

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE
TRANSFORMADORES DE POTENCIA CONTAMINADOS CON PCB'S EN
LA EMPRESA ELÉCTRICA ELECTRONORTE S.A.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

MARCOS ANTONIO CALLIRGOS ALVAREZ

ASESOR

MARTHA TESEN ARROYO

<https://orcid.org/0000-0002-4366-8516>

Chiclayo, 2017

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL
DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA
CONTAMINADOS CON PCB'S EN LA EMPRESA
ELÉCTRICA ELECTRONORTE S.A.**

PRESENTADO POR
MARCOS ANTONIO CALLIRGOS ALVAREZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

María Luisa Espinoza García Urrutia
PRESIDENTE

Oscar Vásquez Gervasy
SECRETARIO

Martha Tesen Arroyo
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios.

Por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlos cada día más.

A ti Madre.

Dedico la presente investigación a mi Madre Álvarez Campoverde, Yrma; como reconocimiento a su abnegada labor e invaluable consejos.

Gracias mamá por todo lo que hiciste y aún haces por mí gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad. ¡Gracias por darme la vida!

A ti Padre.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre.

A mis Hermanos.

Porque siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad
¡Gracias!

A mis amigos.

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos a toda la promoción de Ingeniería Industrial 2013 por su apoyo al realizar este trabajo.

Marcos Antonio Callirgos Álvarez.

AGRADECIMIENTOS

A mis maestros.

Gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Mi especial consideración a nuestra catedrática Ing. Martha Tesen Arroyo, por su constante apoyo en el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación del mismo, asistiéndome con sus altos conocimientos y virtuosa facilidad para impartir cátedra universitaria, que Dios y la Virgen María, derrame bendiciones sobre usted que fortalezca su salud para tenerla siempre presente en los ambientes de nuestra universidad.

A la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo y en especial a la escuela de Ingeniería Industrial que me dieron la oportunidad de formar parte de su excelentísima familia profesional.

Marcos Antonio Callirgos Alvarez.

RESUMEN

Las empresas modernas actualmente realizan una gestión sostenible, para preservar integridad en las personas y trabajadores, confiriendo seguridad, salud, responsabilidad social y respeto por el medio ambiente para evitar que sus residuos generados por diversas actividades originen la preocupación social y conflictos sociales.

Los PCBs han sido empleados en múltiples actividades industriales, sus características físico químicas; los cuales fueron difundidos en la vida cotidiana como ejemplo refrigerante en transformadores y conductores eléctricos, los cuales son empleados de manera masiva por las empresas de distribución eléctrica como ELECTRONORTE S.A.

Era necesario revertir esta situación en los activos contaminados con PCB'S en la empresa eléctrica ELECTRONORTE S.A.

Esta propuesta toma como base el compromiso de Perú mediante el Convenio de Estocolmo sobre COPs.

Los resultados alcanzados verifican la bondad de la propuesta de un sistema de gestión y control de transformadores de potencia contaminados con PCB'S en la empresa eléctrica ELECTRONORTE S.A., mediante el método de Descloración.

Palabras claves

Sistemas de gestión ambiental (SGM)

Gestión De Riesgos

Bifenilos policlorados (PCB)

Descloración.

ABSTRACT

Modern companies currently carry out sustainable management, to preserve integrity in people and workers, conferring safety, health, social responsibility and respect for the environment to prevent their waste generated by various activities from causing social concern and social conflicts.

PCBs have been used in multiple industrial activities, their physicochemical characteristics; which were diffused in everyday life as an example of refrigerant in transformers and electrical conductors, which are used in a massive way by electrical distribution companies such as ELECTRONORTE S.A.

It was necessary to reverse this situation in the assets contaminated with PCB's in the electric company ELECTRONORTE S.A.

This proposal is based on Perú commitment through the Stockholm Convention on POPs.

The results obtained verify the goodness of the proposal for a management and control system for power transformers contaminated with PCB's in the electric company ELECTRONORTE S.A., by means of the dechlorination method.

Keywords

Environmental management systems (EMS)

Risk management

Polychlorinated biphenyls (PCBs)

Dechlorination.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
I. INTRODUCCIÓN	8
II.MARCO TEÓRICO	10
2.1 Antecedentes del problema.	10
2.2. Bases teóricas científica	12
III.RESULTADOS	26
3.1.Realización del mapeo de la cantidad de transformadores existentes en el Departamento de Lambayeque con año de fabricación anterior a 1994	26
A.2. Resultados del Mapeo en provincia de Chiclayo.	29
A.3. Resultados del Mapeo en Provincia de Lambayeque.....	33
A.4. Resultados del Mapeo en provincia de Ferreñafe.	36
3.2 Determinación de la potencialidad de contaminación de PCB's en los trasformadores en servicio	38
3.3.3 Gestión De Riesgos	57
IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
V REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
VI ANEXOS.	92

I. INTRODUCCIÓN

Las empresas modernas actualmente realizan una gestión sostenible, para preservar integridad en las personas y trabajadores, confiriendo seguridad, salud, responsabilidad social y respeto por el medio ambiente para evitar que sus residuos generados por diversas actividades originen la preocupación social y conflictos sociales en cualquier parte del mundo donde se desarrollen labores, los mismos que están sujetos a fiscalización mediante legislación; sin embargo aún existe en países en vías de desarrollo la preocupación por falta de un compromiso real. En el Perú, el cambio de actitud de las empresas con el medio ambiente está siendo un proceso muy lento, y la respuesta es variada.

La economía en el país es una de las más dinámicas de América Latina con crecimiento notable del PBI alrededor del 6,1 % siendo los sectores más dinámicos del Perú son la minería, manufactura, energía, comercios y servicios (Diario Gestión, Lima, 30-05-2012). El crecimiento de la demanda eléctrica en nuestro país el año 2009 fue del 7,49% y lo que respecta a nuestra región, según la empresa comercializadora de energía ELECTRONORTE S.A. entre el periodo 2009 al 2011 fue de 8,3% dentro de su área de concesión (Anuario ENSA-2010) debido que en los últimos años la empresa eléctrica expandió su área de concesión electrificando localidades rurales, utilizando más equipos eléctricos en sus actividades, siendo la actividad de distribución la que genera el 75% de los residuos, por trabajos de mantenimiento de equipos eléctricos (transformadores, condensadores, interruptores y retiro/reparación de cables NKY) y distribución de energía eléctrica.

Según Paucarcaja, 2011 en su investigación cuantificó los residuos de las actividades eléctricas y determinó que no existe un adecuado retiro del equipo eléctrico desde el lugar de campo, traslado y recepción del mismo.

Los transformadores son equipos que tiene una vida útil de 20 a 25 años que con mantenimientos pueden llegar a extender a más tiempo útil; se estima que en ELECTRONORTE existen 2770 transformadores al año 2010, en servicio, el 44% de este activo está instalado en la unidad de negocio de Chiclayo representando la mayor aglomeración y el resto repartido en la unidad de negocio sucursales (39%) y cooperativas (17%) en el departamento, no dejando por esto ser también un tema de interés, por haber

existencias aun de transformadores antiguos en servicio. En ELECTRONORTE S.A. se estima que unidades anteriores al año de fabricación 1994, es posible que contengan PCB's siendo para la presente investigación un tema muy preocupante de ¿cómo gestionar y controlar las actividades de los transformadores que contienen aceites dieléctricos con una potencial contaminación con PCB's?

Ante lo expuesto anteriormente la presente investigación tiene como objetivo general elaborar una propuesta de un sistema de gestión y control de transformadores de potencia contaminados con PCB's en la empresa eléctrica ELECTRONORTE S.A. para desarrollar este objetivo se realizó un mapeo en el departamento de Lambayeque para cuantificar la cantidad de transformadores existentes, tomando como máximo año de fabricación 1994; en segundo lugar se determinó la potencialidad de contaminación de PCB's en los transformadores en servicio; y por último se propone una gestión y control de tratamiento de los transformadores contaminados.

