

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Implementación de un sistema de gestión ambiental para los
fluidos dieléctricos (aceites), usados en transformadores y
condensadores de la empresa minera NEXA Atacocha**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor: Bach. Silvia Diana CAPCHA CORDOVA

Asesor: Mg. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS

Cerro de Pasco – Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

Implementación de un sistema de gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites), usados en transformadores y condensadores de la empresa minera NEXA Atacocha

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN
PRESIDENTE

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA
MIEMBRO

Ing. Anderson MARCELO MANRIQUE
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios, por darme vida, salud y sabiduría e ilumino mi camino.

A mi familia que son mi motor y motivo para seguir adelante, mis padres, por ser lo más importante en mi vida y formar parte de cada logro realizado.

RECONOCIMIENTO

A mi asesor Mg. David Johnny Cuyubamba Zevallos, por el aporte y las sugerencias brindadas en el desarrollo del presente trabajo de Investigación.

A mis jurados a los Mgs: Julio Antonio Asto Liñan, Josué Herminio Diaz Lazo y Luis Alberto Pacheco Peña, por las apreciaciones, recomendaciones y correcciones realizadas al trabajo de investigación. A mis profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental quienes me guiaron en mi formación profesional.

RESUMEN

La investigación tubo como motivación el sistema de gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceite), en transformadores y condensadores.

Nos enfocamos en implementar los procedimientos de la gestión ambiental obteniendo beneficios técnicos, ambientales y económicamente factible.

Conociendo e identificando los LMP de los PCBs en los aceites usados, antes y después del tratamiento de la declorinación. Para conocer y evaluar en cada punto (ubicación) de las muestras los que superan los 50 ppm.

Los instrumentos ejecutados fueron en la relación del sistema de gestión ambiental para los PCBs, dando una valoración de los LMP, con los kits de detectores de PCB Clor-N-Oil 50, obteniendo un descarte para realizar el tratamiento de los que superaron los LMP. Siendo una investigación no experimental, describiendo la gestión ambiental del os fluidos dieléctricos (aceites) usados. Se menciona de las 42 muestras extraídos de las válvulas de los transformadores, se obtuvo 13 muestras con resultados positivos, se procedió a realizar el análisis por cromatografía de gases, obteniendo solo 9 muestras superiores a mayor de 50 ppm. Pasando estos 9 transformadores por el tratamiento de declorinación que dura aproximadamente por 30 días, tratando un total de 16250 litros de aceite, Luego de su tratamiento se enviaron al laboratorio de DIGESA, para determinar el tratamiento, resultandos menores a 8.9 ppm de PCBs entre los transformadores y condensadores.

Palabras claves: Fluidos Dieléctricos, Sistema de Gestión Ambiental, Tratamiento de la Declorinación.

ABSTRACT

The research tube motivates the environmental management system for dielectric fluids (oil), in transformers and capacitors.

We focus on implementing environmental management procedures obtaining technical, environmental and economically feasible benefits.

Knowing and identifying the LMP of the PCBs in the used oils, before and after the dechlorination treatment. To know and evaluate at each point (location) of the samples those that exceed 50 ppm.

The instruments executed were in the relation of the environmental management system for the PCBs, giving an assessment of the LMP, with the Clor-N-Oil 50 PCB detector kits, obtaining a discard to perform the treatment of those that exceeded the LMP. Being a non-experimental investigation, describing the environmental management of used dielectric fluids (oils). The 42 samples extracted from the transformer valves were mentioned, 13 samples were obtained with positive results, the analysis was carried out by gas chromatography, obtaining only 9 samples greater than 50 ppm. Passing these 9 transformers for the dechlorination treatment that lasts approximately for 30 days, treating a total of 16250 liters of oil, then for its treatment will be sent to the DIGESA laboratory, to determine the treatment, resulting in less than 8.9 ppm of PCBs between transformers and capacitors.

Keywords: Dielectric Fluids, Environmental Management System, Dechlorination Treatment.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación desarrollada en la empresa minería NEXA Atacocha, enfocada a la extracción de minerales, durante sus actividades requiere de grandes cantidades de energía, de lo cual, es necesario el uso de transformadores y condensadores para la regularización de energía para los determinados procesos.

En la actividad minera y eléctrica producen residuos peligrosos, las que muchas veces producen problemas ambientales, de ellos uno de los principales a estudiar es la PCBs causante de daños ambientales y salud de las personas.

El problema es la investigación radica en las disposiciones de los aceites usados con presencia de bifenilo policlorados (PCBs), cuya solución es de implementar un sistema de gestión para estos aceites usados, describiéndole en los capítulos siguientes:

CAPÍTULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, cuyo enfoque se centra en la realidad de los PCBs de la empresa minería NEXA Atacocha. que seguidamente se formulan los problemas de la investigación, determinado, los objetivos de la investigación, justificamos los criterios de la investigación.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO, comprende las partes realizadas en los fundamentos técnicos y ciencias de estudiar de los PCBs enfocándonos en explicar los riesgos ambientales, sanitarios y contaminación al medio ambiente.

CAPÍTULO III LA METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN, referido en la investigación Estratégico involucrado en una investigación descriptiva.

La población y muestra, es referido de los transformadores y condensadores ubicados en la unidad minera de Nexa Atacocha. Describiendo estos valores con las Técnicas, su recolección de datos, se desempeñó en la obtención de información a través de la revisión bibliográfica, encuesta y observación directa.

Realizando el tratamiento respectivo en la tabulación numérica, procesamiento y análisis de estos datos, nos permite obtener datos importantes para la investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN, se muestra la descripción ejecutado en el campo aplicando, alcanzando los objetivos a estudiar, así mismo se hace representaciones y seguimiento para poder validar nuestra hipótesis, dando como finalización los resultados.

ÍNDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	3
1.3. Formulación del problema	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas específicos	4
1.4. Formulación de objetivos	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Justificación de la investigación	5
1.6. Limitaciones de la investigación	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de estudio.....	7
2.2. Bases teóricas-científicas	13
2.3. Definición de términos básicos	23
2.4. Formulación de la hipótesis.....	28
2.4.1. Hipótesis general.....	28
2.4.2. Hipótesis específicas	28
2.5. Identificación de variables	28
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	29
CAPITULO III. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.1. Tipo de investigación.....	30
3.2. Método de investigación	31

3.3. Diseño de la investigación	31
3.4. Población y muestra	34
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	36
3.7. Tratamiento estadístico	36
3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	37
3.9. Orientación ética	37
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1. Descripción del trabajo de campo	38
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	64
4.3. Prueba de hipótesis	67
4.4. Discusión de resultados	68

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

CAPÍTULO I.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En las últimas décadas hemos visto un auge del desarrollo económico producto de la actividad minera, energético, industrial y comercial, en nuestra región, país y en el mundo, un crecimiento demográfico acelerado. Como consecuencia del mismo, existe un aumento considerable de la demanda de materia prima, productos y energía, los cuales, en la mayoría de los casos, son generadores de residuos, tales como los fluidos eléctricos (aceites usados), los que al no ser manejados adecuadamente pueden convertirse en fuentes de contaminación a la persona y al ambiente.

Esto se acentúa debido al desconocimiento y/o poca información a los trabajadores de las empresa minera Nexa Atacocha, frente a la importancia

de la implementación de una gestión ambiental del manejo de los fluidos dieléctricos (aceites usados) el cual tiene dentro de su composición bifenilos policlorados (PCBS) que son compuestos químicos altamente tóxicos que puede poner en riesgo la salud del trabajador y es fundamental la implementación de la normativa técnica sobre este residuo industrial y buscar alternativas para su correcto tratamiento.

La mala disposición de los aceites usados con la presencia de bifenilos policlorados (PCBS) ocasiona, entre otros problemas, los siguientes:

- La contaminación del suelo por derrames y disposición inadecuada de aceites usados. El suelo fértil se pierde definitiva e irreversiblemente.
- La contaminación del agua superficial y subterránea por la presencia de aceites usados. Presencia de metales pesados y químicos tóxicos.
- La contaminación del aire por la quema de aceites usados como combustible sin la tecnología ambiental necesaria para su tratamiento (ladrilleras, fundiciones, saunas, etc.).
- El deterioro de tuberías y alcantarillado por la presencia excesiva de aceites usados. Estos aceites generan atoro o aniego de las tuberías por la solidificación de las grasas, especialmente en pendientes planas.
- El incremento de los costos de operación y mantenimiento de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Por toda la problemática anteriormente expuesta, fue necesario desarrollar un proyecto basado en la gestión ambiental de aceites usados con la presencia de bifenilos policlorados (PCBS) en la empresa minera Nexa Atacocha. para garantizar el desempeño ambiental en el acopio, almacenamiento, transporte y en su posterior tratamiento en la planta de aceites usados.

1.2. Delimitación de la investigación.

Al determinar los resultados de los estudios de la implementación de una gestión ambiental de los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha., son necesarios e imprescindibles realizar estudios con la finalidad de evitar que nuestros recursos naturales no se vean afectados producto del vertimiento de estos aceites al ambiente, por contener compuestos muy peligrosos del grupo de COPs que contiene como: aldrina, endrina, toxafeno, clordano, dieldrina, heptacloro, mirex, DDT, y los productos químicos industriales: hexaclorobenceno y los bifenilos policlorados (PCBs) que podrían ir a afectar el suelo, el agua y la atmosfera.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Qué procedimientos implementar para la gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha, que

beneficie técnica, ambiental y que sea económicamente factible su implementación?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿Cuáles son los beneficios de la implementación de los procedimientos para la gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha?
2. ¿Cómo evaluar los fluidos dieléctricos (aceites), usados en los transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha que necesitan el tratamiento para que no generen impactos al ambiente?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Implementar de los procedimientos para la gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha. que beneficie técnica, ambiental y que sea económicamente factible su implementación

1.4.2. Objetivos específicos

1. Implementar alternativas en la gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha.

2. Evaluar los fluidos dieléctricos (aceites), usados en los transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha. que necesitan el tratamiento para que no generen impactos al ambiente.

1.5. Justificación de la investigación

El presente estudio tiene la siguiente justificación y alcances:

- La primera y mejor opción alternativa de la implementación de una gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha., con la finalidad de contar con procedimientos establecidos que permitan técnicamente traer beneficios ambientales y que sean factibles económicamente.
- Los posibles efectos de contaminación del aire que generan estos aceites al ser aprovechados como combustibles en su tratamiento se ven minimizados con sofisticados sistemas de limpieza de gas, con que cuentan las plantas modernas.
- Los fluidos dieléctricos (aceites) usados provenientes de transformadores y condensadores también pueden ser reutilizados con un proceso de regeneración para diferentes aplicaciones.
- El aceite usado también se utiliza como agente protector de madera. Los postes de cercas, por ejemplo, se remojan con aceite usado para tornarlos resistentes contra el ataque de las termitas.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones que se han tenido en el presente trabajo investigación son:

- Falta de experiencia del personal de la empresa en el manejo ambiental de los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha.
- Falta de monitoreo periódico a fin de prevenir riesgos a la salud y el ambiente.
- Falta de experiencia en el uso del aceite dieléctrico formulado con aceites vegetales en un porcentaje superior al 99 % y sin la presencia de antioxidantes sintéticos. En su composición no se incluyen siliconas, halógenos, ni cualquier otro componente que pueda suponer riesgos para la salud o al ambiente.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

- A. Margie Zorrilla-Velazco y Otros: “Sistema de Gestión para Bifenilos Policlorados (PCBs) Presentes en Aceites de Transformadores en Cuba”. Centro de Estudio de Química Aplicada (CEQA), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba.**

Resumen

En el presente trabajo se propone una estrategia para la evaluación del nivel de gestión ambiental aplicable a entidades poseedoras de aplicaciones con PCBs que contempla los principios, objetivos y metas que son necesarios para una gestión primaria segura de los mismos. A partir de una metodología para la identificación de

aplicaciones con PCBs y la evaluación del nivel de gestión ambiental se puede establecer un Sistema de Gestión que estará encaminado a la seguridad tecnológica y ambiental en el almacenamiento, transporte y manipulación segura de equipos contaminados, aplicable a equipos en operación y en desuso. El análisis económico realizado, basado en la teoría de las externalidades, demuestra la factibilidad del sistema propuesto y un periodo de recuperación aceptable.

- B. Jaramillo Garces, Alfredo Vinicio y Dominguez Hidalgo, Edwin Plutarco: “Plan de manejo para una disposición final segura del aceite dieléctrico generado por los transformadores de potencia y distribución de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.” Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Maestría en Ciencias de la Ingeniería y Gestión Ambiental. 2009.**

Resumen:

Los bifenilos policlorados (PCB) solucionaron parte de los problemas de la vida moderna al permitir elaborar equipos eléctricos con alto nivel de aislamiento, facilitando al hombre avances tecnológicos y ofreciéndole comodidad, no obstante, figuran actualmente entre los contaminantes ambientales más difundidos a escala internacional, ya que se han dispersado a lo largo y ancho del planeta.

Los PCB están incluidos en el Convenio de Estocolmo como Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), el mismo que trata sobre la producción, uso, importación, exportación, liberación de sub-productos, gestión de existencias y eliminación de una primera lista de doce COP.

