VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA RECIBIDA.

Carretera 27 - Calle 9, Ciudad Universitaria, Edificio 45, Bloque A Entrada 2A, Piso 2, Teléfono: +7 834 4590 Ext. 1140.
 Línea directa: +7 845 6737. Fax: +7 8350210. Celular (315) 870 3899. Bucaramanga, Colombia.
 e-mail: cliente@ciqa.uis.edu.co ciqa@ciqa.uis.edu.co

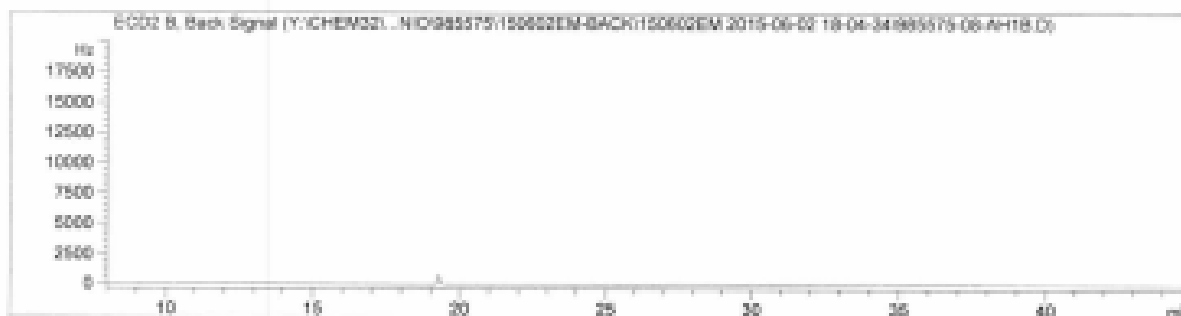
ANEXO

Cromatogramas de los extractos analizados por GC/ECD de la(s) muestra(s)
de aceite dieléctrico.



Data File Y:\CHEM13\...\985575\150602EM-BACK\150602EM 2015-06-02 18-04-34\985575-08-AH1B.D
Sample Name: 985575-08-AH1

```
=====
Acq. Operator   : Elena Stashenko-UI8           Seq. Line :    5
Acq. Instrument : Agilent 7890A GC-09           Location  : Vial 99
Injection Date  : 6/4/2015 6:43:08 PM           Inj       :    1
                                                Inj Volume: 2 µl
Acq. Method     : C:\CHEM13\1\DATA\150602EM\150602EM 2015-06-04 14-11-03\PCB.M
Last changed    : 12/14/2013 5:05:53 PM
Analysis Method : Y:\CHEM13\1\METHODS\METHODS-2015\PCBACETES\ECD-7890\PCBCALPHEBERO 16
                : 2015 BACK.M
Last changed    : 3/10/2015 5:07:32 PM
Method Info     : Méthode PCB
=====
```



```
=====
                          Area Percent Report
=====
```

```
Sorted By      :      Signal
Multiplier:    :      1.0000
Dilution:      :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
```

No peaks found

```
=====
*** End of Report ***
=====
```

Dartek S.A.S

MANTENIMIENTO, MONTAJES Y SOLUCIONES EN INGENIERIA ELECTRICA
RUT: 900770425-4.
PROTOCOLO 2014-007

Medellin

Señores:
Ingeniero:
Guarne,

Asunto: **Resultado de análisis cromatografico de PCB's.**

El análisis de las muestras se realizado según la norma técnica para la determinación de bifenilos policlorados PCB'S en aceites dieléctricos ASTM D-4059-00 (2010)

N.MUESTRA	SUBESTACION	POTENCIA	SERIE	TENSIONES	AÑO	MARCA	RESULTADO
1	PRINCIPAL	225 KVA	100140	13200/225 V	1989	SIEMENS	$< 7 \pm 0.1$

Un aceite dieléctrico se tipifica como contaminado con PCB'S cuando los niveles de concentración son mayores o iguales a 50 ppm (partes por millón).