La investigación presentada será importante para la empresa Electronorte S.A. pues contará con un sistema de gestión y control responsable con el medio ambiente, siendo una estrategia que permita una gestión orientada hacia y desde el medio ambiente siendo la más adecuada para evitar deficiencias en las actividades de distribución como son retiro, instalación y traslado de equipos, proponiendo un plan preventivo para la rotación de transformadores que contengan PCB's, además una adecuada disposición final de excedentes que se origina luego de las actividades de distribución y comercialización de energía eléctrica. Y de esta manera colaborar con el desarrollo institucional y regulatorio y fortalecer las capacidades de contingencia de respuesta en beneficio de los transeúntes y el recurso humano operativo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

La Agencia Internacional de investigación de Cáncer (IARC, International Agency for Research on Cancer), ha concluido de que existe una probable relación entre las exposiciones prolongadas de personas en ambientes laborales con altos niveles de PCB's y un aumento de la incidencia de cáncer, particularmente de hígado y riñón. Esta conclusión se basa en estudios de humanos expuestos a PCB's contaminados con dibenzofuranos policlorados, que jugarían un rol importante en el desarrollo del cáncer.

La mencionada Agencia Internacional para Investigación del Cáncer (IARC) considera al PCB's como probable carcinógeno en humanos (ASTDR 1997; IARC 1987) muchos de los datos de exposición de humanos, provienen de incidentes como contaminación de aceite comestible con PCB's y de exposiciones de trabajadores durante la fabricación PCB's y mantenimiento de equipos que los contienen.

Según Paucarcaja (2011) en su investigación "Tratamiento de los Residuos Eléctricos Generados por las Actividades de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica en La Empresa Electronorte S.A. realizó un proceso de clasificación y le fue posible determinar que no existía un control y adecuada manipulación de aceites dieléctricos en desuso y los que estuvieran contaminados con policlorobifenilos o bifenilos policlorados PCB's, los cuales son utilizados en equipos eléctricos como tales: en transformadores, condensadores y conductores eléctricos tripolares NKY.

Los primeros inventarios nacionales de PCB's canadienses, que fue publicado por el Consejo Canadiense del Ministerio del Medio Ambiente (CCME, Canadian Council of Ministers of the Environment), en 1988, proporcionaron datos sobre los desechos de PCB's solo en almacenamiento. Posteriormente, con el fin de mejorar el sistema de presentación de informes sobre los PCB's en Canadá y para proporcionar un inventario completo, se estableció un sistema de base de datos nacional, para incluir los datos sobre los PCB's en uso y como residuo en almacenamiento.

El suministro de información para la base de datos nacional es una iniciativa conjunta federal-provincial. Environment Canadá suministra datos sobre el uso de equipos que contienen PCB's, desechos de PCB's regulados federalmente, y desechos de PCB's en la Isla del Príncipe Eduardo, Saskatchewan, Yukon, los Territorios del Noroeste y Nunavut.

Los gobiernos de las provincias de Terranova y Labrador, Nueva Escocia, Nuevo Brunswick, Quebec, Ontario, Manitoba, Alberta, además los datos suministrados por British Columbia sobre los desechos de PCB's en almacenamiento dentro de sus respectivas jurisdicciones. Este antecedente puede ser aplicado en nuestra gestión y control para con los transformadores de potencia en uso y como residuo, que contienen PCB's en la empresa eléctrica Electronorte S.A." (Environment Canada,2005).

Los PCB's, son resistente al fuego, muy estable, no conduce electricidad y tiene baja volatilidad a temperaturas normales. Éstas y otras características lo han hecho ideal para la elaboración de una amplia gama de productos industriales y de consumo. Pero son estas mismas cualidades las que hacen al PCB's peligroso para el ambiente, especialmente su extrema resistencia a degradarse.

Durante los primeros 25 años de aplicación, no generó preocupaciones hasta que, en 1968, en Japón, se contaminó el arroz con los compuestos de este aceite. Los niños nacidos de madres que habían ingerido el aceite se caracterizaron por la pigmentación oscura de su piel, bajo peso al nacer, párpados hinchados e irrupción temprana de los dientes. Además, 1200 personas se envenenaron.

En el mismo país, otro incidente con PCB's provocó niños hipotónicos y de bajo coeficiente intelectual. Algo semejante sucedió en Taiwán y en Estados Unidos, donde los recién nacidos de madres que habían comido pescado de los lagos de Michigan, contaminado con bifenilos policlorinados, tenían mala memoria, un coeficiente intelectual bajo para su edad y la visión disminuida. Los científicos convienen en que es poco probable que la baja exposición a los PCBs a corto plazo genere lesiones serias. Sin embargo, la mayoría coincide sobre los efectos adversos provocados por la exposición a largo plazo, incluso en concentraciones bajas.

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

Diversos estudios sostienen la teoría de que los PCB's causan cáncer en los animales. También se comprobó que en los seres humanos puede provocar la misma enfermedad. Los análisis realizados en trabajadores expuestos a PCB's fueron preocupantes: se descubrieron casos de cáncer y la presencia de melanomas malignos. De esta manera, se confirmaría que el PCB's tenga riesgos cancerígenos para los seres humanos.

El PCB's tiene efectos tóxicos en los animales. Afecta el sistema nervioso, inmunológico, reproductivo y endocrinológico. ([www.profesormolina.com.ar / electromec/pcb](http://www.profesormolina.com.ar/electromec/pcb)).

2.2. Bases teóricas científicas

2.2.1. Sistemas de gestión ambiental (SGM)

La primera norma sobre SGM fue la desarrollada por la British Estándar Institución en el Reino Unido, la Norma BS 7750, que se aprobó experimentalmente en 1992.

La Norma BS 7750 surgió como consecuencia de un reconocimiento cada vez mayor del paralelismo entre la gestión de calidad y la del medio ambiente. Fue en la Confederación de la Industria Británica quien solicitó a la BSI la creación de una norma que facilitase a sus miembros la estructuración de su gestión medioambiental, al igual que se había hecho con la gestión de la calidad una de los objetivos de esta norma tiene la siguiente característica: Que considerase los aspectos medio ambientales de los procesos productivos, de los servicios y de los productos de la organización. Muchas naciones europeas acordaron utilizar de manera preliminar la Norma Británica; hasta que apareciera de una norma internacional.

En 1991 se presenta a la comisión europea el primer borrador de un reglamento europeo sobre gestión y auditorias medio ambientales, que compartía muchas de las ideas y filosofías del primer borrador de la BS 7750. Fue aprobado definitivamente en 1993 como reglamento CEE 1836/93, por el que se permite que la empresa del sector industrial se adhiera con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditorias medio ambientales, más comúnmente

La implantación de un sistema de gestión de medioambiental (SGM) es poco aplicable y solo las empresas que desean integrar el factor medio ambiental en todas y cada una de sus funciones de la organización a través de una política clara y sincera (Sans Ramón. 1989. Ingeniería ambiental Contaminación y tratamientos).

2.2.2 Aceites de transformadores

Los aceites de transformadores basados en bifenilos policlorados (PCB) fueron bastante demandados por la industria hasta fines de los años 70; cuando resultaron evidentes la concentración de los PCB en el medio ambiente y sus peligros potenciales. A partir de los siguientes años fueron prohibidas su utilización en la industria. Y como tal ahora los clientes especiales con sistema de utilización propio están obligados a sustituir sus unidades de manera definitiva. Los PCB son hidrocarburos clorados de uso muy extendido en la industria por un tiempo estimado de 40 años desde su aparición. Se componen de dos anillos de benceno unidos por un enlace carbono-carbono, con átomos de cloro que han sustituido los 10 átomos restantes de carbono o algunos de ellos.

El valor de los PCB para aplicaciones industriales reside en su inercia química, su estabilidad a las altas temperaturas, su no inflamabilidad, su baja presión de vapor y su alta constante dieléctrica. Los PCB consiguieron penetrar en todos los ramos de la industria durante la primera mitad del s.XX. Generalmente se utilizaban como refrigerantes en los transformadores (sustituyendo así la refrigeración por aire, que era complicada, cara y poco fiable) y como dieléctrico en los condensadores. (Transformadores de PBC: una amenaza. medioambiental.<http://www.revistadyna.com/Dyna/cms/articulos/FichaArticulos.asp> (accesado octubre, 12. 2012).

2.2.3. Residuos

Los residuos están definidos como desechos, sustancias u objetos destinados al abandono y en muchos casos al abandono incontrolado y peligroso. Y para esta investigación en adelante se considera residuo a todo excedente que se origina luego de las actividades de distribución y comercialización de energía eléctrica.