Como aún se siguen utilizando los equipos que contienen PCB, sobre todo ciertos transformadores y condensadores eléctricos, se ha establecido una excepción que permite seguir utilizando estos equipos hasta el año 2025, dentro del marco de la política establecido en el Convenio.

El primer problema que enfrentan los países que continúan utilizando equipos que contienen aceites contaminados con PCB es como localizar e identificar estos equipos para después tomar una decisión respecto a cómo y cuándo habrá que gestionar, clasificar y, por último, eliminar el aceite contaminado.

En el presente trabajo se recogen una serie de aspectos importantes a tener en cuenta para una gestión primaria segura de aceites que contienen PCB en países en vías de desarrollo que no poseen capacidades tecnológicas para tratamientos avanzados. Esta gestión incluye una metodología a seguir para la identificación de aceites con PCB, almacenamiento, transporte y manipulación segura de equipos contaminados con estos productos; tratamiento de derrames, medidas de prevención de riesgos laborales y aspectos a tener en cuenta en caso de accidentes.

- C. Moreno Tejada, Diego Alonso y otros: “Diseño de un Procedimiento para Manejar los Bifenilos Policlorados (PCB’S) en Equipos Eléctricos Sumergidos en Aceite Dieléctrico en la Ciudad de Medellín”. <http://hdl.handle.net/10656/5670>.**

Resumen:

En el presente trabajo 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.

- D. Rosso, Adriana: “Fortalecimiento de sistemas de manejo ambiental de bifenilos policlorados (PCB) y la eliminación de aceites y equipos contaminados, que están en funcionamiento, o almacenados en depósitos en Argentina”. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Maestría en Ciencias Ambientales. 2014.**

Resumen

En mayo de 2001, Argentina firmó el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes y lo ratificó en enero de 2005. Los bifenilos policlorados, PCB, son una familia de sustancias químicas incluidos en el listado de Contaminantes Orgánicos Persistentes del Convenio.

Buena parte de las existencias de PCB se encuentran aún en el interior del país en equipos eléctricos, en su mayoría en transformadores con líquidos dieléctricos contaminados o cuya composición son bifenilos policlorados puros. La implementación de un sistema de manejo ambiental de PCB reduce los riesgos para la salud y el ambiente.

El objetivo principal de la tesis es el fortalecimiento de sistemas de manejo ambiental de bifenilos policlorados y la evaluación técnica de procedimientos de eliminación de aceites y equipos contaminados, que están en funcionamiento, o almacenados en depósitos.

En nuestro país hay capacidad adecuada para el tratamiento de aceites con concentraciones bajas de PCB, aunque Argentina no cuenta con un proceso para la destrucción de aceites concentrados de PCB, ni de sólidos altamente contaminados con PCB. Los PCB no deben depositarse en basurales ni incinerarse en instalaciones tradicionales para el tratamiento de residuos peligrosos del país. Los equipos con altas concentraciones de PCB se exportan.

La industria local se ocupa del tratamiento de todos los equipos con concentraciones de PCB menores a las 5000 ppm. La mayoría de los equipos descontaminados sigue en uso después del tratamiento. El conocimiento de la concentración de PCB en los aceites aislantes de los equipos eléctricos, es indispensable para una adecuada planificación de su gestión.

Existen laboratorios nacionales estatales y privados que ensayan PCB. No todos cumplen con los estándares de calidad. Las

actividades de entrenamiento, asistencia técnica y capacitación desarrolladas en el contexto de esta tesis fortalecieron la capacidad de ensayo en las provincias. Mediante la organización de un esquema de Ensayos de Aptitud, se desarrolló una red Nacional de laboratorios que cumplen con los estándares de calidad para la cuantificación de los PCB en los aceites de los equipos eléctricos y así completar los inventarios provinciales.

Esta tesis describe la producción de patrones químicos Nacionales de aceite mineral con concentración de PCB certificada por el INTI de tal forma que nos permita cuantificar los inventarios nacionales y regionales de PCB con trazabilidad a patrones internacionales.

E. Astudillo Pillaga, María Angélica y Barragán Escandón, Edgar Antonio: “Gestión de los transformadores eléctricos con bifenilos policlorados de la Empresa Centrosur”. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Químicas. Cuenca-Ecuador. 2014

Resumen

Para el transporte y distribución de la energía eléctrica se emplean equipos llamados transformadores, a los cuales se les ha incorporado una sustancia química denominada BifenilosPoliclorados (PCB's), con el fin de mejorar la estabilidad de los aceites empleados como refrigerantes.

A partir de 1980 se prohíbe el uso de esta sustancia por sus acciones contaminantes y los graves problemas ocasionados al ambiente y a la salud; sin embargo, los equipos contaminados con este químico se

encuentran en nuestro país, algunos en almacenamiento y otros en funcionamiento.

La empresa Regional CENTROSUR es dueña de este tipo de equipos, por lo que nace la necesidad de desarrollar una propuesta de un sistema para la gestión de los transformadores eléctricos con Bifenilos Policlorados; este sistema contempla parámetros de calidad, seguridad y medio ambiente; así como también, se realiza un análisis técnico-económico de los diferentes tratamientos para la descontaminación y eliminación de los PCB's.

Adicionalmente, el presente documento contempla la propuesta de un proyecto MDL basado en el cambio de los transformadores contaminados por transformadores libres de PCB's y más eficientes.

2.2. Bases teóricas-científicas

Desde finales de la década de los cuarenta se han fabricado y liberado al ambiente miles de nuevos productos químicos sintéticos. Durante el año de 1960, los científicos estudiaron por primera vez los efectos de algunas de estas sustancias químicas en el ambiente, sustancias que en la actualidad se conocen con el nombre de Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs), y comprobaron que ocasionaban graves impactos a largo plazo en las personas y al ambiente.

Los COPs son un grupo de sustancias tóxicas muy resistentes a los procesos de degradación natural, por lo que presentan una estabilidad extrema y una vida larga. Una vez que se liberan al ambiente, muchas de estas sustancias persisten durante años e incluso décadas. Este grupo de

COPs lo integran ocho pesticidas: aldrina, endrina, toxafeno, clordano, dieldrina, heptacloro, mirex, DDT, y los productos químicos industriales: hexaclorobenceno y los bifenilos policlorados (PCBs).

Los PCBs figuran actualmente entre los contaminantes ambientales más difundidos, pues se han podido detectar en casi todos los medios ambientales (atmósfera interior y exterior, aguas subterráneas y de superficie, suelos y alimentos). Cantidades relativamente considerables de PCBs se han liberado y continúan liberándose al ambiente, debido a prácticas inadecuadas de evacuación y a la ocurrencia de pérdidas y accidentes en diversas instalaciones industriales.

En Perú, la fuente fundamental de generación de PCBs procede de transformadores y capacitores eléctricos en desuso a un inadecuado almacenamiento y no existe un sistema de gestión ambiental seguro de estos equipos. Esta situación tiende a agudizarse, como resultado de la salida inmediata del servicio técnico debido al agotamiento de su tiempo de vida útil.

El objetivo principal del presente trabajo es establecer los principios generales para lograr un Sistema de Gestión Ambiental de PCBs presentes en aceites de transformadores, que permita minimizar los posibles impactos negativos de los mismos sobre la salud y el medio ambiente.

2.2.1. Fundamento Teórico

La totalidad de los países europeos han desarrollado una normativa específica, regulando así, la fabricación, el uso y la eliminación de los compuestos de PCBs. A partir de los estándares generales, establecidos por la Unión Europea, cada Estado ha

regulado la gestión de los PCBs en consonancia con sus propios intereses. Esto queda reflejado, entre otros, en los términos de la ratificación de los acuerdos internacionales en esta materia.

Para la compañía ABB de Alemania, fabricante de transformadores más grande del mundo, que empleó años atrás PCBs y que actualmente presta servicios de gestión ambiental, una gestión segura de estos equipos implica la realización de un inventario de todos los dispositivos que pueden contener estas sustancias; tomar datos de placa y año de fabricación; verificar si se realizaron servicios de mantenimiento, analizar estado y vida útil; verificar el grado de contaminación; verificar el almacenaje de tambores usados y tener en cuenta la disposición de todos los capacitores y transformadores contaminados con concentraciones superiores a los 50 ppm de PCBs.

Uno de los problemas que enfrentan los países que siguen utilizando transformadores y capacitores con PCBs es cómo localizar e identificar este equipo; luego se tendrá que tomar una decisión respecto a cómo y cuándo habrá que gestionar, reclasificar y, por último, eliminar el equipo contaminado.

El primer procedimiento de una gestión ambientalmente racional de los PCBs consiste en identificar sus fuentes y establecer estrategias dirigidas a reducir o eliminar sus liberaciones al ambiente.

Muchos países de América Latina han implementado normas y regulaciones con respecto a la gestión de PCBs, entre ellos México y Argentina son los que llevan la delantera en esta materia.

La gestión de equipos y productos que contienen PCBs hay que realizarla teniendo en cuenta los siguientes aspectos: primero hay que identificar los equipos que contienen PCBs, después de identificados hacer un análisis de PCBs al aceite dieléctrico que contienen, posteriormente saber el manejo que se le dará a esos equipos y por último la disposición final teniendo en cuenta los posibles sustitutos de éstos aceites.

A. Definición de los PCB

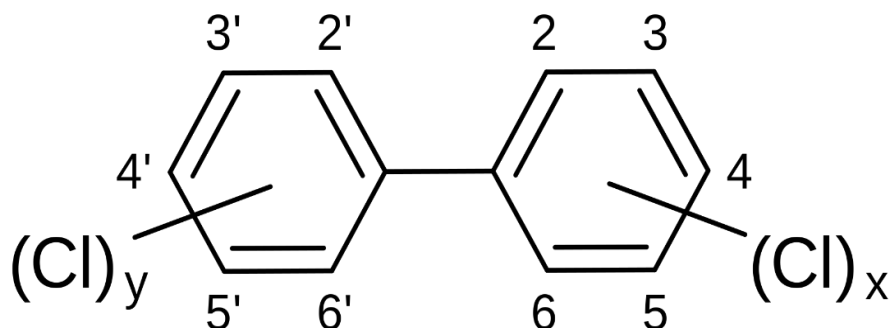
Los PCB, o policlorobifenilos, son compuestos químicos clorados más conocidos en Francia con el nombre de piralenos. A escala internacional, constituyen uno de los 12 COP (Contaminantes Orgánicos Persistentes).

Designan una familia de compuestos orgánicos clorados de alto peso molecular formados por dos átomos de benceno sustituidos por átomos de cloro.

Se trata de líquidos, según su contenido en cloro, más o menos viscosos (incluso resinosos) insolubles en agua, incoloros o amarillentos, con un olor aromático fuerte.

Diagrama 01. Estructura química de los policlorobifenilos

Fórmula bruta: $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ con $n=1-10$ (y principalmente $n=2$ à 7)



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Bifenilos_policlorados

a. Datos fisicoquímicos:

- Masa molecular relativa: 189-499 g/mol
- Densidad: 1,2-1,6 g/cm³
- Punto de ebullición: 320-420 °C
- Presión de vapor: $0,2-1,33 \cdot 10^{-3}$ Pa.
- Solubilidad: Ligeramente solubles en agua, muy liposolubles, se disuelven en la mayoría de disolventes orgánicos.

b. Propiedades físicas:

- Baja polaridad.
- Baja volatilidad.
- Elevada constante dieléctrica.
- Alta viscosidad.
- Alta estabilidad química y térmica.
- Inflamabilidad.

B. Los usos del PCB

Los PCB, producidos industrialmente a partir de 1929 y hasta comienzos de los años 80, han sido utilizados masivamente como fluidos dieléctricos en transformadores. 1.300.000 toneladas de PCB producidas mundialmente entre 1929 y 1993. Se obtiene a partir del bifenilo por sustitución parcial de átomos de hidrógeno por átomos de cloro.

Muy pronto los PCB fueron considerados como excelentes aislantes eléctricos, sus propiedades ignífugas, estabilidad física y biológica, plasticidad e insolubilidad, así como su inocuidad relativa (al menos así se creía en la época) y bajo coste de producción les convirtieron en un “producto milagro” omnipresente a lo largo de los grandes años del desarrollo industrial.

Se distinguen dos tipos de uso:

- En espacios cerrados: uso como fluidos dieléctricos (aceites), sobre todo en transformadores y condensadores. Se hallan igualmente en ciertos radiadores de aceite u otros equipos eléctricos.
- En espacios abiertos: diluyentes de pesticidas, lubricantes en turbinas y bombas, en aceites de corte para el tallado de metales, soldaduras, adhesivos, pinturas y papeles autocopiado sin carbón.

Esta gran diversidad de aplicaciones dio lugar a una amplia dispersión en el ambiente, pudiendo ser las más impactantes las ligadas a vertidos ilegales o a incidentes en su utilización en equipos eléctricos: vandalismo, abandono, explosión de transformadores o condensadores, mantenimiento deficiente, etc.

C. Riesgos ambientales y sanitarios asociados

Los PCB son sustancias escasamente biodegradables y con una persistencia muy larga.

Tras su vertido en el medio ambiente, se acumulan en la cadena alimentaria, se amplifican en los organismos vivos y son resistentes a la degradación.