Después de haber analizado la muestra se detecta que la concentración de la muestra se encuentra por debajo del límite permisible y se considera como muestra **NO CONTAMINADA.**

La incertidumbre expandida reportada para las muestras se declara como incertidumbre estándar de la medición multiplicada por el factor de cobertura $K=2$ que para una distribución normal representa un nivel de confianza de 95%.

Se adjunta informe original de cromatogramas.

Cordialmente,

DARTEK S.A.S.
JEFE TECNICO.

Dartek S.A.S

MANTENIMIENTO, MONTAJES Y SOLUCIONES EN INGENIERIA ELECTRICA

RUT: 900770425-4.

PROTOCOLO 2014-007

Medellin

Señores:
Ingeniero:
Medellin.

Asunto: **Resultado de análisis cromatografico de PCB's.**

El análisis de las muestras se realizado según la norma técnica para la determinación de bifenilos policlorados PCB'S en aceites dieléctricos ASTM D-4059-00 (2010)

N.MUESTRA	SUBESTACION	POTENCIA	SERIE	TENSIONES	AÑO	MARCA	RESULTADO
1	PRINCIPAL	250 KVA	742453	13200/220 V	1991	FBM	< 2 ± 0.1

Un aceite dieléctrico se tipifica como contaminado con PCB'S cuando los niveles de concentración son mayores o iguales a 50 ppm (partes por millón).

Después de haber analizado la muestra se detecta que la concentración de la muestra se encuentra por debajo del límite permisible y se considera como muestra **NO CONTAMINADA.**

La incertidumbre expandida reportada para las muestras se declara como incertidumbre estándar de la medición multiplicada por el factor de cobertura K=2 que para una distribución normal representa un nivel de confianza de 95%.

Se adjunta informe original de cromatogramas.

Cordialmente,

DARTEK S.A.S.
JEFE TECNICO.

Dartek S.A.S

MANTENIMIENTO, MONTAJES Y SOLUCIONES EN INGENIERIA ELECTRICA

RUT: 900770425-4.

PROTOCOLO

Medellin

Señores:
Ingeniero:
Medellin.

Asunto: **Resultado de análisis cromatografico de PCB's.**

El análisis de las muestras se realizado según la norma técnica para la determinación de bifenilos policlorados PCB'S en aceites dieléctricos ASTM D-4059-00 (2010)

N.MUESTRA	SUBESTACION	POTENCIA	SERIE	TENSIONES	AÑO	MARCA	RESULTADO
1	PLANTA	250 KVA	SN2752	13200/225 V	2005	RYMEL	< 2 ± 0.1

Un aceite dieléctrico se tipifica como contaminado con PCB'S cuando los niveles de concentración son mayores o iguales a 50 ppm (partes por millón).

Después de haber analizado la muestra se detecta que la concentración de la muestra se encuentra por debajo del límite permisible y se considera como muestra **NO CONTAMINADA.**

La incertidumbre expandida reportada para las muestras se declara como incertidumbre estándar de la medición multiplicada por el factor de cobertura K=2 que para una distribución normal representa un nivel de confianza de 95%.

Se adjunta informe original de cromatogramas.

Cordialmente,

DARTEK S.A.S.
JEFE TECNICO.



MUESTRAS PCB'S

TIPO: TRANSFORMADOR	FABRICANTE: RYMEL
PAIS FRACACION: COLOMBIA	FABRICACION: 2007
TENSIONES: 13200/220 V	SERIE: LM 1504
POTENCIA: 400 KVA	UBICACIÓN: PLANTA
PESO: Kg 1700	VOL ACEITE: 380 L
CONCENTRACION PPM PCB'S: <2 ± 0,1	METODO: ASTM D – 4059 - 00 (2010)

LIBRE PCB'S

GRUPO 4

ETIQUETADO DE EQUIPOS