Es imprescindible definir y caracterizar los residuos además de cuantificarlos por la actividad que los genera, con el fin de detectar su nivel de peligrosidad y proporcionarles el tratamiento y eliminación adecuados. Entre los principales riesgos que afectan a la humanidad se encuentran los residuos tóxicos y peligrosos y los radioactivos, uniéndose a su peligrosidad las dificultades que existe para encontrar soluciones y tratamientos adecuados para su control y eliminación.

Además de una gran variedad de efectos perjudiciales para la humanidad y para el medio ambiente, ya que los productos industriales pueden ser explosivos, comburentes,

inflamables, tóxicos, irritantes nocivos, cancerígenos; características que definen a los residuos tóxicos y peligroso. (Bautista 1998)

Según Castells. 2000. Considera la clasificación de los residuos como: especiales, aquellos residuos que por sus características tóxicas o peligrosas precisan de un tratamiento específico y un control periódico; no especial, aquellos residuos que sufriendo transformaciones no son peligrosos e inertes a aquellos residuos que no sufren ningún tipo de cambio fisicoquímico.

Los Residuos industriales como aquellos residuos generados en las actividades de las diferentes ramas industriales; asimismo aquellos que se originan en los procesos productivos, durante la realización de las obras de infraestructura o mantenimiento. A su vez, también se los clasifica teniendo en cuenta el tratamiento diferencial que se le debe dar.

Residuos Peligrosos, considerado peligroso todo residuo que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo o pueden causar daño directo o indirecto a la salud y al ambiente. (Environmental Protection Agency-2001).

2.2.4. Transformadores de potencia

Los transformadores además de representar una inversión considerable, son esenciales para el mantenimiento de la importantísima continuidad del servicio eléctrico. La falla de un transformador puede traer consigo una variedad de consecuencias perjudiciales para los instrumentos o aparatos asociados a él. En consecuencia, es importante que se conserven los transformadores para evitar fallas desarrollando o ampliando métodos para descubrirlas e iniciar alguna acción protectora ante que ocurra un daño serio.

En servicio, los transformadores de potencia están sujetas a condiciones tales como temperatura excesiva, presencia de oxígeno y humedad y combinados con los esfuerzos eléctricos aligeran los procesos de degradación del sistema de aislamiento entre otras causas que provocan la aceleración de proceso son los productos de descomposición del aceite.

El proceso de degradación evoluciona gradualmente hasta presentarse la falla que en ocasiones puede ser catastrófica principalmente para el medio ambiente

2.2.4.1. Generalidades

El transformador de potencia es una máquina estática, dado que no lleva partes móviles, por lo que no va a tener pérdidas mecánicas debido a rozamientos, etc., lo que va a permitir transformadores con rendimientos superiores a 90 %.

El transformador es una máquina en la cual la energía eléctrica es transformada en sus dos factores: tensión e intensidad.

La utilidad de estas máquinas estáticas de inducción es extraordinaria. A ellos se debe la obtención de modo práctico de tensiones muy elevadas y por esto es posible transportar grandes niveles de energía

Este transformador tiene en su interior dos bobinados devanado primario y al otro devanado secundario (análogo al devanado inductor e inducido respectivamente del resto de las máquinas eléctricas). El núcleo magnético está formado por chapas aisladas unas de otras con el fin de reducir las pérdidas por corrientes de Foucault.

Los transformadores trifásicos disponen de tres devanados primarios y tres devanados secundarios, que pueden ser conectados en estrella, triángulo, zigzag, etc. Y como en todo sistema trifásico deberemos tener en cuenta que tenemos dos tensiones distintas de línea y de fase.

La organización de normas americana American National Standard Institute / Institute of Electrical and Electronic Engineers (ANSI/IEEE) considera que la vida de los transformadores ha de ser de 20 a 25 años. Este estimado es basándonos en una operación continua con potencia de salida de diseño, operando con una temperatura promedio de 40 °C, y una temperatura de operación límite de 65 °C, asumiendo que el transformador recibe un adecuado mantenimiento.

El transformador es una máquina estática de inducción en la cual la energía eléctrica es transformada en sus dos factores: tensión e intensidad.

La utilidad de estas máquinas estáticas de inducción es extraordinaria. A ellos se debe la obtención de modo práctico de tensiones muy elevadas y por esto es posible transportar grandes niveles de energía.

2.2.5. DISPOSICIÓN CONSTRUCTIVA DE TRANSFORMADORES

A). Partes constructivas del transformador

A.1. El Núcleo

Constituido por chapas magnéticas de 0,35mm de grueso. Anteriormente se utilizaban planchas aleadas, con contenido de silicio, cuya cifra de pérdidas era de 1 a 1,5 W/kg. En la actualidad se utilizan casi exclusivamente las chapas magnéticas de grano orientado, cuyas pérdidas se redujeron solamente a 0,4 a 0,6 W/kg en el sentido más apropiado. Todas las chapas magnéticas van aisladas en ambos lados, por medio de esmalte o con aislamiento de papel; esto se hace así para reducir las pérdidas por corriente parasitas.

A.2. Arrollamientos

En los transformadores los pueden ser de una sola capa o constituidos por bobinas, siendo las últimas las utilizadas en los transformadores de grandes potencias, por su fácil adaptación a diferentes tensiones y corrientes.

Generalmente un transformador está constituido por dos arrollamientos: primario y secundario, o también llamadas de alta tensión y de baja tensión.

Los arrollamientos, en forma de bobinas, utilizan el cobre como conductor en forma general. En los arrollamientos para intensidades de corrientes elevadas se utilizan arrollamientos de sección rectangular con aristas redondeadas. Estas bobinas se instalan dentro de tubos aislantes de papel baquelizado o por tiras presspan; estas disposiciones favorecen la circulación del fluido refrigerante.

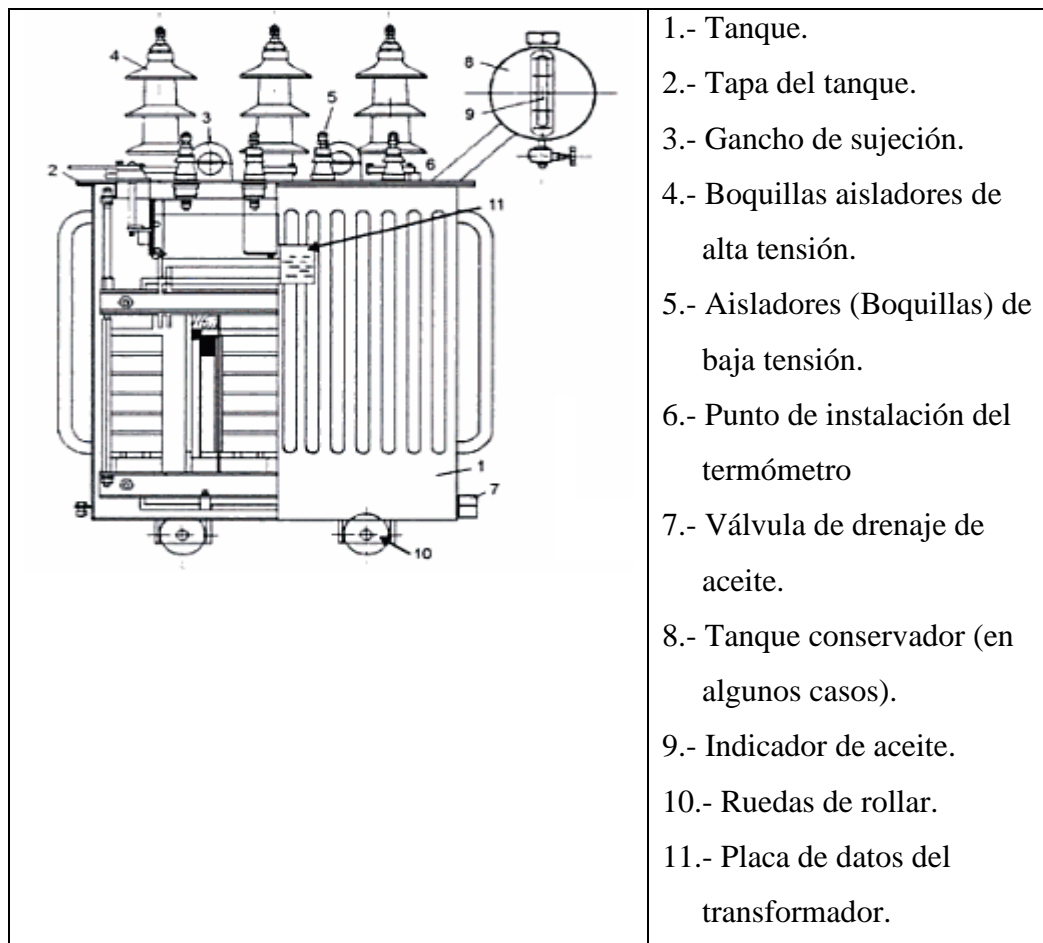
A.3. Aisladores Pasatapas

Los conductores de los respectivos bobinados salen al exterior por medio de aisladores Pasatapas para transformadores (Bushisng), A manera reglamentaria van instalados en la tapa del transformador, son fáciles de instalar, se construyen de porcelana, siendo lisos y formados por diversas campañas en relación a los niveles de voltaje que pueden llegar hasta 500 kV, poseen una alta resistencia mecánica.