Estos compuestos se hallan presentes en todos los medios y ecosistemas: no solo en el aire, el suelo, el agua y los sedimentos, sino también, tras su transmisión, en las plantas, los animales y los seres humanos.

Hoy día, las principales fuentes de contaminación por PCB son tanto recurrentes como puntuales:

- recurrentes debido a las deposiciones atmosféricas (polvo y agua de lluvia), la escorrentía urbana y los vertidos de las plantas depuradoras, con la imagen de la impregnación aún viva de nuestras sociedades.

- puntuales en casos de vandalismo, debido al atractivo del cobre que contienen los transformadores, vertidos accidentales, negligencias o explosión de transformadores por caída de rayos o sobretensión.

Los efectos negativos de los PCB radican esencialmente en su carácter de disruptores del sistema endocrino.

D. Contaminación

En cuanto a volumen de producción, el PCB -al igual que el hoy también prohibido DDT- fue destinado al sector agroquímico, por lo que su difusión a través de las aguas lo ha desplazado por toda la hidrosfera, y ello implica tanto a la masa acuática como a los sedimentos fluviales y marinos donde se acumula. De digna mención es el destacable vertido al estadounidense río Hudson que hizo la empresa General Electric con miles de toneladas de PCB que han hecho prohibir el baño y la pesca alimentaria a lo largo de los cientos de kilómetros fluviales desde las cascadas del Hudson hasta el mar.

Dada la acumulación de los PCB en los tejidos grasos animales, los seres más dependientes de toda una cadena alimentaria son los que han podido acumular más PCB, tales como los seres humanos u otros depredadores como cetáceos o aves rapaces. Los primeros expuestos son fundamentalmente los peces, por ser el agua y los sedimentos el principal acumulador del producto. Los

Policloruros de bifenilo son de lenta y difícil degradación, y buena parte de ellos en determinadas condiciones pueden permanecer durante siglos en el medio.

E. Los planes de eliminación de PCB

En Francia: el plan nacional de descontaminación y eliminación de aparatos que contienen PCB fijaba un calendario de eliminación que vencía a finales de 2010.

A nivel internacional: el Convenio de Estocolmo prevé un vencimiento en 2028.

En 1985, Francia prohibió la producción de PCB por su carácter de "Contaminante Orgánico Persistente", mientras que en EE.UU. y Alemania su producción ya estaba prohibida desde 1977 y 1983, respectivamente.

En Europa, la utilización de PCB en aplicaciones abiertas tales como tintas, adhesivos, pinturas, barnices, etc. fue prohibida en 1979.

Francia prohibió el uso de PCB en aparatos eléctricos en 1987. Después de que se estableciera tanto la prohibición de la fabricación de PCB como su eliminación y destrucción en varias normas, el decreto de 18 de enero de 2001 definió el plan nacional de descontaminación y eliminación de aparatos con PCB. En dicho plan se fijaba un calendario de eliminación de aparatos que contuvieran concentraciones de PCB superiores a 500 mg/kg con vencimiento el 31 de diciembre de 2010. Actualmente se está preparando una nueva norma

para organizar la desaparición progresiva y el tratamiento y eliminación de transformadores y aceites de transformadores que aún contengan trazas de PCB.

A escala internacional, el Convenio de Estocolmo establece que los equipos con PCB deberán ser inventariados, etiquetados y retirados antes de 2025 y correctamente almacenados, para luego ser eliminados de manera ecológicamente racional antes de 2028.

F. Modos de eliminación

Aún hoy en día, solo la eliminación por incineración a 1.200° en condiciones estrictamente controladas y seguida de un enfriamiento extremo constituye el método más seguro.

Trédi St Vulbas es la única planta del mundo que está habilitada y autorizada para asegurar una gestión completa de los residuos de PCB (descontaminación e incineración).

Las características químicas de los PCB, el riesgo que conlleva su posible dispersión y amplificación debido a su gran estabilidad en el tiempo y en el medio ambiente, exigen una gestión muy específica.

Trédi St Vulbas, cuyo procedimiento está basado en estos principios, está capacitado para la descontaminación de residuos contaminados con PCB (condensadores, transformadores...). Tanto su eficacia como su impacto ambiental están estricta y regularmente controlados, hasta el

punto que la instalación ha sido designada como la “Mejor Tecnología Disponible”.

Cuando su contenido de PCB es especialmente bajo, y en función del historial del aparato, ciertos transformadores pueden ser rehabilitados, tras su descontaminación, con vistas a su reutilización. En los demás casos, una parte de los componentes tales como masas metálicas se valorizan después de la descontaminación.

Toda la cadena de tratamiento, una vez asumida la gestión de los residuos de PCB y hasta su destrucción, es objeto de controles rigurosos. La planta de Trédi St Vulbas posee desde hace varios años la certificación ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.

2.3. Definición de términos básicos

A. Acondicionamiento

Toda actividad que permita asegurar las condiciones a las existencias y residuos que sean, contengan o estén contaminados con PCB y su manejo seguro según su destino, para tratamiento o disposición final.

B. Almacenamiento

Operación de acumulación temporal de existencias o residuos que sean, contengan o estén contaminados con PCB, en las condiciones técnicas requeridas hasta su tratamiento o disposición final.

C. Aceite lubricante para motor a gasolina o a diesel (lubricante)

Es el producto derivado del petróleo o de síntesis petroquímicas, que tiene principalmente la propiedad de reducir la fricción y el desgaste entre las partes en movimiento del motor, ya sea a gasolina o a diesel, reforzándose para ello con aditivos específicos.

D. Concentración permitida de PCB

Mayor a 2 ppm y menor a 50 ppm en aceites dieléctricos o mayor a 0,4 $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$ y menor a 10 $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$ para superficies no porosas.

E. Consumidor

Persona física o moral que adquiere o disfruta, como destinatario final, productos. No es consumidor quien adquiere, almacene, utilice o consuma aceites lubricantes para motor de vehículos a gasolina o a diesel con objeto de integrarlos en procesos de producción, transformación, comercialización o prestación de servicios a terceros.

F. Declorinación

Proceso químico de sustitución selectiva de los átomos de cloro por hidrógeno en las moléculas de PCB, para reducir su concentración y sus propiedades tóxicas.

G. Estándar

Material de referencia certificado de PCB (individual o mezcla) que puede venir en una solución de concentración definida o en estado puro. Su uso es analítico.

H. Embalaje

Material que envuelve, contiene y protege debidamente las unidades de producto envasado para efectos de su almacenamiento y transporte.

I. Envase

Cualquier recipiente o envoltura en el cual está contenido el producto para su venta al consumidor.

J. Etiqueta

Cualquier rótulo, marbete, inscripción, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, escrita, impresa, estarcida, marcada, grabada en alto o bajo relieve, adherida o sobrepuesta al producto, a su envase o, cuando no sea posible por las características del producto o su envase, al embalaje.

K. cst: Centistoke

Unidad de medida de la viscosidad cinemática.

L. Gestión Ambientalmente Racional (GAR)

Acciones técnicas, financieras, administrativas, educativas y de planeación, relacionadas con la identificación, manipulación, comercialización, almacenamiento, transporte, seguimiento y monitoreo, incluyendo las etapas de uso y fin de la vida útil de las existencias y residuos con PCB con el fin de evitar su liberación, así como promover su manejo y eliminación ambientalmente racional, enmarcadas en principios de prevención, precaución y minimización

de riesgos, entre otros, procurando la eficiencia técnica y económica de los procesos.

M. Ppm

Partes por millón (10⁻⁶); equivalencia: 1 ppm = 0,0001%, 1 ppm = mg/kg.

N. Sistema de drenaje

Sistema de vaciado o escurrimiento de las fugas o derrame de fluidos para conducirlos a una poza que permite su acopio, recuperación y adecuada disposición futura.

O. Superficies no porosas

Superficies lisas en las que se puede aplicar un hisopado (recolección de muestra mediante un hisopo) con la finalidad de descartar y analizar la presencia de PCB (ejemplo: las superficies metálicas).

P. Titular de PCB

Persona natural o jurídica propietaria o poseedora de existencias y/o residuos que son, contienen o están contaminados con PCB.

Q. Preenvasado

Proceso en virtud del cual un producto es colocado en un envase de cualquier naturaleza, sin encontrarse presente el consumidor, y la cantidad de producto contenida en el envase no puede ser alterado a menos que éste sea abierto o modificado.

R. Categoría Obsoleta

Por obsoleta se entiende que la categoría referida ya no es aprobada por API "American Petroleum Institute" y sus siglas no podrán

aparecer dentro del símbolo de la dona API, la cual es una marca registrada.

S. Aprobación

Es el cumplimiento de los requerimientos de calidad establecidos por la API "American Petroleum Institute".

T. Viscosidad

Medida de la resistencia de un fluido al flujo a una temperatura determinada. La unidad métrica común de la viscosidad absoluta es el Poise, que se define como la fuerza en dinas requerida para mover una superficie paralela a la velocidad de un centímetro por segundo, con las superficies separadas por una película de fluido de un centímetro de espesor.

U. Viscosidad Absoluta

La relación entre el esfuerzo cortante y la velocidad de cizallamiento. Es la resistencia interna de un fluido a fluir a una temperatura determinada. La unidad común de viscosidad absoluta es el poise (ver viscosidad) la viscosidad absoluta dividida por la densidad del fluido equivale a la viscosidad cinemática.

V. Viscosidad cinemática

La viscosidad absoluta de un fluido dividido por su densidad a la misma temperatura de medición. Es la medida de la resistencia de un fluido a fluir bajo gravedad a una temperatura determinada. Según se determina por el apéndice normativo de ésta norma.

W. ASTM: Sociedad Americana para Pruebas y Materiales

Organización destinada a la promoción de los conocimientos de los materiales de ingeniería y la estandarización de especificaciones y métodos de prueba, la mayoría de los datos utilizados para describir, identificar o especificar los productos de petróleo y sus derivados se determinan de acuerdo con los métodos de prueba ASTM.

X. EPA: Environmental Protection Agency

Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos de América.

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Los fluidos dieléctricos (aceites), usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha. permite Mejorar la gestión ambiental técnica, ambiental y económicamente factible

2.4.2. Hipótesis específicas

1. Los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha. permiten obtener una caracterización de sus componentes.
2. La gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha., permite lograr una gestión ambiental: técnica, ambiental y económicamente

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Aceite según límites máximos permisibles PCBs según la Environmental Protection Agency o Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos

2.5.2. Variable dependiente

Calidad de Concentración de los Fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Cuadro N° 01 Definición operacional de variables e indicadores

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Unidad de medida	Escala
Concentración de los Fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores	Son un grupo de elementos y compuestos químicos que presentan una densidad alta. Son en general tóxicos para los seres humanos	Los compuestos orgánicos y metales pesados se encuentran libres y de forma natural en algunos ecosistemas y pueden variar en su concentración.	muestras con PCBs	mg/l o ppm	continuo
Calidad del aceite	Son valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental.	Parámetros para la formulación de valores límite, valores recomendados u otros valores mensurables relacionados con el medio ambiente.	LMP de supremo PCBs.	mg/l o ppm	continuo

FUENTE: elaboración propia

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Para la investigación de la implementación de gestión ambiental de los Fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores es del tipo Investigación Estratégica que involucra una investigación Básica más una Propuesta.

En lo que se refiere a la investigación básica, esta es del tipo no experimental (ex post facto), de carácter transeccional porque se recolectan los datos en un solo momento y en un tiempo único.

En lo referente a la propuesta, se plantean alternativas para dar solución al problema planteado.

3.2. Método de investigación

El método de la investigación utilizado fue descriptivo, se explica la gestión ambiental de los Fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha. a través de los procedimientos comportamiento de las variables en estudio.

3.3. Diseño de la investigación

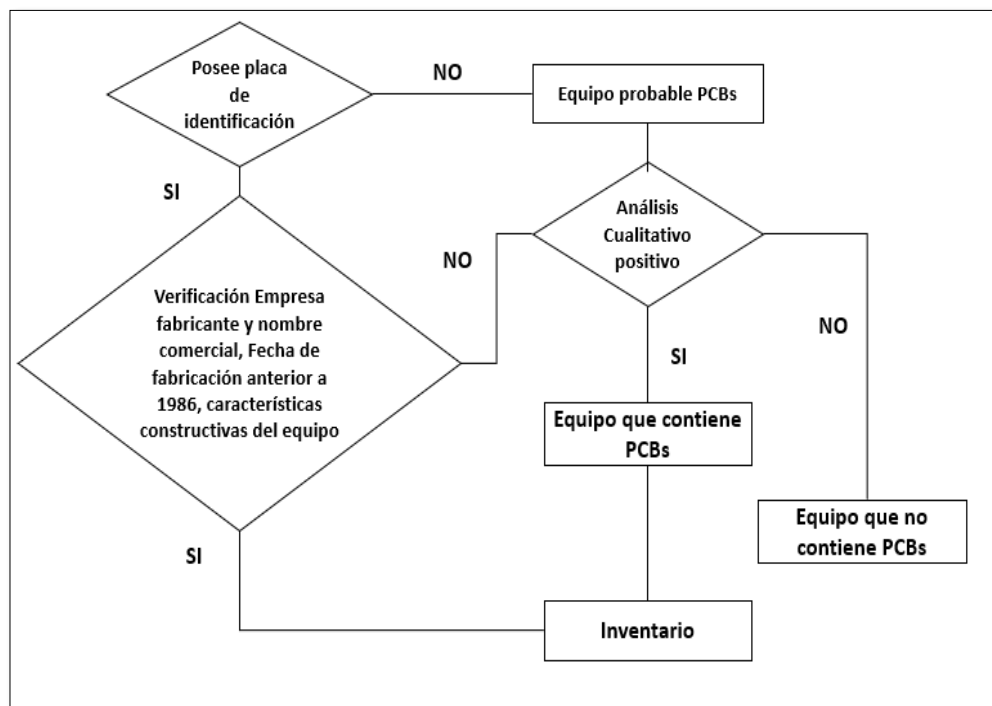
Primeramente, se definen los principios sobre los cuales se sustentará la política ambiental de las entidades poseedoras de aplicaciones con PCBs, los que se relacionan a continuación:

- Revisión ambiental inicial basada en la identificación de aplicaciones con PCBs y evaluación del nivel de gestión ambiental. Propuesta de condiciones seguras de manipulación.
- Logro de condiciones de instalación seguras para equipos que aún se encuentran en servicio.
- Logro de condiciones seguras de almacenamiento para equipos en uso y en desuso.
- Adecuada capacitación del personal involucrado.

En la evaluación del nivel de gestión se deben tener en cuenta dos aspectos fundamentales: primero, el inventario de los residuos que generan, que implica, verificar la confiabilidad de los resultados que han sido obtenidos y segundo, la forma en que manejan y gestionan estos residuos.

Suele ser difícil determinar la presencia de PCBs en equipos sellados (usualmente diseñados de esta manera) ya que en general no se puede forzar la apertura del equipo para investigarla. Realizando un compendio de todas las metodologías encontradas en la bibliografía y adecuándolas a las condiciones actuales de Cuba, en el esquema de la figura 1 se presenta una metodología para la identificación de transformadores que contienen PCBs.

Diagrama 1: Resumen de la Metodología para la identificación de transformadores con PCBs.



El paso final de toda metodología que se proponga para la identificación de transformadores ó recipientes con PCBs es el análisis de su aceite dieléctrico, ya que en muchos casos puede que con la placa de identificación se resuelva el problema, pero esto no siempre sucede. Este tipo de análisis puede ser cualitativo ó cuantitativo y la elección de uno u otro dependerá del alcance del Sistema de Gestión que se proponga.

Dentro de los análisis cualitativos se propone realizar los siguientes:

- Densidad del líquido del transformador. La gravedad específica de los líquidos organoclorados es mucho mayor que la de un hidrocarburo: alrededor de 1,5, mientras que la del aceite es menor a 1,0.
- Prueba del cloro se coloca el líquido refrigerante en el extremo de una varilla de cobre y se coloca a la llama de un mechero. Un compuesto que contiene cloro en presencia de cobre producirá una llama verde.
- Espectroscopia IR En el espectro IR de compuestos halogenados aparecen bandas de vibraciones de valencia carbono-cloro intensa y a menudo ancha, en el intervalo de longitudes de onda de 830 a 600 cm^{-1} además de las bandas características del anillo bencénico.

Si se requiere, o se tienen las condiciones para un análisis más preciso se puede llevar a cabo una determinación cuantitativa utilizando la cromatografía de gases ya sea con detector de ionización por llama (FID), captura electrónica (ECD), o espectrometría de masa (GC-MS).

Una vez identificadas las aplicaciones con PCBs se procede a realizar el inventario que incluye la cantidad en volumen o en peso de cada una y en el caso de los equipos, si se encuentran en uso o dados de baja, y el año de fabricación o almacenamiento respectivamente. Existen tres variantes a analizar para realizar una propuesta de gestión adecuada a los transformadores con PCBs.

3.4. Población y muestra

La población del estudio es la Implementación de la Gestión ambiental de los Fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha.

La muestra fue realizada 42 puntos en la unidad de Nexa Atacocha., donde se ubican los transformadores, para los análisis se extraen de las válvulas, a continuación, se detallan los puntos.

Puntos de Monitoreo:

- Nv. 4050 S.E. N° 1 T° = 18°C
- Nv. 4020 S.E. N° 1 T° = 19°C
- Nv. 3900 S.E. N° 2 T° = 19.2°C Bocamina
- Nv. 3840 S.E. N° 3 T° = 31'9°C
- Nv. 3780 S.E. N° 1 T° = 32.5°C Bomba Mars
- Nv. 3620 S.E. N° 1 T° = 20.5°C 5 Esquinas
- Nv. 3600 S.E. N° 10 T° = 18°C Iesa
- Nv. 3540 S.E. N° 2 T°
- Nv. 3420 S.E. N° 1
- Nv. 3420 S.E. N° 2 Atacocha
- Nv. 3300 S.E. N° 1 Comedor
- Nv. 3180 S.E. N° 4
- Nv. 3060 S.E. N° 1
- Nv. 3020 S.E. N° 1 Bomba Estacion
- Nv. 4000 S.E. Atacocha B961019 Banco B T° = 51.5°C
- Nv. 4000 S.E. Atacocha B961020° Banco B T° = 39.7°C

- Nv. 4000 S.E. Atacocha B9611021 Banco B T° = 42.2°C
- Nv. 4000 S.E. Atacocha B638810 Banco A T° = 22.9°C
- Nv. 4000 S.E. Atacocha B638809 Banco A T° = 22.5 °C
- Nv. 4000 S.E. Atacocha S/N Banco A T° = 23.1°C
- Nv. 4000 S.E. Atacocha S/N Banco C T° = 23.8°C
- Nv. 4000 S.E. Atacocha 8631052 Banco C T° = 23.1°C
- Nv. 4000 S.E. Atacocha 8631051 Banco C T° = 23.7°C
- Nv 40000 S.E. Principal 440 - 220
- Nv. 3720 S.E. N° 1 T° = 37°C
- Nv. 3540 S.E. N° 1 Santa Barbara T° = 29.1°C
- Nv.3540 S.E. N° 4 T° = 45.2°C
- Nv. 3540 S.E. N°3 T° = 32.7°C
- Nv. 3420 S.E. N° 1 Bomba Estacionaria T° = 31.5°C
- Nv. 3420 S.E. N° 1 Rampa 7973 T° = 37.2°C
- Nv. 3420 S.E. N° 2 Crucero 7946 T° = 34.2°C
- Nv. 3360 S.E. N° 1 Bomba Estacionaria Serie N° 01 T° = 46°C
- Nv. 3360 S.E. N° 1 Bomba Estacionaria Serie N°2 T° = 46.7°C
- Nv. 3360 S.E. N° 1 Bomba Estacionaria 440 – 220
- Nv. 3180 S.E. Bomba Estacionaria T° = 48.7°C
- Nv. 3180 S.E. Bomba Estacionaria 440 – 220 V. T° = 30.5°C
- Nv. 3180 S.E. N° 1 Comedor 440 – 220v. T° = 20.5°C
- Sa Felipe 1 24 A
- S. E. Chicrin G A.
- S. E. Chicrin 7 A.
- S. E. Chicrin 7 B.

- S. E. Chicrin 8 A

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La observación: emplearemos la observación estructurada, porque se manipularán los hechos que se observen. Asimismo, el trabajo documental, estará centrado en la revisión de libros, revistas y otros documentos que tengan relación con nuestra investigación. También, utilizamos las informaciones obtenidas a través del Internet.

Fichaje: se utilizará el fichaje bibliográfico para anotar los datos referidos a los libros que se manejé durante la investigación. Además, las fichas de transcripción textual, transcribiendo entre comillas al pie de la letra el contenido científico.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para la variable independiente: empleamos el escalamiento de Likert, para identificar a los elementos contaminantes del fluido dieléctrico (aceite usado), sus contenidos, así como su interpretación.

Para la variable dependiente: se formularán una serie de análisis de laboratorio con el fin de identificar y evaluar la mejor propuesta que nos permita recuperar la calidad del fluido dielectrico (aceite) usado.

3.7. Tratamiento estadístico

Los datos numéricos se procesarán agrupándolos en intervalos y se tabularán. Luego se construyeran con ellos cuadros estadísticos,

calculándose además las medidas de tendencia central, de dispersión o de correlación que resulten necesarias. De allí en adelante se trabajarán al igual que los otros datos numéricos, mediante la tabulación y el procesamiento en cuadros estadísticos.

3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La presente investigación por su naturaleza es descriptiva, con el asesoramiento y participación del laboratorio de DIGESA, donde brindan su validación y confiabilidad de los límites máximos permisibles, incluyendo la estrategia del tratamiento de la empresa KIOSHI asegura y cumpliendo con la eliminación de los PCBs.

3.9. Orientación ética

La protección ambiental es un punto fundamental en la participación para la supervivencia de los seres humanos, de esta forma los PCBs son sustancias peligrosas que amenazan el medio ambiente. De esta forma actuamos como persona en la valoración de la conservación ambiental, respetando los LMP.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Procedimiento para la Gestión Racional de PCB en la unidad Minera Nexa Atacocha.

La aplicación de estos procedimientos requiere de una oportuna difusión y capacitación a los trabajadores de la empresa, para el manejo ambiental y racional de los PCB de la minera Atacocha., se ha considerado necesario confeccionar 6 procedimientos específicos, que se incluyen dentro de este documento.

- Confección y actualización de inventarios.
- Manipulación y transporte de equipos con PCB.
- Uso, manipulación y disposición final (eliminación) de materiales conteniendo PCB.

- Supervisión y control de equipos e instalaciones conteniendo PCB.
- Adquisición de material y equipamiento libre de PCB.
- Adquisición de servicios de mantenimiento para evitar la contaminación cruzada de PCB.

Para el presente estudio nos basamos en la confección y actualización de los Inventarios de PCB

A. Objetivo

El objetivo del presente procedimiento consiste en el establecimiento y mantenimiento de un inventario detallado y confiable, sobre las existencias de PCB, en sus distintas aplicaciones, en el ámbito de una instalación particular.

Se entiende por equipo con PCB, aquel que posea este contaminante en una concentración mayor a la establecida en el Convenio de Estocolmo (CE), o bien que supere el valor que establezca la autoridad de aplicación local donde se encuentre la instalación con PCB

B. Alcance

Este procedimiento comprende la actividad de confección del inventario de PCB que incluya a todos los equipos, instalaciones e infraestructura que se encuentre dentro del ámbito de la minera.

C. Responsabilidades

La Empresa Nexa Atacocha. designa las responsabilidades concernientes a la confección de los inventarios, en particular, la identificación de posibles fuentes, la toma de muestras para

análisis, los registros, las operaciones de mantenimiento y/o eliminación que lleven a modificaciones de los inventarios, y las actualizaciones de los mismos, a las áreas de Mantenimiento y Medio Ambiente, Se puede considerar la contratación de consultores externos, laboratorios debidamente acreditados, personal idóneo para toma de muestras, entre otros, con el fin de perfeccionar la adquisición de información.

Las Autoridades Competentes tendrán la responsabilidad de administrar la información recibida a partir de diversos poseedores, exigiendo la confección de los inventarios de PCB dentro de los plazos establecidos por la reglamentación, así como las modificaciones periódicas que surjan a partir de operaciones de tratamiento y/o mantenimiento, verificando la aplicación de la Gestión Ambientalmente Racional (GAR) que se deben realizar.

D. Desarrollo

a. Identificación preliminar de fuentes

Esta es una etapa primordial en la confección del inventario y es necesaria que sea realizada por personal con un adecuado conocimiento en la materia, que permita, mediante la recopilación de información antecedente y visitas de campo, determinar las fuentes posibles de PCB, en función de las distintas aplicaciones, [Anexo 01](#) se detallan aplicaciones abiertas, semicerradas y cerradas más comunes, donde es posible encontrar PCB.

El anexo aludido ha sido confeccionado en forma de lista de chequeo, para poder marcar las fuentes encontradas, donde se deberá requerir el análisis de información histórica o bien recurrir a la realización de análisis químicos, para la etapa exploratoria de presencia o ausencia de PCB en cada una de las fuentes indicadas.

Para la correcta realización de esta actividad se deberá prestar atención a los sitios (antigüedad de la empresa) donde es posible encontrar elementos que contengan PCB.

En este relevamiento se podrán tomar datos básicos que permitirán determinar qué elementos presentan PCB, cuáles son libres de PCB, sospechosos de tener PCB o pueden estar contaminados en proporciones variables.

b. Inventario Preliminar

En esta etapa, se perfecciona el listado de la etapa 1, indicando cada instalación que pueda contener PCB, detallando tipo de fuente, ubicación, datos identificados, si los hubiere. En función de esta información se podrá determinar la presencia o ausencia de PCB.

La ausencia de PCB, se puede constatar con:

- Certificados de origen libre de PCB: emitidos por el fabricante, consignando que los equipos han sido fabricados utilizando fluidos libres de PCB, encontrándose los equipos en condiciones similares a las de recepción, es decir, perfectamente sellados, y con los precintos de fábrica

intactos

- Resultados y certificados de análisis de PCB posteriores a la última intervención de mantenimiento.