A.4. Terminales

Los terminales o bornes para las tensiones muy altas se componen de un tubo metálico central rodeado de un cuerpo cilíndrico que se encuentra alojado en el centro de aislador, para evitar el paso de la humedad, el extremo superior del borne se cierra por un casquete de plancha soldada y juntas de caucho.

Figura 1. Principales partes de un transformador de potencia sumergido en aceite con depósito de expansión.



Fuente (Libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos; pag.56)

B) ACCESORIOS

B.1. Depósito conservador de aceite o Tanque de expansión

Es un depósito ubicado en la parte superior de tapa del transformador se comunica a través de tubos con la caja que se encuentra totalmente cerrada; en este depósito la temperatura del aceite es más baja debido que en ellos apenas hay circulación.

El tanque de expansión cumple tres importantes funciones:

- i. Mantener constante el nivel de aceite en la caja o cuba del transformador.
- ii. Evitar el envejecimiento prematuro del aceite.
- iii. Impedir la absorción de humedad.

B.2. Indicador de nivel de aceite

Instalado generalmente sobre las paredes laterales del depósito conservador cuya aguja indica las fluctuaciones de nivel del aceite. En los transformadores de menor capacidad en una simple mirilla circular con una señal que indica el nivel mínimo de aceite.

B.3. Radiadores

Es una unidad de refrigeración eficaz, diseñada para su uso en medianos y grandes maquinas estáticas con circulación natural del aceite. El accesorio es desmontable y se separa del transformador ya sea para mantenimiento o transporte. El radiador tiene secciones de refrigeración verticales, en las cuales el aceite circula y se enfría, estos elementos son de construcción totalmente metálica, todos los extremos están soldados al colector metálico, que tiene los elementos necesarios para su unión al transformador. Para prever refrigeración adicional se usan ventiladores.

B.4. Válvulas y tubos de seguridad

Montados a la altura de la tapa del transformador y que sirven para proteger a la cuba contra sobrepresiones elevadas, que pueden resultar peligrosas para el operador de patio de transformación, por ejemplo, cuando se produce un cortocircuito interno origina un elevado calentamiento del aceite dieléctrico de transformador, que en parte se evapora produciendo gran cantidad de burbujas de gas que provocan sobrepresiones sobre las paredes interiores de la cuba del transformador.

2.2.6 Residuos generados por la actividad eléctrica

C.1 Aceites minerales usados

Son fracciones seleccionadas de aceites minerales (hidrocarburos) refinados empleados en la lubricación de superficies móviles, generalmente mecánica y abarca desde, maquinarias de precisión hasta equipos pesados (Transformadores).

Estos aceites pueden ser de tipo hidráulico, sintéticos, o dieléctricos o sus mezclas, estos se generan por el mantenimiento de los equipos en taller y en campo.

Eliminar aceites usados sin ningún tipo de control contamina gravemente el medio ambiente. Si se vierten al suelo, estamos contaminando las aguas (ríos y acuíferos). Si se vierten en la alcantarilla, contaminamos los ríos y dificultamos el buen funcionamiento de las plantas depuradoras. Si se queman en forma inadecuada, contaminan la atmósfera.

C.2. Aceites Dieléctricos

Estos son aceites con características dieléctricas, en este tipo de aceites es necesario verificar la concentración de PCB (Bifenilo policlorado) el cual es un producto químico altamente peligrosos. Las principales fuentes:

1. Transformadores
2. Condensadores
3. Cajas de control
4. Cables con aceite.
5. Otros.

C.3. Maestranza de Transformadores

Durante las tareas de mantenimiento de los transformadores, además de los mismos equipos retirados en su totalidad por avería; generalmente se generan los siguientes residuos de:

1. Aceites dieléctricos usados.
2. Trapos y / o waypes (contaminados por la limpieza del equipo)
3. Residuos de empaquetaduras de neopreno y/o nitrilo y/o asbesto (debajo de tapa; a manera de ilustración observar la figura 1).
4. Residuos de pinturas
5. Residuos de solventes y / o limpiadores base agua.
6. Residuos de grasas siliconadas.
7. Cambio de piezas.

C.4 Los policlorobifenilos (PCB)

Los PCBs son un grupo de más de 200 sustancias químicas sintéticas (no existen fuentes naturales de ellos) formados por cloro, carbono e hidrógeno.

Se caracterizan por ser resistentes al fuego, extremadamente estables, no conducen la electricidad y presentan baja volatilidad a temperaturas normales.

Al ser resistentes a la degradación permanecen en el medio ambiente por décadas. Por su estabilidad y difícil degradabilidad, pertenecen al grupo de contaminantes orgánicos persistentes o COPs. Esta condición es la principal causa de preocupación en salud pública, al estar asociadas a diversos riesgos para la salud.

Los PCBs son empleados en diversas actividades industriales, por sus características físico químicas; encontrándose difundidos en la vida cotidiana:

- Refrigerantes en transformadores eléctricos,
- Resistencias, inductores, condensadores eléctricos,
- Equipos con fluidos termo-conductores,
- Equipos subterráneos de minas con fluidos hidráulicos, asfaltos, medios de montaje de microscopios y aceites de inmersión.
- Filtros aislantes de ruido, paneles aislantes de techo, materiales plásticos,
- Electrodomésticos antiguos (televisores, heladeras, equipos de aire acondicionado, ventiladores de techo, hornos de microondas, freidoras industriales, equipos electrónicos)-En 1977 dejó de usarse en USA.
- Plaguicidas, agroquímicos,
- Solventes clorados de pinturas, tintas y lacas.

Los PCBs pueden contaminar al agua, el aire y al suelo durante su manufactura y uso; los desechos en vertederos, pueden persistir a la actualidad.

Los PCBs contaminan al ambiente a través de derrames y escapes accidentales durante su transporte, escapes o incendios de transformadores, condensadores u otros productos con PCBs.

Pueden ser liberados al ambiente desde sitios de desechos peligrosos que contienen PCBs, descargas ilegales o impropias de residuos de PCBs (líquidos de transformadores, escapes de transformadores que tienen PCBs).

Por la disposición de productos de consumo que contienen PCBs en vertederos municipales o en otros vertederos no diseñados para el manejo de desechos peligrosos.

No se degradan fácilmente, por lo tanto, pueden permanecer en el ambiente largo tiempo y circular fácilmente entre el aire, el agua y el suelo. Los PCBs pueden contaminar el aire por evaporación desde el suelo o agua.

En el aire, los PCBs pueden ser transportados a largas distancias; es así como han sido detectados en la nieve y agua de mar lejos de donde fueron liberados al ambiente. Como consecuencia, los PCBs se encuentran en todo el planeta. (acezadhttp://siscop.ine.gob.mx/descargas/pnis/colombia_inventario_pcb.)

2.2.7 Método de Químico de dechlorización con sodio

La tecnología más frecuente se basa en el uso de sodio metálico para desclorar las moléculas de PCB y dar un aceite que puede reutilizarse, en el transformador o de cualquier otra manera. La tecnología tiene sobre la incineración la ventaja de que no sólo es menos costosa, sino que además permite recuperar y reutilizar el aceite. El sodio es un metal reactivo que se oxida con facilidad; reacciona violentamente con el agua dando gas hidrógeno y con riesgo de incendio. Tiene fuerte afinidad por ciertos elementos, incluido el cloro. Ésta es la propiedad que se explota en la tecnología de descontaminación por sodio metálico: el sodio reacciona con los átomos de cloro de las moléculas de PCB dando cloruro sódico.