Los análisis de PCB a que se refiere el párrafo anterior, deberán estar documentados y realizados por personal propio o externo debidamente entrenado para esta tarea.

El inventario preliminar deberá estar confeccionado en una base de datos o planillas que presenten la información suficiente para el control de existencias y su tratamiento o disposición final. Para ello, se utilizará el formulario que se presenta en [Anexo 02](#) con sus instrucciones de llenado.

Todo equipo, instalación, sitio, que se encuentre identificado en este inventario, y/o que no posea una certificación de libre de PCB, será considerada como sospechosa de contener PCB, debiendo ser sometida a estudios específicos que permitan calificarlas como con contenido de PCB o bien libres de PCB.

c. Inventario detallado

Este inventario detallado tiene como objetivo el refinamiento del inventario preliminar, mediante la realización de los ensayos de descarte y análisis químicos.

Para este fin, se consideran métodos válidos, los siguientes métodos:

- Análisis cualitativo, mediante Kit Dexsil clor-n-oil o equipo Dexsil L2000DX. Estos ensayos deberán ser realizados

por operadores entrenados, y deberá consignarse como, mínimo, fecha de realización del ensayo, responsable del ensayo, número del lote del kit utilizado, fecha de caducidad del lote, resultado obtenido. Los resultados negativos serán considerados válidos. Los positivos deberán ser confirmados mediante la realización de análisis cromatográfico.

Las etapas del inventario físico son:

- Extracción de muestras
- Descarte de PCB
- Análisis de PCB
- Etiquetado
- Elaboración de la base de datos y su mantenimiento

4.1.1.1. Procedimiento para la toma de muestras

El muestreo es una herramienta de investigación mediante la cual se extrae una porción de un elemento dado que se quiere estudiar y que es representativa del mismo. En nuestro caso, y a modo de ejemplo, para conocer la concentración de PCB en un transformador, es necesaria la extracción de una cantidad del aceite dieléctrico, mediante la apertura del grifo inferior del equipo y purga del mismo, en la cantidad necesaria para los estudios analíticos posteriores

El personal encargado de la toma de muestras deberá estar calificado, y deben tener el conocimiento requerido de los

procedimientos para asegurar la representatividad de la muestra. Para la toma de muestras en equipos eléctricos, el desarrollar el programa de muestreo siguiendo los pasos indicados.

1. Identificar la válvula.
2. Colocar un recipiente en la parte inferior de la válvula.
3. Abrir suavemente la válvula colocando el frasco donde se tomará la muestra (50 ml).
4. Cerrar perfectamente la válvula y verificar que no se produzca derrame. Limpiar con una franela desechable.

Fotografía N°01. Colocación de recipiente, para la toma de muestra.



FUENTE: Empresa Nexa Atacocha

Cada matriz presenta problemas específicos, por ejemplo, en el análisis de PCB en condensadores, se puede observar etiquetas que indican “Aceite sintético no Inflamable”, sin datos precisos del tipo de aceite ni referencia a marcas comerciales. En estos casos, la única forma de tomar una muestra consiste en perforar la carcasa

del equipo y analizarla. Para el caso de equipos en desuso se deberá proceder a su disposición final (eliminación) de acuerdo a los resultados del análisis, mientras que en caso de los que se hayan encontrado en servicio se deberá prever anticipadamente su reemplazo.

Como se verá, una vez perforado, el equipo se considera inutilizado, recomendando la limpieza del orificio con solvente y taponarlo mediante un sellador tipo epoxi, manteniendo el equipo en posición vertical y colocarlo dentro de un contenedor aprobado para minimizar pérdidas, independientemente del resultado del equipo. En el caso de bancos de condensadores, basta con realizar el muestreo en una cantidad representativa de aparatos del banco, siempre que los mismos sean de idénticas características.

4.1.1.2. Contención y Mitigación

En la etapa de muestreo, el operador que realice la toma de muestra deberá tener consigo todos los materiales, herramientas y Elementos de Protección Personal (EPP) y para contención y mitigación de pequeños derrames que puedan producirse.

1. Herramientas, llaves para retiro de tapones en grifos.
2. Batea para colocar debajo de grifo, para contener derrames.

3. Bidón donde recolectar purga de grifos.
4. Cinta teflón.
5. Rollo de papel absorbente.
6. Bolsa para acumular residuos contaminados que se vayan generando.
7. Solvente dieléctrico: mínimo 1 litro, para limpieza de herramientas.
8. EPP:
 - Guantes dieléctricos, de acuerdo al voltaje presente en la subestación
 - Anteojos de seguridad
 - Guantes de nitrilo, preferentemente descartables.
 - Casco
 - Zapatos de seguridad, preferentemente dieléctricos.

Grafica N° 01: Elementos de protección personal recomendados para la manipulación de posibles aceites con contenido de PCB.

Botín de seguridad 	Casco 	Guantes dieléctricos 	Guantes de nitrilo 
Traje de Tyvek 	Gafas de seguridad 	Mascara bifiltro 	Semimáscara a bifiltro 

FUENTE: Elaboración propia

9. Absorbente para contener pequeños derrames, bolsa de 5 kg. Sería recomendable que en la instalación exista un kit de contención de derrames de aceite de mayor capacidad. ya que se puede dar el caso que, aflojando un grifo, se deteriore una soldadura y se produzca una pérdida relevante.

Las muestras deben ser manejadas y controladas utilizando la cadena de custodia respectiva según el formulario que se presenta como [Anexo 03](#).

Además, si bien no es indispensable con fines de la realización de inventarios, también es recomendable establecer el control del ambiente (aire, suelos, aguas) y de los seres humanos, por lo tanto, es necesario poseer capacidad para realizar estudios en diversas matrices no sólo del medio físico sino también en muestras biológicas. Esto permite la realización de controles higiénicos y ambientales, que son necesarios para preservar la salud e integridad de los trabajadores involucrados y los aspectos ambientales relativos a las instalaciones sujetas de inventario.

4.1.1.3. Procedimiento para el descarte de PCB

Podemos distinguir varios métodos de análisis para el ensayo rápido de PCB en campo. Estos métodos son inespecíficos, ya que brindan resultados en función de

determinadas propiedades fisicoquímicas que poseen los PCB u otros compuestos químicos.

Existen varios kits de ensayo rápido para la detección de cloro orgánico disponibles, entre los que se pueden citar los métodos de inmuno-ensayo ENVIROGARD de Millipor, Kwik- SKRENE de General Electric Company y Clor-N-Oil® y Clor-N- Soil® para aceites y suelos de la firma Dexsil®.

Fotografía N°02. Resultado positivo de análisis mediante clor- n – oil 50



FUENTE: Empresa Nexa Atacocha

Resultado positivo de un análisis mediante clor-n-oil 50. Cada ensayo provee una hoja de instrucciones detalladas.

El principio químico del análisis se basa en la declorinación en tubo de ensayo del aceite dieléctrico y posterior análisis colorimétrico con reactivos. Este ensayo es del tipo “**pasa/no pasa**”, a diferentes niveles que se encuentran calibrados los kits de 20, 50 y 500 ppm.

Estos se consideran confirmatorios en caso de resultados negativos; los positivos deberán ser

confirmados por análisis en laboratorio por metodología en cromatografía gaseosa.

La firma Dexsil (<http://www.dexsil.com>) provee además un equipo instrumental que permite la medición del contenido de cloro mediante el procedimiento de ión específico, brindando de esta forma un resultado semicuantitativo referido al grado de contaminación, estando calibrado para los distintos tipos de aroclor (Analyzer L2000DX).

Los pasos a seguir para asegurar el correcto análisis de detección de PCB con el kit Clor-N-Oil son:

1. Remueva el contenido de la caja. Verifique si el contenido está correcto e intacto. Coloque los dos tubos de ensayo en los soportes frontales de la caja.
2. Retire la tapa negra del tubo #1. Utilizando la pipeta desechable, transfiera exactamente 5 ml de aceite del transformador (hasta la línea) para el tubo de tapa negra. Cierre bien el tubo.
3. Quiebre la ampolla con la marca azul (inferior) comprimiendo los lados del tubo. Agite vigorosamente durante 10 segundos. Quiebre la ampolla gris del tubo #1 y agite bien durante 10 segundos (asegúrese de que la ampolla incolora es la primera a ser quebrada). Espere 50 segundos para que los reactantes reaccionen

agitando intermitentemente.

4. Remueva las tapas de ambos tubos y transfiera la solución buffer (solución incolora) del tubo #2 (tapa blanca) para el tubo #1 (tapa negra). Cierre el tubo #1 y agite vigorosamente durante 10 segundos. Ventile el tubo #1 con cuidado (abra la tapa apenas media vuelta) para aliviar la presión dentro del tubo. Agite 10 segundos más y ventile nuevamente el tubo. El aceite ya no debe estar grisáceo. Coloque el tubo #1 bien cerrado con la tapa hacia abajo en una superficie plana y espere 2 minutos para que la solución acuosa se separe de la solución orgánica (aceite). Si el aceite queda por debajo de la solución acuosa, el aceite es PCB puro (Askarel). Si el aceite se encuentra sobre la fase acuosa continúe con el test.

5. Si el aceite se encuentra por encima de la solución acuosa, levantar el tubo #1 (invertido como está) con cuidado y transferir a través de la válvula del tubo #1, 5 ml de la solución acuosa para el tubo #2 (hasta la marca de los 5 ml). Tener cuidado para no introducir ninguna gota de aceite que se encuentra por encima de la solución acuosa. Cierre bien el tubo #2. Quiebre la ampolla incolora (inferior) del tubo #2 y agite durante 10 segundos. Quiebre la ampolla de color (superior) del tubo #2 y agite durante 10 segundos.

6. Observe el color resultante y compare con la tabla de colores. Si la solución tuviera un color púrpura, el aceite contiene menos de 50 ppm de PCB. Si la solución tuviera un color amarillo o incoloro, el aceite podría tener más de 50 ppm de PCB. Seguidamente, se debe realizar un análisis a través de un método específico (cromatografía gaseosa) para la identificación, confirmación y cuantificación de PCB.

7. Abra la ampolla “ampolla de eliminación” e introdúzcala en el tubo #2. Cierre el tubo, quiebre la ampolla y agite durante 5 segundos. Esta reacción es necesaria para neutralizar el mercurio, de tal forma que se cumple los requisitos del test TCLP (“Toxicity Characteristic Leaching Procedure”) de la EPA (Environmental Protection Agency o Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América).

4.1.1.4. Análisis cromatográfico de PCB

Para el estudio de PCB, la metodología más aceptada consiste en la separación y purificación por métodos diversos, concentración si es necesario y análisis mediante cromatografía gaseosa capilar con detector de captura de electrones, que provee la especificidad y sensibilidad necesarias para obtener resultados

adecuados. En algunos casos puede utilizarse un detector de espectrometría de masas.

Para la cuantificación se usa metodología del estándar interno o externo, y pueden expresarse como PCB totales o bien por comparación con los tipos de Arocloros, también se puede cuantificar por cada congénere particular, lo puede llevar a un resultado muy preciso, pero en general son métodos muy laboriosos que requieren un desarrollo analítico más complejo, y la realización de cromatografías de mayor tiempo de corrida para una separación adecuada.

Es necesario que los laboratorios sean acreditados en los países donde presten el servicio y que tengan evaluado su desviación y límites de detección, dentro de la rutina de validación analítica del método, así como contar con un sistema de aseguramiento y control de la calidad para garantizar resultados válidos.

A. Etiquetado

El etiquetado de los equipos, materiales y desechos consistentes o contaminados con PCB, que los contengan o estén contaminados con ellos, es vital para el éxito de los inventarios y es un aspecto de seguridad básico de cualquier sistema de GAR. Cada contenedor de desechos deberá etiquetarse de manera que sea posible identificarlo

(por ejemplo, con un número de identificación), así como los PCB presentes y su grado de peligrosidad. También deberán colocarse todas las etiquetas relativas al transporte que se requiere por las distintas regulaciones conforme al medio de transporte. Ver [Anexo 04](#) sobre Etiquetas modelo para la identificación de equipos eléctricos.

B. Modificaciones al inventario

Las modificaciones al inventario deberán ser contabilizadas en función de las operaciones que lleven a tal variación de tal manera de mantener actualizado el inventario y poder dar parte de la operación que llevo a tal variación y el destino.

C. Certificación de instalación libre de PCB

La certificación de una instalación libre de PCB está dada por:

1. La instalación no posee PCB al momento de realización del inventario. Se han identificado las posibles fuentes y no ha sido detectada la presencia de PCB, ya sea por información antecedente o bien mediante análisis.
2. La instalación que posee PCB y ha realizado las operaciones de tratamiento y disposición final necesarias en forma completa, las cuales se encuentran

documentadas con los correspondientes certificados de análisis y tratamientos, mediante entidades acreditadas. En este caso deberá poseer además una certificación del estado ambiental del sitio, mediante una auditoría ambiental realizada por profesionales con antecedentes en la materia o aprobación por parte de la autoridad competente del cumplimiento del Plan de Gestión de PCB en caso que exista este instrumento ambiental. Se entiende por libre de PCB aquel que posee una concentración de PCB inferior al límite establecido por el CE o bien por la regulación local en la materia.

4.1.1.5. Auditoría Ambiental de sitio

En aquellos casos que se sospeche la presencia de PCB, deberá realizarse una auditoría ambiental que tenga en cuenta criterios de riesgo ambientales. La determinación de sitios sospechosos dentro de las instalaciones de una industria minera tendrá en cuenta:

1. Los de equipos eléctricos que pudieran contener PCB, o que lo pudieron contener en el pasado.
2. Los depósitos de almacenamiento de transformadores y otros equipos eléctricos que contengan aceite aislante.
3. Las cámaras de transformación de energía, y los

emplazamientos donde se han instalado transformadores, condensadores, seccionadores u otros equipos con aceite aislante.

4. Los tendidos de cables refrigerados con aceite.
5. Las operaciones de eliminación de desechos de PCB, materiales que los contengan o estén contaminados con ellos.
6. Los talleres de mantenimiento de equipos eléctrico y de regeneración de aceites dieléctricos.

El proceso de **Evaluación de Riesgos**, y en particular el de Evaluación de Riesgo Ecológico, constituyen un procedimiento que en sí excede los alcances del presente documento, pero como concepto metodológico de trabajo tiene en cuenta un proceso en etapas, partiendo de un Estudio Inicial del Sitio y una Evaluación en 3 niveles:

Nivel 1: Constituida como una etapa de investigación preliminar, recopilando información antecedente sobre la actividad presente y pasada del predio, el medio físico, con el objeto de identificar fuentes e indicios de contaminación. En este nivel se desarrolla el Modelo Conceptual del Sitio (MCS), identificando las vías de

exposición, las necesidades de análisis y la evaluación de campo.

El MCS se elabora en función del análisis de la información disponible, identificando las rutas de exposición para los receptores ambientales identificados, de forma tal de programar las acciones de los niveles exploratorios.

El MCS, en relación al riesgo, permite identificar la combinación de factores que pudieran resultar en una vía de exposición completa y, por lo tanto, la potencial exposición humana a compuestos químicos de interés procedentes de la(s) fuente(s) identificada(s).

Estos factores incluyen:

- Una fuente y mecanismo de liberación de los compuestos químicos de interés. Éstos incluyen la volatilización, lixiviado a agua subterránea y escorrentía superficial hacia cuerpos receptores superficiales.
- El medio a través del cual los contaminantes migran para alcanzar el punto potencial de contacto humano. Estos incluyen suelo, agua subterránea, agua superficial y aire.
- Una ruta de exposición o de “toma” del compuesto en

el punto de exposición. Estas rutas de exposición incluyen, mas no se limitan a, ingesta de agua, contacto dérmico con suelo y/o agua, ingesta de suelo, e inhalación de aire.

Las principales vías de exposición de interés para la salud humana, incluyen:

- Ingesta de agua subterránea contaminada con PCB.
- Liberación de suelo contaminado con PCB en aguas subterráneas.
- Ingesta de suelo contaminado con PCB, inhalación de vapores y contacto dérmico.

Para que exista riesgo de contaminación con PCB, por su parte, son necesarios tres factores para cada vía de exposición:

- Un medio fuente afectado;
- Un mecanismo para el transporte de compuestos de interés;
- Un receptor.

Dicho de otro modo, las vías de exposición pueden por lo tanto ser evaluadas en base a la presencia y movilidad de los compuestos de interés identificados y a la proximidad de los receptores.

Dentro de los objetivos a cumplir en esta etapa, es requerido:

- Delimitar el área de estudio
- Investigar los antecedentes del sitio; relevando los lugares de uso de PCB;
- Identificar las posibles fuentes de contaminación con PCB;
- Identificar las fuentes de información histórica del sitio;
- Caracterizar el medio físico;
- Recopilar en un informe la información existente y confeccionar el MCS

Nivel 2: Constituye una etapa exploratoria en la cual se trabaja conforme a las hipótesis efectuadas en el Nivel 1. Se basa en la recolección de muestras y aquí pueden redefinirse los objetivos de remediación o recomposición ambiental, las vías de exposición e incluso el MCS, si corresponde.

En esta etapa del estudio se debe:

- Haber identificado todas las fuentes de contaminación del sitio.
- Delimitar las áreas donde es necesaria la ampliación

de la investigación.

- Determinar las áreas no contaminadas.
- Validar la información recopilada durante en el Nivel 1
- Obtener datos ad-hoc mediante tareas de campo (tomas de muestras, análisis de campo y laboratorio, mediciones).
- Perfeccionar el MCS.

Nivel 3: En esta etapa se procede a la realización de una investigación detallada, con el objeto de definir la extensión y cuantificar el grado de la contaminación identificada.

En este nivel debe conocerse:

- Localización de las fuentes de contaminación y áreas contaminantes;
- Extensión de la contaminación.;
- Ubicación de las máximas concentraciones de contaminantes en los distintos medios físicos afectados;
- Evolución previsible de la contaminación;
- Identificación de los receptores y riesgo asociado a cada uno de ellos.

Los 3 niveles de investigación presentan un grado de conocimiento creciente y por lo tanto un perfeccionamiento del MCS. La evolución de un nivel al siguiente está dado por los resultados que se obtienen en cada etapa, debiendo el equipo técnico que desarrolla el estudio tomar la decisión de avanzar a un nivel de detalle mayor en función de las conclusiones resultantes y el requerimiento de progresar en el conocimiento del sitio.

4.1.2. Sistema de Gestión para el Tratamiento por Declorinación In Situ de Bifenilos Policlorados (Pcbs), para Control de Riesgos en el Sector Minero – Nexa Atacocha.

A. Confección y Actualización de Inventario

Se realiza un inventario de todas las fuentes, solicitando un listado de ubicación al área de Mantenimiento de la Unidad Minera Nexa Atacocha. así como interior mina y superficie, haciendo uso del formulario para el levantamiento de información, anexo 02, encontrando un total de 42 transformadores.

B. Procedimiento para La Toma De Muestras

Para la toma de muestra se procedió a identificar en el transformador la válvula que presenta las mejores condiciones para la toma de la muestra (por lo general en la parte inferior), sobre un recipiente o bandeja en la parte inferior de la válvula para prevenir contaminación al suelo en caso de derrames. Luego se procedió abrir suavemente la válvula del transformador, colocando el frasco cerca a la boca de la

válvula hasta llenar la cantidad de 20 ml y luego se procedió a rotular los frascos con la ubicación correcta del transformador.

Al concluir la toma de muestras, se debe de dejar el lugar limpio y se verifica el cierre correcto de las válvulas de los transformadores, así mismo usamos el formato de cadena de custodia para las tomas de las muestras.

Fotografía N°03. Verificación de la limpieza y cierre correcto de las válvulas



FUENTE: Empresa Nexa Atacocha

C. Procedimiento para Análisis de PCBs.

Preparación – Remueva el contenido de la caja. Verifique si el contenido está correcto e intacto. Coloque los dos tubos de ensayo en los soportes frontales de la caja.

Preparación de la muestra – Retira la tapa negra del tubo #1. Utilizando la pipeta desechable, transfiera exactamente 5 ml de aceite del transformador (hasta la línea) para el tubo de tapa negra. Cierre bien el tubo.

Reacción – Quiebre la ampolla con la marca azul (inferior) comprimiendo los lados del tubo. Agite vigorosamente durante 10 segundos. Quiebre la ampolla gris del tubo #1 y agite bien durante 10 segundos (asegúrese de que la ampolla incolora es la primer a ser quebrada). Espere 50 segundos para que los reactantes reaccionen agitando intermitentemente.

Extracción – Remueva las tapas de ambos tubos y transfiera la solución buffer (solución incolora) del tubo #2 (tapa blanca) para el tubo #1 (tapa negra). Cierre el tubo #1 e agite vigorosamente durante 10 segundos. Ventile el tubo #1 con cuidado (abra la tapa apenas media vuelta) para aliviar la presión dentro del tubo. Agite 10 segundos más y ventile nuevamente el tubo. El aceite ya no debe estar grisáceo. Coloque el tubo #1 bien cerrado con la tapa hacia abajo en una superficie plana y espere 2 minutos para que la solución acuosa se separe de la solución orgánica (aceite). Si el aceite queda por debajo de la solución acuosa, el aceite es PCB puro (Askarel). (Ver instrucciones especiales en la indicación de askarel). Si el aceite se encuentra sobre la fase acuosa continúe con el test.

Análisis – Si el aceite se encuentra por encima de la solución acuosa, levantar el tubo #1 (invertido como está) con cuidado y transferir a través de la válvula del tubo #1, 5 ml de la solución acuosa para el tubo #2 (hasta la marca de los 5 ml). Tener cuidado para no introducir ninguna gota de aceite que se encuentra por encima de la solución acuosa. Cierre bien el tubo #2. Quiebre la ampolla incolora (inferior)

del tubo #2 y agite durante 10 segundos. Quiebre la ampolla de color (superior) del tubo #2 y agite durante 10 segundos.

Resultados – Observe el color resultante y compare con la tabla de colores. Si la solución tuviera un color púrpura, el aceite contiene menos de 50 ppm de PCB. Si la solución tuviera un color amarillo o incoloro, el aceite podría tener más de 50 ppm de PCB. En seguida, se debe hacer un análisis a través de un método específico (cromatografía gaseosa) para la identificación y cuantificación de PCB.

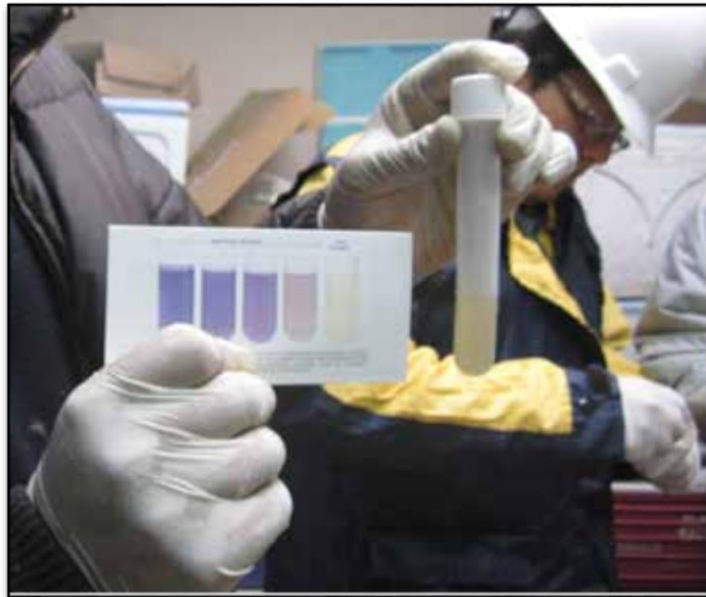
Eliminación – Abra la ampolla “ampolla de eliminación” e introdúzcala en el tubo #2. Cierre el tubo, quiebre la ampolla y agite durante 5 segundos. Esta reacción es necesaria para neutralizar el mercurio, de tal forma que se cumple los requisitos del test TCLP (“Toxicity Characteristic Leaching Procedure”) de la EPA (Environmental Protection Agency).

Fotografía N°04 Color lila, representa aquellas muestras libres de PCBs



FUENTE: Empresa Nexa Atacocha

Fotografía N° 05 Color crema amarillento, representa muestras con PCBs



FUENTE: Empresa Nexa Atacocha

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

A. Análisis por cromatografía de gases

Luego de realizar el descarte con los kits de detección de PCBs a las 42 muestras de aceites, 13 muestras resultaron como falsos positivos y para conocer el contenido de concentración exacto de los PCBs, estas muestras se enviaron al laboratorio de la Dirección General de Saneamiento Ambiental (DIGESA), con acreditación del INDECOPI (0268.2014/SNA-INDECOPI) y Acreditación del Instituto Nacional de Calidad (INACAL) con Registro N° LE-080.

B. Tratamiento por declorinación

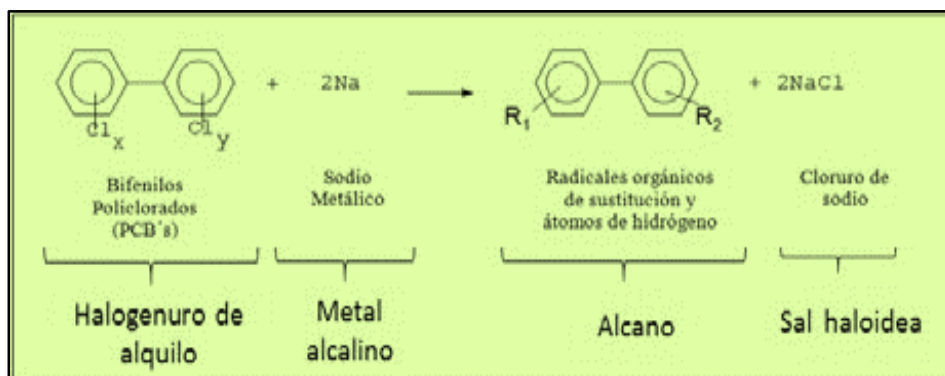
La tecnología desarrollada para el tratamiento de los PCBs fue impulsada por la empresa KIOSHI, una empresa argentina, la cual trajo su tecnología al Perú, mediante la relación con el Ministerio del Ambiente, para ser aplicada en la unidad de estudio. El tratamiento de los aceites dieléctricos consta de dos partes; la primera y más

importante es el proceso de la “decloración” y la segunda es el proceso de “regeneración”.