La introducción de sodio metálico en un aceite de PCB provoca una reacción cuya velocidad depende de la interfaz metal–aceite. La velocidad de reacción entre el metal sólido y los aceites que contienen PCB depende de la amplitud de esta interfaz, de manera que cuanto más finas sean las partículas metálicas, más rápida será la reacción. Las dispersiones de sodio que actualmente se proponen son extraordinariamente finas y parecen emulsiones, de manera que poseen una elevada área de superficie metálica. La dispersión se utiliza a una temperatura superior al punto de fusión del sodio, es decir, 98°C. Por ser líquida, la superficie metálica se puede renovar continuamente. De esta forma se puede alcanzar una velocidad de reacción razonable lo que reduce el costo del proceso de descontaminación.

Cuando los PCB reaccionan con sodio metálico pueden producirse reacciones secundarias. Durante la fase de descloración, las moléculas cloradas intermedias pueden polimerizarse y conducir a la formación de un sólido (polímero) que contiene cloro. El producto ya no se

puede desclorar más y se precipita de la reacción en forma sólida. Por consiguiente, un proceso "limpio" deberá evitar o bien la formación del polímero (lo que se consigue en una o dos tecnologías identificadas) o bien deberá tener en cuenta a la formación de este sólido e introducir una fase de separación que permita obtener un aceite puro reutilizable.

2.2.7.1 Proceso químico KPEG

Este es un método de descloración de bifenilos policlorados donde la descomposición de los componentes orgánicos halogenados puede llevarse a cabo eficientemente usando un reactivo producido por la reacción de un hidróxido de metal alcalino, un poliglicol o poliglicol monoalquil éter, y oxígeno, resultando un polietilenglicolato de metal alcalino. La descomposición se logra por la reacción de un compuesto orgánico halogenado con el reactivo de descomposición en presencia de oxígeno. Esto se puede lograr fácilmente mezclando los reactantes a temperatura ambiente en un reactor abierto a la atmósfera. La descomposición de PCB's usando este método produce productos relativamente inocuos, los principales son cloruro de sodio y varios compuestos orgánicos deshalogenados, como por ejemplo derivados fenólicos de los PCB's.

La destrucción de los PCB's en un medio no polar, usando KPEG como agente de descloración, implica la sustitución nucleofílica aromática de los cloruros de los PCBs por el alcóxido de polietilenglicol para producir un aril polietilenglicolato y una sal en este caso, KCl.

El aceite contaminado con PCB's, es mezclado con el hidróxido de sodio NaOH líquido y luego se pasa a través de una columna que contiene un filtrante adsorbente. Un adsorbente particular recomendable es la alúmina activada, por sus buenas características de adsorción y debido a que puede ser reactivada después de usarse. En este proceso también se presenta una reacción de sustitución, así: Se tomó como base para realizar el experimento, el ejemplo 3 de la patente mencionada, que dice lo siguiente: "Se desarrollaron en una prueba para aceites que contenían aproximadamente 500 ppm de Aroclor 1260. Se calentó una muestra de 1 gram0 de aceite contaminado a 145°C y se agitaron en el líquido en respectiva cantidad de NaOH liquido de 15ml durante aproximadamente 60 minutos, casi se alcanzó la completa descloración del inerten. En otra prueba, 2 gramos de inerten se mesclaron con el reactivo con NaOH sólido y se mantuvo la temperatura de reacción de 120°C. Se alcanzó una descloración

de los PCB's entre un 85% y un 90%. La patente mencionada también desarrollo otras pruebas con reactivo El hidróxido de potasio (también conocido como potasa cáustica) KOH, absorbente y dice la siguiente: “El aceite tratado se filtró en cantidades de 50 ml a través de tubos cromatográficos que contenían 50 gramos de alúmina activada. Un análisis cromatográfico del filtrado mostró que después de la primera filtración, la cantidad residual de PCB's variaban de 390 ppm para las muestras con 12 gramos de KOH hasta 15 ppm o menos de contaminante remanente en el filtrado de las muestras con 6 gramos de KOH por cada 50 gramos de adsorbente usado. Por consiguiente, la evidencia de las pruebas antedichas indica que una relación másica de hidróxido alcalino - metálico a adsorbente de aproximadamente 0,06 produce una buena eliminación del contaminante del líquido filtrado de acuerdo con el proceso descrito. Esta relación es importante porque indica que el reactivo, cuando se mezcla con el aceite contaminado, produce un residuo o lodo que puede saturar el adsorbente, por tanto, una cantidad menor de reactivo produce menos residuos en el líquido tratado.” (XXII. Lopera P, E.2006. Universidad Nacional de Colombia- 2006. Informe Maestría Química en ingeniería química de-2006. Purificación de Aceites aislantes contaminados con Bifenilos Policlorados (PCB's)).

Tabla 1. Cantidad de PEG a utilizar según concentración de PCB's y volumen de aceite.

Volumen de aceite (litros)	Concentración inicial de PCB's (ppm)						
	100	250	500	1000	2000	4000	8000
	Cantidad de PEG (litros)						
100	0.218	0.544	1.088	21.750	4.350	8.700	17.400
250	0.544	1.359	2.719	5.438	10.875	21.750	43.500
500	1.088	2.719	5.438	10.875	21.750	43.500	87.000
1000	2.175	5.438	10.875	21.750	43.500	87.000	174.000
2000	4.350	10.875	21.750	43.500	87.000	174.000	348.000

Fuente. Elaboración propia

Tabla 2. Cantidad de KOH a utilizar según concentración de PCB's y volumen de aceite.

Volumen de aceite (litros)	Concentración inicial de PCB's (ppm)						
	100	250	500	1000	2000	4000	8000
	Cantidad de KOH requeridos (Kg)						
100	0.044	0.109	0.435	0.870	1.740	1.740	3.480
250	0.109	0.272	1.088	2.175	4.350	4.350	8.700
500	0.218	0.544	2.175	4.350	8.700	8.700	17.400
1000	0.435	1.088	4.350	8.700	17.400	17.400	34.800
2000	0.870	2.175	8.700	17.400	34.800	34.800	69.600

Fuente. Elaboración propia

2.2.8 Contexto regulatorio

2.2.8.1 Ley General de Residuos Sólidos

La Ley n° 27314, “Ley General de Residuo sólidos” y su Reglamento D.S. N° 057-2004-PCM, establecen las pautas para la gestión y manejo de los residuos sólidos; en su primer artículo, establece los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto para asegurar una gestión y manejo de los residuos que se generan por las diversas actividades.

Aunque no existe una regulación específica para la gestión de los PCB en el Perú, determinados aspectos de la gestión de los PCB están incluidos en diferentes leyes o normas técnicas para el manejo y gestión de PCB, a saber:

Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos (10.07.2000). Es el marco legal para la gestión de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, incluidos los PCB. Esta ley establece que cualquier residuo sólido que contenga PCB en concentración igual o superior a 50 mg/kg es declarado como residuo peligroso. Bajo el sistema legal peruano sin embargo, las leyes no pueden ser aplicadas y hacerlas cumplir hasta que regulaciones específicas sean preparadas y emitidas por los ministerios pertinentes. Este marco legal establece una cláusula general aplicable para los aceites, solventes y otros líquidos industriales.

2.2.8.2 Decreto Supremo N° 057-2004-PCM

La regulación relativa a los PCBs está en el Decreto Supremo N° 057-2004-PCM (07/22/2004) en el marco del Ley General de Residuos Sólidos. Este Reglamento incluye residuos de aceite y solventes industriales, en su Novena Disposición Complementaria, Transitoria y Final. Por lo tanto, estos residuos líquidos peligrosos están cubiertos por la Ley para su gestión ambientalmente segura, y tienen que ser manejados por empresas registradas (EPS-RS o EC- RS). Estas empresas deben ser autorizadas por la DIGESA para el tratamiento y disposición final de los PCBs hasta que una ley específica se promulgue. Específicamente, estos residuos contaminados con PCB se encuentran listados en el Anexo 4, Lista A: Residuos Peligrosos, 3.18, "Residuos y materiales que son, contienen, o están contaminados con bifenilos policlorados (PCBs), terfenilos policlorados (PCT), naftaleno policlorados (PCN) o bifenilos polybromados (PBB), o cualquier otro polybromado análogo que la concentración es superior a 50 mg/kg". (Proyecto PCBs UNIDO DIGESA GF - PER/10/001).