C. Proceso de decloración.

Este proceso se inicia retirando el aceite dieléctrico con PCBs de los transformadores, para llenar con aceite el reactor hasta la capacidad de 1500 litros, el reactor consta de dos tanques internamente; un tanque ubicado en la parte central del reactor, el cual posee una resistencia que aporta calor hacia la parte externa del tanque central, por esta razón el proceso controla dos registros de temperatura; tanto interna como externa del reactor, los cuales normalmente trabajan hasta 83°C, el reactor funciona en condiciones estandarizadas de presión y temperatura, una vez caliente el aceite pasa por la válvula de ingreso del vaso de soporte, en donde se ubica el sodio metálico, luego el aceite sale por la válvula de salida del vaso de soporte, regresando al reactor, hasta que se concluya el pase de todo el aceite. Al momento, cuando el aceite caliente entra en contacto con el sodio metálico, se genera la “reacción química de Wurtz”, ya que este metal alcalino tiene fuerte afinidad con elementos halógenos, como es el cloro, descomponiendo los átomos de cloro presentes en las moléculas de los PCBs y generando nuevos compuestos orgánicos y dejando libre al cloro, en forma de cloruro inorgánico, el cual es completamente inerte y no posee propiedades nocivas, existiendo este en gran cantidad en la naturaleza.

Figura N° 06 Reacción de eliminación de PCBs con sodio metálico. Fuente: Kioshi (s.f.).



FUENTE: Empresa argentina KIOSHI

Una vez tratado el aceite, este se llena en las tolvas de decantación, sin embargo, el aceite tratado aún cuenta con impurezas (barro, sales inorgánicas, agua, vapores, etc), por eso se considera realizar el segundo proceso de regeneración.

D. Procesos de regeneración

Este proceso se inicia pasando el aceite de las tolvas de decantación hacia el equipo de filtro prensa, para quitar las impurezas de barro y sales inorgánicas con el uso de tierras filtrantes, donde se optimizan las propiedades eléctricas del aceite, de tal forma recuperar las características aislantes del aceite, luego el aceite pasa a la secadora, ya que el aceite tratado puede contener un residual de humedad, el cual es eliminado en esta etapa por acción de la temperatura, porque la humedad afecta adversamente las características dieléctricas del aceite, concluyendo finalmente con el relleno de los aceites tratados a los transformadores.

Diagrama N°07 Proceso del tratamiento por declorinación y regeneración de PCBs, Inicia desde el equipo declorinador, pasa a las tolvas de decantación, secadora, filtro de prensa y rellenado del aceite.



FUENTE: Empresa argentina KIOSHI

E. Toma de muestras y análisis por cromatografía de gases de aceites tratados

Luego de ejecutado el tratamiento por declorinación de los aceites dieléctricos de los nueve transformadores, se volvió a realizar la toma de muestras de los aceites, después de los 90 días del tratamiento, para asegurar la descontaminación interna de los transformadores, las muestras también fueron enviadas al laboratorio de DIGESA para el análisis por cromatografía de gases.

4.3. Prueba de hipótesis

En el presente estudio se pudo comprobar las mejoras en la gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha. lo que ha traído beneficios técnicos, un producto después del tratamiento amigable al ambiente y que los costos han sido factibles de realizar.

La Implementación de alternativas en la gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la

empresa minera Nexa Atacocha. ha permitido establecer medidas de control y tratamiento.

Los compuestos peligrosos son neutralizados al darle un tratamiento a los fluidos dieléctricos (aceites), usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha. con la finalidad de que no generen impactos al ambiente y evitar que tenga un riesgo a la salud y el ambiente.

4.4. Discusión de resultados

Se inició obteniendo la ubicación de las fuentes de PCBs en la unidad de estudio.

- Se realizó la toma de muestras de los aceites, aquellas registradas en la lista de ubicación de la unidad de estudio, las cuales fueron 42 muestras registradas
- Obtenidas las muestras de los 42 transformadores, se realizó las pruebas de descarte con el uso de los kits detectores de PCB Clor-N-Oil 50, para identificar aquellos transformadores con resultado superior a los 50 ppm de PCBs, y descartando aquellos transformadores sin PCBs, dando como resultado 13 muestras con resultados positivos, con esta prueba solo se llega a saber que se encuentran fuera del límite permitido, pero no se sabe con exactitud la cantidad exacta de PCBs, por esta razón las 13 muestras positivas pasaron por el análisis por cromatografía de gases, para obtener resultados exactos. Los cuales se muestran a continuación:

1. Nv. 4000 S.E. Atacocha B9611021 Banco B T° = 42.2°C
2. Nv. 4000 S.E. Atacocha 9638810 Banco A T° = 22.9°C
3. Nv. 4000 S.E. Atacocha S/N Banco A T° = 23.1°C

4. Nv. 4000 S.E. Atacocha S/N Banco C T° = 23.8°C
5. Nv. 4000 S.E. Atacocha 8631052 Banco C T° = 23.1°C
6. Nv. 4000 S.E. Atacocha 8631051 Banco C T° = 23.7°C
7. Nv. 3540 S.E. N°3 T° = 32.7°C
8. Nv. 3360 S.E. N° 1 Bomba Estacionaria Serie N°2 T° = 46.7°C
9. San Felipe 1 24 A
10. S. E. Chicrin G A.
11. S. E. Chicrin 7 A.
12. S. E. Chicrin 7 B.
13. S. E. Chicrin 8 A.

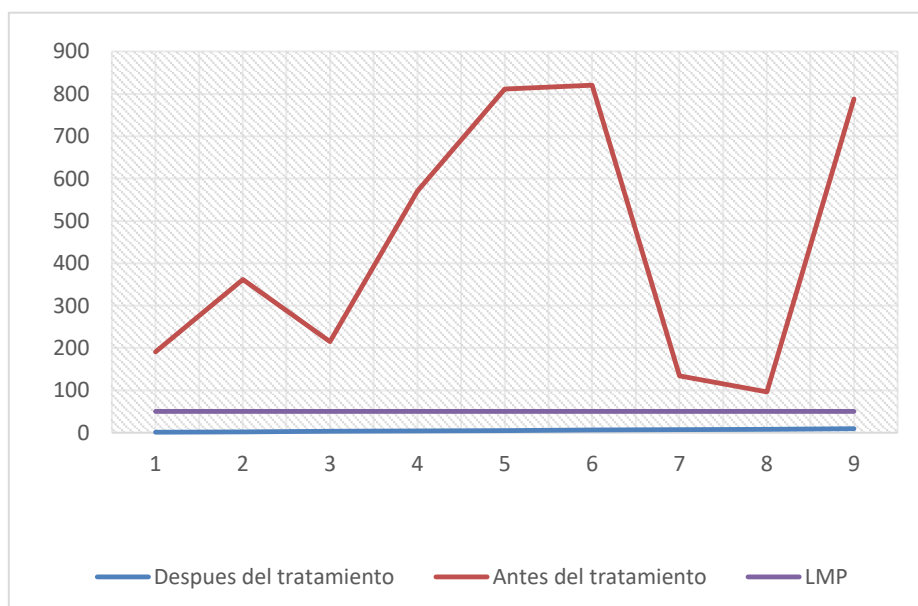
De las 13 muestras analizadas por cromatografía de gases, solo 9 registraron resultados superiores a 50 ppm, los cuales fueron considerados para el tratamiento por dechlorinación.

Los 9 transformadores con resultados mayor a 50 ppm, pasaron por el tratamiento por dechlorinación, que duró aproximadamente 30 días, tratando un total de 16250 litros de aceite, fue ejecutado por un profesional técnico perteneciente a la empresa argentina KIOSHI, el cual se encargaba de todo el proceso del tratamiento por dechlorinación de PCBs.

Concluido el tratamiento por dechlorinación, se consideró esperar 90 días, esto por garantía de la empresa KIOSHI, después de concluido los 90 días se volvieron a realizar las tomas de muestras, y se enviaron al Laboratorio de DIGESA, para determinar si el tratamiento por dechlorinación es efectivo en cuanto a la reducción de los PCBs.

Los resultados de las muestras de aceites tratados fueron enviados al laboratorio de DIGESA, donde se observan valores por debajo de los límites máximos permisibles (<50 ppm), esto quiere decir que el tratamiento por dechlorinación es muy eficiente, KIOSHI asegura que con este tipo de tratamiento se podría tratar aceites hasta con 10 000 ppm de PCBs.

Grafica N° 02 Comparación de los límites máximos permisibles antes y después del tratamiento de los aceites usados.



FUENTE: Elaboración propia

En el cuadro N° 02, se muestran los resultados de laboratorio de DIGESA, donde se puede observar la diferencia de los resultados del antes y después del tratamiento por dechlorinación, observándose que los resultados de cuatro equipos se encuentran hasta por debajo del límite de detección del método de análisis que es de 1,6.

Cuadro N° 02: Resultado de los análisis del antes y después del tratamiento de los aceites.

No.	Lugar	Potencia	Marca	Nro de Serie	Antes del tratamiento (ppm o mg/L)	Después del tratamiento (ppm o mg/L)
1	SE Atacocha	500	General Electric	Banco A 8638809	190,57	1,6
2	SE Atacocha Nv 4000 Serie B 8638810	500	General Electric	Banco A 8638810	361,783	3,1
3	SE Atacocha Nv 4000	500	General Electric	Banco A SN	214,93	1,6
4	SE Chicrin	561	General Electric	F958033A	570,47	1,6
5	SE Chirin 8 A	561	General Electric	F958033B	811,27	7,8
6	SE Chirin 7 A	561	General Electric	F958033C	820,45	8,9
7	SE Atacocha Nv 4000 Serie B 8631051	500	General Electric	Banco C 8631051	134,02	2,4
8	SE Atacocha Nv 4000 Serie B 8631052	500	General Electric	Banco C 8631052	96,57	2,8
9	SE Chirin 7 B	561	General Electric	Banco C SN	788,01	1,6

FUENTE: Resultado de los análisis por el laboratorio de DIGESA, para la declaración de los PCBs de la unidad de estudio.

CONCLUSIONES

Después de realizado el trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

1. Los resultados después del tratamiento se observan que se encuentran por debajo de los 50 ppm o mg/L de PCBs, que es el límite máximo permisible de PCBs en aceites dieléctricos según la Environmental Protection Agency o Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, esto significando que mayor a 50 ppm de PCB, presenta un riesgo para la salud de los trabajadores y el ambiente.
2. Las muestras de aceites tratados fueron enviados al laboratorio de DIGESA, donde se han reportado valores por debajo de los límites máximos permisibles (<50 ppm), lo que se puede concluir que el tratamiento por dechlorinación es muy eficiente, también indicar que KIOSHI asegura que con este tipo de tratamiento se podría tratar aceites hasta con 10 000 ppm de PCBs.
3. Con la implementación del plan de gestión ambiental de manejo de fluidos dieléctricos (aceites), usados en los transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha. se reduce riesgo a la salud del trabajador y el ambiente.

RECOMENDACIONES

1. Es importante que el Ministerio del Ambiente, DIGESA, y los entes competentes establezcan las medidas en el manejo ambiental del uso de los fluidos dieléctricos (aceites), usados en los transformadores y condensadores de las empresas mineras se reduce riesgo a la salud del trabajador y el ambiente.
2. Se debe implementarse el uso de sustitutos de aceites de naturaleza biodegradable en el uso de transformadores y condensadores que vienen usando en las empresas mineras.
3. Es importante establecer protocolos de monitoreo y planes de manejo ambiental establecidos por el Ministerio del Ambiente para evaluar los fluidos dieléctricos (aceites), usados en los transformadores y condensadores de las empresas mineras y otras actividades.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASTM 4059-96 Standard test Method for Analysis of Polychlorinated Biphenyls in insulating liquids by gas chromatography.
2. Blount Martin, Estefanía. Problemática Ambiental de los PCBs. Daphnia. Boletín Informativo sobre la prevención de la contaminación y la producción limpia. No 4, agosto 1996.
3. Bravo S, Juan J; Giraldo, Sonia A; Centeno, Aristóbulo y Páez Mozo, Edgar. Catalizadores para la purificación de aguas industriales que contengan compuestos resistentes a la biodegradación. Centro de Investigaciones de catálisis. Universidad Industrial de Santander, Colombia.
4. Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), mayo del 2001.
5. Dobson, S.; van Esch, G.J. Environmental Health Criteria 140: Polychlorinated Biphenyls and Terphenyls. Segunda Edición; Organización Mundial de la Salud, Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (IPCS): Ginebra, Suiza; 1993.
6. Domènech, Xavier; Jardim, Wilson F. and Litter, Marta I. Procesos de oxidación avanzados para el tratamiento de contaminantes orgánicos en aguas residuales. 2000.
7. EPA Test Method: The Determination of Polychlorinated Biphenyls in Transformer Fluid and Waste Oils. EPA/600/4-81-045. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., September, 1982.