III. RESULTADOS

3.1. Realización del mapeo de la cantidad de transformadores existentes en el Departamento de Lambayeque con año de fabricación anterior a 1994

Antes de iniciar el mapeo se solicitó al encargado del área de fiscalización y medio ambiente ser parte de las actividades que se realizaran para la identificación de transformadores anteriores al 1994 pre- establecido por Electronorte S.A. para asegurar el proceso de la actividad; para esto el encargado facilitó al investigador, la data de los transformadores existentes que están en servicio en el ámbito de concesión eléctrica de Lambayeque, para primeramente analizar, seleccionar la data, ubicar el equipo y verificar si los datos realmente eran los correctos. Además, proporcionaron al investigador para realizar este objetivo el programa GIS (sistema de interface geo-referencial) que, usando funciones atribuidas a este programa, se ingresan los códigos y obtienes una referencia de la ubicación de los transformadores, para luego desplazarse al lugar físicamente con apoyo de la unidad móvil asignada a esta área.

La coordinación con el personal técnico de campo fue importante al cual también se le entregó los recursos informativos para verificarla insitu, y para luego traerla a la oficina para trabajar y actualizar la información suministrada por el personal técnico.

Una vez llegado al lugar se observaron los datos de placa y a la vez se extrae una muestra del aceite dieléctrico del transformador.

Después de tabular los resultados contrastados en campo, como podemos observar en Tabla N°3 que el lugar más crítico es la provincia de Chiclayo, que del total de 455 transformadores analizados, 365 están instalados en la provincia de Chiclayo, 85 están instalados en la provincia de Lambayeque y 5 están instalados en la provincia de Ferreñafe.

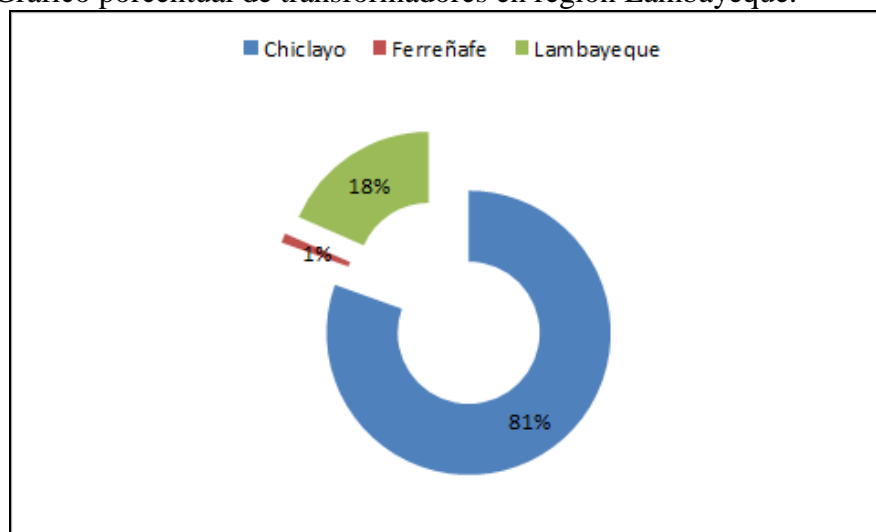
Tabla 3. Cantidad de transformadores instalados en Dpto. Lambayeque con año de Fabricación anterior al año 1994.

Región	Provincia	Cantidad Transformadores	Peso (kg)
Lambayeque	Chiclayo	371	263.180,00
	Ferreñafe	5	2.414,00
	Lambayeque	85	56.607,00
Total		461	322.201,00

Datos de transformadores en servicio entre los años de fabricación 1965 – 1994_ Elaboración Propia.

Al realizar una representación (ver figura N°2) en porcentaje apreciamos que la provincia de Chiclayo contiene el 81%, la provincia de Lambayeque el 18% y la provincia de Ferreñafe el 1% del total de transformadores con año de fabricación anterior al 1,994.

Figura 2. Gráfico porcentual de transformadores en región Lambayeque.



Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

Al tabular por cada año, podemos apreciar en tabla N° 4 que en la Provincia de Chiclayo existe 1 transformador con año de fabricación 1,973 y 1,974 respectivamente, 11 máquinas con año de fabricación 1,977 y 1,979, y en la provincia de Lambayeque 5 con año de fabricación 1,978 y 2 del año 1,979 que serían los más antiguos y en comparación para el

rango de años 1,973 y 1,977 con las provincias de Ferreñafe y Lambayeque no hay existencias de transformadores en servicio.

Tabla 4. Cantidad desagregada de transformadores instalados en Dpto. Lambayeque con año de Fabricación anterior al año 1994.

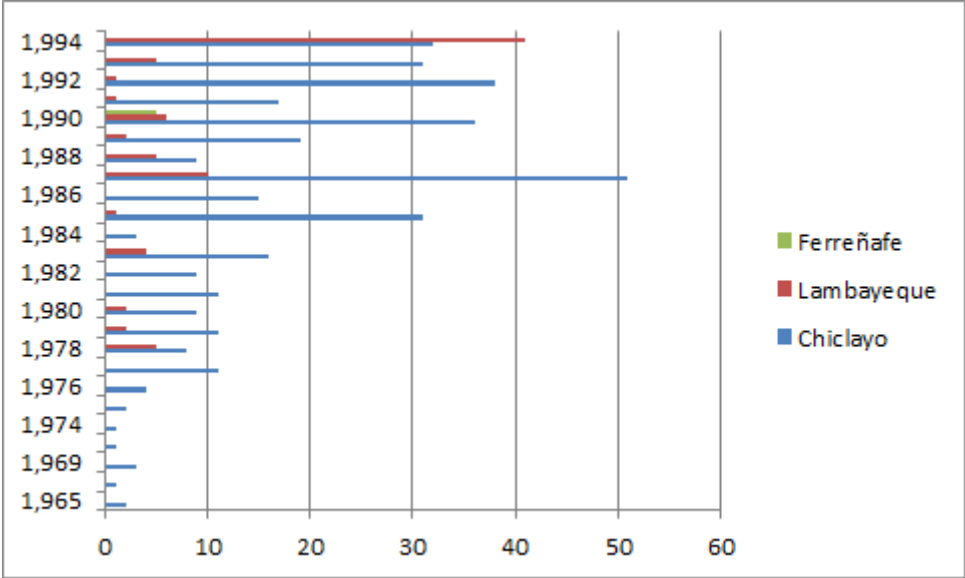
Año de fabricación	Provincia			Total general
	Chiclayo	Ferreñafe	Lambayeque	
1,965	2			2
1,967	1			1
1,969	3			3
1973	1			1
1974	1			1
1975	2			2
1976	4			4
1977	11			11
1978	8		5	13
1979	11		2	13
1980	9		2	11
1981	11			11
1982	9			9
1983	16		4	20
1984	3			3
1985	31		1	32
1986	15			15
1987	51		10	61
1988	9		5	14
1989	19		2	21
1990	36	5	6	47
1991	17		1	18
1992	38		1	39
1993	31		5	36
1994	32		41	73
Total general	371	5	85	461

Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

Como podemos apreciar, la barra de color azul en el figura N° 3, nos muestra gráficamente de manera rápida, que en la Provincia de Chiclayo existen más maquinas eléctricas

instaladas, si tomamos como referencia el año de 1,987 y solo la provincia de Lambayeque instalo más maquinas el año de 1,994.

Figura 3. Gráfico de barras desagregado de transformadores en Dpto. Lambayeque.



Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

A.2. Resultados del Mapeo en provincia de Chiclayo

Después de tabular los resultados como podemos apreciar en Tabla N°5 que el lugar más crítico es la provincia de Chiclayo, que del total de 365 transformadores tabulados; 178 están instalados en distrito de Chiclayo; 56 están instalados en distrito de José L. Ortiz; 47 están instalados en distrito de La Victoria; 41 están instalados en distrito de Pimente y los demás distritos contienen un número promedio de 4 transformadores.