8. EPA METHOD 9079 Screening Test Method for Polychlorinated Biphenyls en transformer oil.
9. Finch, Stephen. Alternative Methods of PCB Analysis. <http://www.dexsil.com>
10. García Ochoa, Félix y Santos, Aurora. Oxidación Catalítica de Compuestos Fenólicos en Aguas Residuales. Dpto de Ingeniería Química, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2000.
11. Hua, Inez. An Investigation of Homogeneous and Heterogeneous Sonochemistry for Destruction of Hazardous Waste. Final Report and Accomplishments to Date. Purdue University, School of Civil Engineering. 2000
12. Luscombe, Darryl. Non-incineration PCB Destruction Technologies. Greenpeace International. November, 2001.
13. Mahon, J.D; Balog, D; Lynn, A.C and Lynn, T.B. In-field Screening Techniques for PCBs in Transformer Oil: US-EPA Field Trial Results for the L2000DX Analyzer. Dexsil Corporation, Hamden, CT, USA Presented at the 2002. Meeting of MY TRANSFO in Torino, Italy, October, 2002.
14. Margie Zorrilla Velazco. Centro de Estudio de Química Aplicada (CEQA). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
15. Neumeier, G. The Technical life-cycle of PCBs. Kranjska Gora, Slovenia, May 1998.

16. NO-OTE-AM-0003/00. Norma Gestión de Materiales Peligrosos. 13 de marzo del 2003.
17. Proyecto CERI-ACDI-Colombia. Manual de Manejo de PCB para Colombia. Julio, 1999.
18. Rahuman, Mujeebur; Pistone, Luigi; Trifiro, Ferruccio and Stanislav, Miertus. Destruction Technologies for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). University of Bologna, Italy 2001.
19. Renan Estrellan, Carl and Gallardo, Susan, M. Analysis of Polychlorinated Biphenyls using Gas Chromatography-Electron Capture Detector. HWTM Newsletter, Vol 4, December 2002. Salle University, Manila, Philippines.
20. Resolución 369/91. Normas para uso, manipuleo y disposición segura de difenilos policlorados y sus desechos. Buenos Aires 24 abril de 1991.
21. Romano, Dolores. Blount, Estefanía. Guía Sindical para la Eliminación de los PCBs. Disruptores Endocrinos, 2003.
22. Strand, Stuart E S. Aerobic Biodegradation of Polychlorinated Biphenyls. CEWA, ESC, MICRO 518, 2002.
23. UNEP. Inventory of World- wide PCB Destruction Capacity. December, 1998.
24. UNEP Guidelines for the Identification of PCBs and Materials Containing PCBs. Chemicals, August 1999.

25. UNEP. Survey of Currently Available No- Incineration PCB Destruction Technologies. August 2000.
26. UNEP. Transformadores y condensadores con PCB: desde la gestión hasta la reclasificación y eliminación. Mayo 2002.

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Anexo 01 Identificación de aplicaciones

Registro de Instalaciones para Control de PCB Identificación de aplicaciones		
Responsable del control de PCB		
Nombre:.....		Fecha:
Sistemas completamente Cerrados (marcar con un aspa)		
Instalaciones conteniendo los siguientes elementos		
Transformadores eléctricos;	Condensadores eléctricos	
Interruptores, relés y otros accesorios eléctricos;	Reactancias de lámparas fluorescentes	
Motores eléctricos y electroimanes (cantidades muy pequeñas);	Cables eléctricos	
Aplicaciones Semicerradas (marcar con un aspa)		
Instalaciones conteniendo los siguientes elementos		
Sistemas hidráulicos;	Sistemas de transmisión de calor (calentadores, intercambiadores de calor);	
Aplicaciones Abiertas (marcar con un aspa)		
Instalaciones conteniendo los siguientes elementos, por el tipo de aplicación deberán tenerse en cuenta aquellas anteriores al año 1980.		
cloruro de polivinilo, neopreno y otros cauchos artificiales	Ingrediente en adhesivos	
Pinturas sintéticas y otros materiales de recubrimiento	Almacenamiento de plaguicidas;	
Tintas y papeles de autocopias	Lubricantes (lubricantes para microscopios, guarniciones de frenos, lubricantes para cuchillas, lubricantes de otros tipos).	
Ingrediente en lubricantes, materiales de sellado y de calafateo;	Ignífugo en telas, alfombras, espuma de poliuretano, etc.;	

Anexo 02 Formulario para relevamiento de información

Registro de Equipo para Control de PCB

Responsable del control de PCB

Nombre: Fecha: Área:

Datos del Equipo

Tipo de Equipo: Fecha de Fabricación:

Pto monitoreo: Modelo:

Número de serie: Potencia (kVA o kVAr

.....

Temperatura: Peso fluido o aceite (kg):

Modelo:

Peso seco del equipo (kg): Relación de tensión (kV):

.....

Nombre comercial de aceite:

.....

Declaración de concentración de PCB en el equipo, residuo o instalación

¿Cuenta con análisis de PCB?

En caso de ser sí, contestar lo siguiente:

Concentración de PCB: Nombre del laboratorio o empresa que
realizó el test:

Número de Certificado: Fecha de Certificado:
.....

Método utilizado: Incluido en Plan de
Reclasificación:

Fecha de culminación del Plan de Reclasificación:

Si se cuenta con Plan de Reclasificación y no se ha culminado responder ¿Por qué?

.....

Condiciones físicas del equipo

Estado de Conservación:

Estado Operativo:

Condiciones de Almacenamiento: ¿Cuenta con etiquetado de PCB?

.....

Anexo 03: Cadena de custodia para la toma de muestras

Mejores Prácticas para el Manejo del PCB- CADENA DE CUSTODIA

DATOS DEL SOLICITANTE	Solicitante:		SOLICITUD DE ENSAYO: (ACEITE DIELECTRICO)
	Lugar de muestreo:	TELÉFONO:	
	Dirección:		
	Contacto:		
	CORREO-e:		
DATOS DEL MUESTREO	Motivo:	Determinación analítica de PCB en aceites dieléctricos	ANEXOS (uso Laboratorio)
	Responsable(s) del muestreo:	Firma :	

DATOS DE LAS MUESTRAS	N°	Código Laboratorio	Código de muestreo	Fecha muestreo	Hora de muestreo	Observaciones
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
20						

Total de frascos

CUSTODIA DE LAS MUESTRAS			1ra. custodia	2da custodia	3ra custodia
	Entregado por:				
	Cargo:				
	Firma y fecha:				
	Recibido por:				
	Cargo:				
Firma y fecha:					

Anexo 04 Etiquetas modelo para la identificación de equipos eléctricos

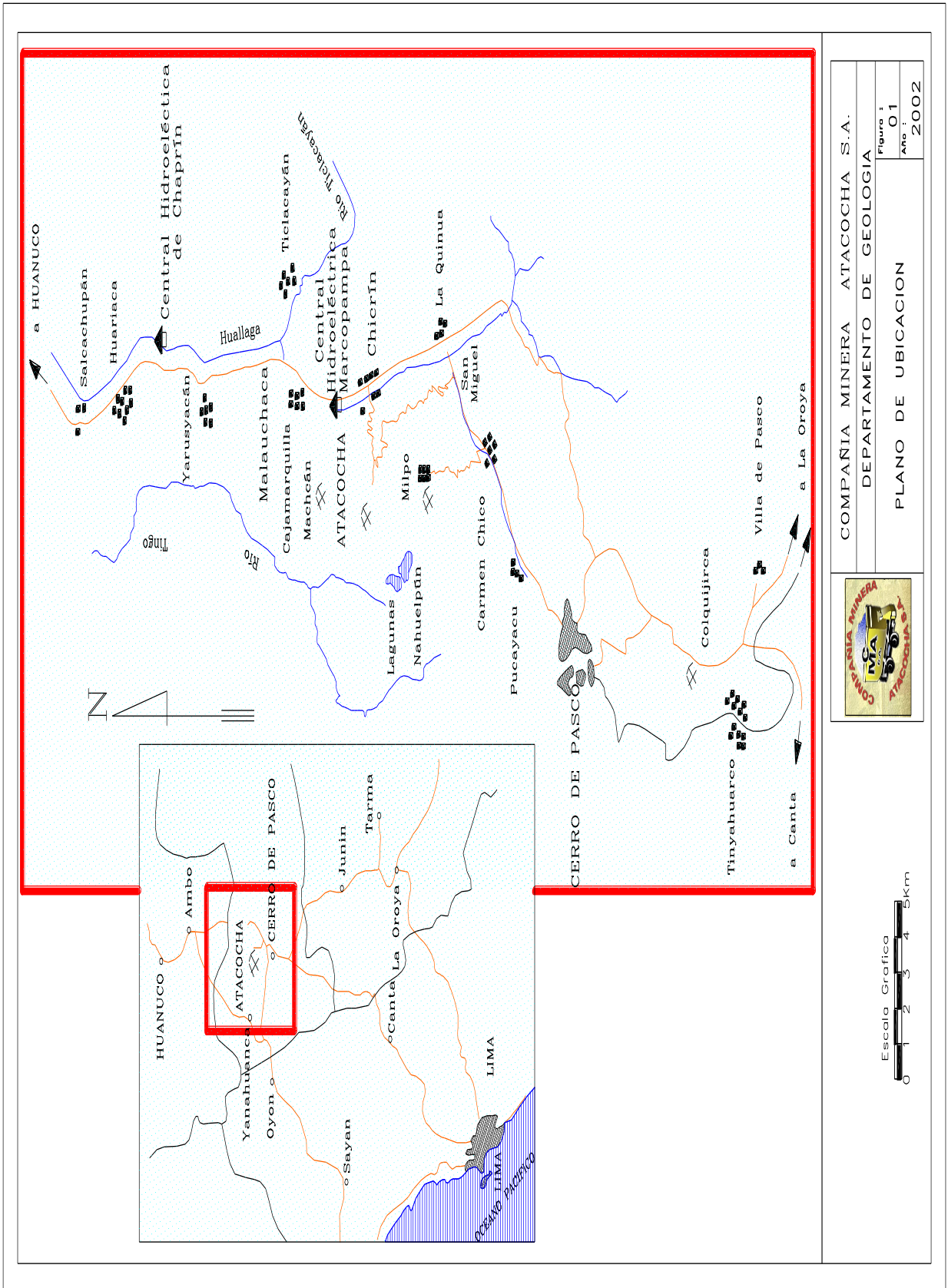
ETIQUETA PARA EQUIPOS Y RESIDUOS CON PCB'S

ATENCION
EQUIPO CONTAMINADO CON PCBs (BIFENILO POLICLORADO)
ESTE EQUIPO REQUIERE DE TRATAMIENTO ESPECIAL Y MANEJO DE ACUERDO AL PLAN DE CONTIENGENCIAS DE LA EMPRESA La regulación lo considera como contaminante ambiental y de riesgo a la salud. En caso de accidente, derrame comunicarse a la empresa propietaria del equipo o al cuerpo general de bomberos.
Concentración de PCB's > a 50 ppm Año: 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 19 - 20 - 21 Fecha de Análisis: Mes: 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 Día: 1 - 2 - 3 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 0
Empresa Evaluadora:

Equipo No Contaminado co PCB
Método: U.S. EPA SW-846 Method 9079
Kits CLOR - N - Oil: _____
Fecha de Análisis Año: 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 19 - 20 - 21 Mes 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 Día: 1 - 2 - 3 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 0
Empresa Evaluadora:

ANEXO 05

Ubicación Regional del Proyecto



	COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A. DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
PLANO DE UBICACION	
Figura : 01 Año : 2002	



MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Implementación de un sistema de gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites), usados en transformadores y condensadores de la empresa minera NEXA Atacocha”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
<p>Problema general</p> <p>¿Qué procedimientos implementar para la gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha, que beneficie técnica, ambiental y que sea económicamente factible su implementación?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuáles son los beneficios de la implementación de los procedimientos para la gestión</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Implementar de los procedimientos para la gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha. que beneficie técnica, ambiental y que sea económicamente factible su implementación</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Implementar alternativas en la</p>	<p>Hipòtesis General</p> <p>Los fluidos dieléctricos (aceites), usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha. permite Mejorar la gestión ambiental y técnica, ambiental y económicamente factible</p> <p>Hipòtesis Específica</p> <p>Los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Aceite según límites máximos permisibles PCBs según la Environmental Protección Agency o Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Calidad de Concentración de los Fluidos dieléctricos (aceites) usados en</p>

<p>ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha?</p> <p>¿Cómo evaluar los fluidos dieléctricos (aceites), usados en los transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha que necesitan el tratamiento para que no generen impactos al ambiente?</p>	<p>gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha.</p> <p>Evaluar los fluidos dieléctricos (aceites), usados en los transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha que necesitan el tratamiento para que no generen impactos al ambiente.</p>	<p>Nexa Atacocha. permiten obtener una caracterización de sus componentes.</p> <p>La gestión ambiental para los fluidos dieléctricos (aceites) usados en transformadores y condensadores de la empresa minera Nexa Atacocha., permite lograr una gestión ambiental: técnica, ambiental y económicamente.</p>	<p>transformadores y condensadores.</p>
---	---	--	---