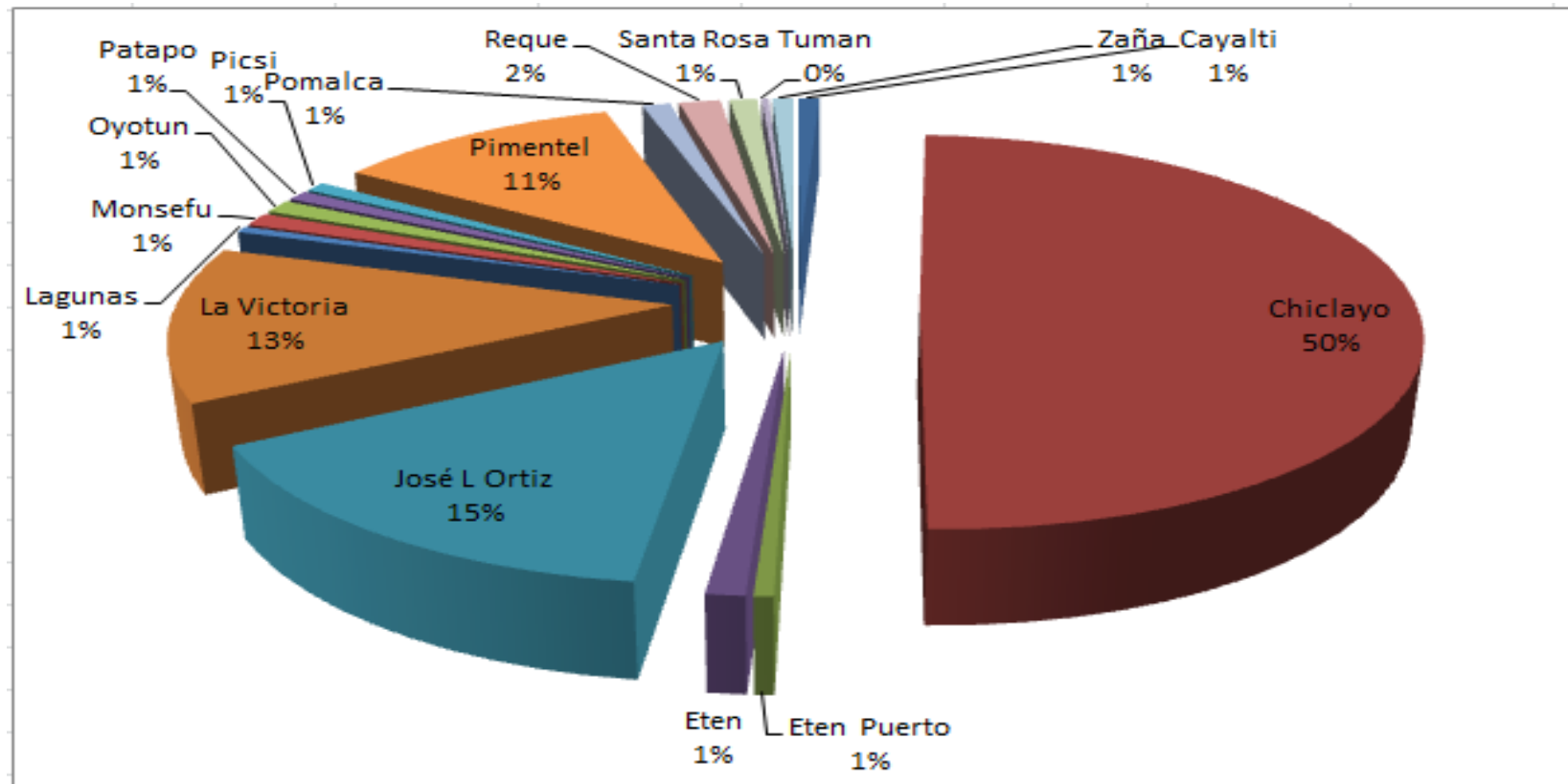
Tabla 5. Cantidad desagregada de transformadores instalados en provincia de Chiclayo con año de Fabricación anterior al año 1994.

Año de Fabricación	Cayalti	Chiclayo	Eten Puerto	Eten	José L Ortiz	La Victoria	Lagunas	Monsefu	Oyotun	Patapo	Ptcsi	Pimentel	Pomalca	Reque	Santa Rosa	Tuman	Zaña	Total
1,965		2																2
1,967		3																3
1,969		1																1
1,973												1						1
1,974		1																1
1,975										2								2
1,976		1								1		1				1		4
1,977		6			1	1						3						11
1,978		3			1	1						3						8
1,979		8			1	2												11
1,980		5				1						3						9
1,981		9										1			1			11
1,982		4			1	2						2						9
1,983		11			4							1						16
1,984		3																3
1,985		15			7	7	1					1						31
1,986		9			2							3	1					15
1,987	3	23		2	7	4	1	3					2	6				51
1,988		1			1	2			3			1			1			9
1,989		10		2	2	4						1						19
1,990		12			7	5		1			2	6					3	36
1,991		8				5						3			1			17
1,992		22			7	3			1			5						38
1,993		13			10	3					1	3			1			31
1,994		14	2		5	7						3	1					32
Total	3	184	2	4	56	47	2	4	4	3	3	41	4	6	4	1	3	371

Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

Al realizar una representación (ver figura N°4) en porcentaje apreciamos que el distrito de Chiclayo contiene el 49%; el Distrito de José L. Ortiz contiene el 15%; el Distrito de José La Victoria contiene el 13%; el Distrito de Pimentel contiene el 11%; y el resto de distrito con un promedio de 1% del total de transformadores de año de fabricación anterior al 1,994.

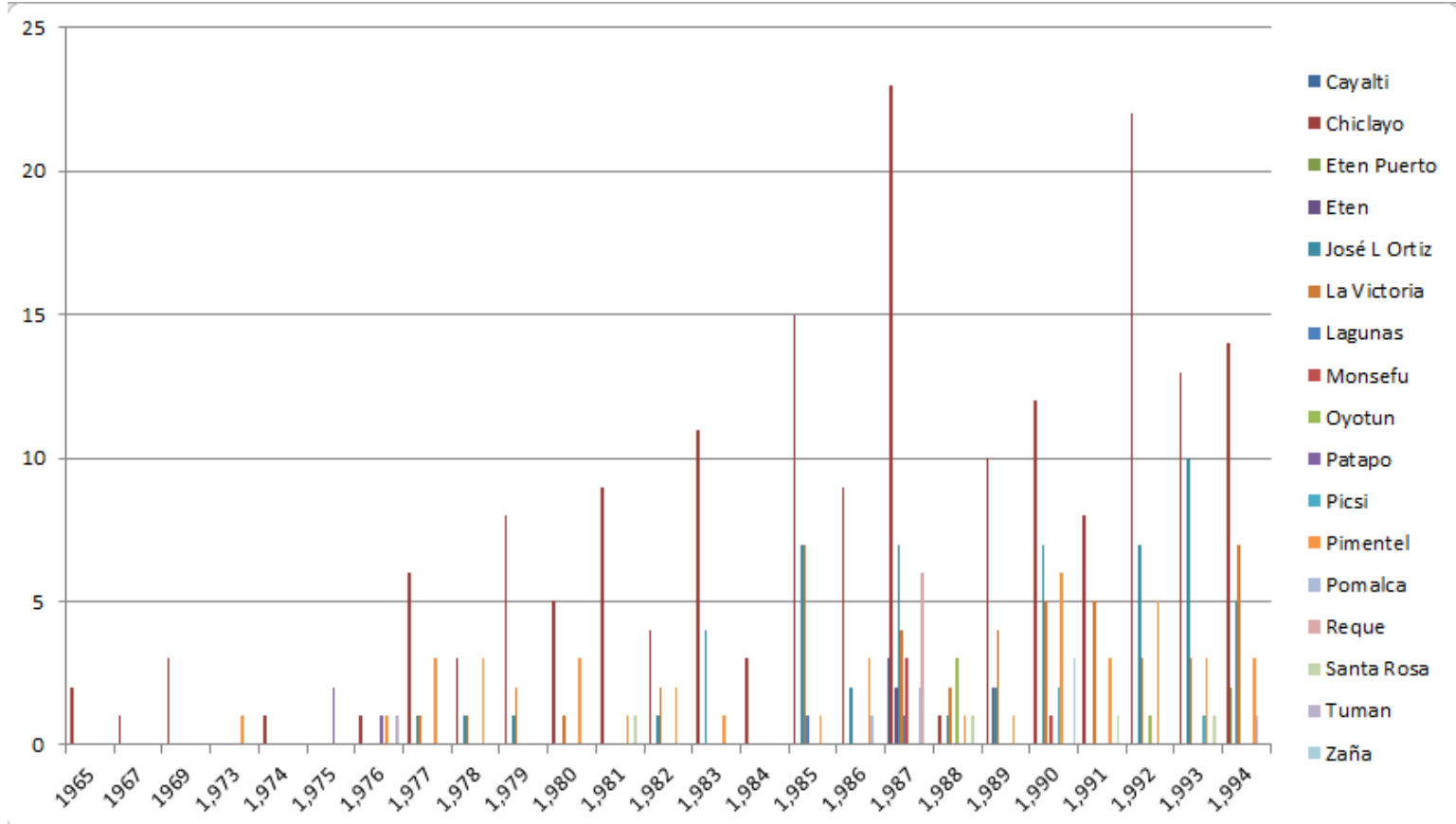
Figura 4. Gráfico porcentual de transformadores en Provincia de Chiclayo.



Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

Como podemos apreciar en la figura N° 5, existen dos barras con mayor número de existencias, que nos muestra gráficamente de manera rápida, que en el Distrito de Chiclayo existen más maquinas eléctricas instaladas, si tomamos como referencia el año de 1,987, 1,992 y el año 1,994.

Figura 5. Gráfico de barras de transformadores año de fabricación anterior a 1994 en Provincia de Chiclayo.



Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

A.3. Resultados del Mapeo en Provincia de Lambayeque

Al tabular por cada año, podemos apreciar en Tabla N° 6 la Provincia de Lambayeque existe 3 transformadores con año de fabricación 1,978 en el Distrito de Lambayeque; además de este mismo año existe una unidad en distrito de Mochumi y Olmos; 1 transformador con año de fabricación 1,979 instalados en los distritos de Pacora y San José respectivamente; 1 transformador con año de fabricación 1,980 instalados en los distritos de Lambayeque y San José respectivamente; 03 máquinas con año de fabricación 1,983 en el distrito de Lambayeque y una unidad del mismo año en el distrito de Olmos; 1 transformador con año de fabricación 1,985 instalados en los distritos de Lambayeque; del año de fabricación 1987 existen en total 10 transformadores instalados de los cuales 3 se encuentran en distrito de Jayanca; 1 en distrito de Lambayeque, 1 en distrito de Motupe, 4 en distrito de Olmos y 01 en San José; del año 1988 existen en total 5 transformadores instalados de los cuales 1 se encuentran en distrito de Jayanca; 1 en distrito de Lambayeque, 1 en distrito de Motupe y 02 en San José; del año 1989 existen en total 2 transformadores instalados de los cuales 1 se encuentran en distrito de Lambayeque, 1 en distrito de Mochumi; del año 1990 existen en total 6 transformadores instalados de los cuales 1 se encuentran en distrito de Lambayeque, 1 en distrito de Motupe y 04 en Olmos; del año 1991 existen 1, se encuentran instalado en distrito de Olmos; del año 1992 existen 1 se encuentran instalado en distrito de Lambayeque; del año 1993 existen 5, se encuentran instalado en distrito de Lambayeque del año 1994 existen en total 41 transformadores instalados de los cuales 06 se encuentran en distrito de Illimo; 07 en distrito de Jayanca, 11 en distrito de Lambayeque, 03 en el distrito de Mochumi, 03 en distrito de Motupe, 1 en el distrito de Olmos, 03 en distrito de Pacora, 02 en distrito de Salas y 05 en distrito de Tucume.

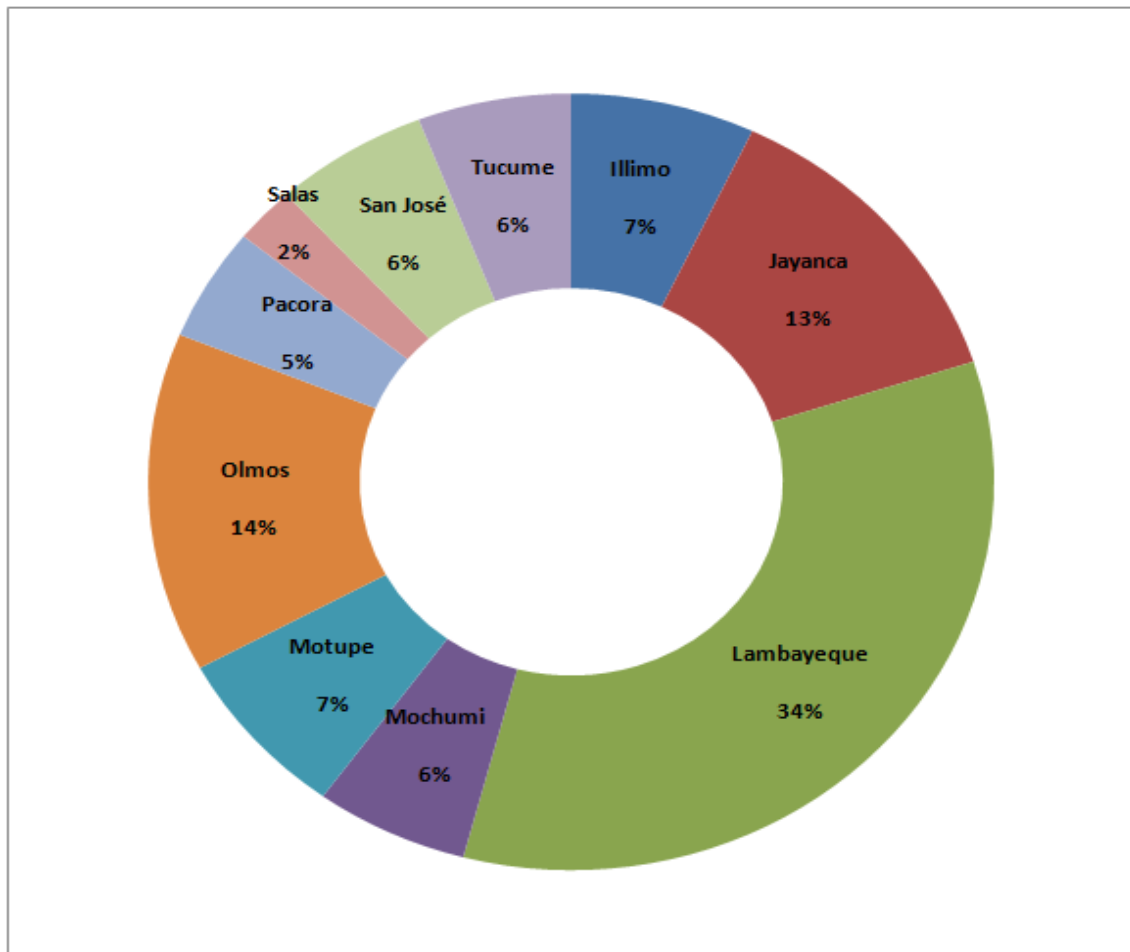
Tabla 6. Cantidad desagregada de transformadores instalados en provincia de Lambayeque con año de Fabricación anterior al año 1994.

Año de Fabricación	Illimo	Jayanca	Lambayeque	Mochumi	San José	Motupe	Olmos	Pacora	Salas	San José	Tucume	Total general
1,978			3	1			1					5
1,979								1		1		2
1,980			1							1		2
1,983			3				1					4
1,985			1									1
1,987		3	1		1	4				1		10
1,988		1	1		1					2		5
1,989			1	1								2
1,990			1		1	4						6
1,991						1						1
1,992			1									1
1,993			5									5
1,994	6	7	11	3	3	1	3	2			5	41
Total general	6	11	29	5	6	12	4	2	5	5	5	85

Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

Al realizar una representación (ver figura N°6) en porcentaje apreciamos que el distrito de Lambayeque contiene el 34%, el distrito de Olmos el 14%, el distrito de Jayanca el 13%, los distrito de Illimo y Motupe el 7%, los distrito de Tucume San José y Mochumi el 6%, el distrito de Pacora el 5% y el distrito de Salas el 2% del total de transformadores con año de fabricación anterior al 1,994.

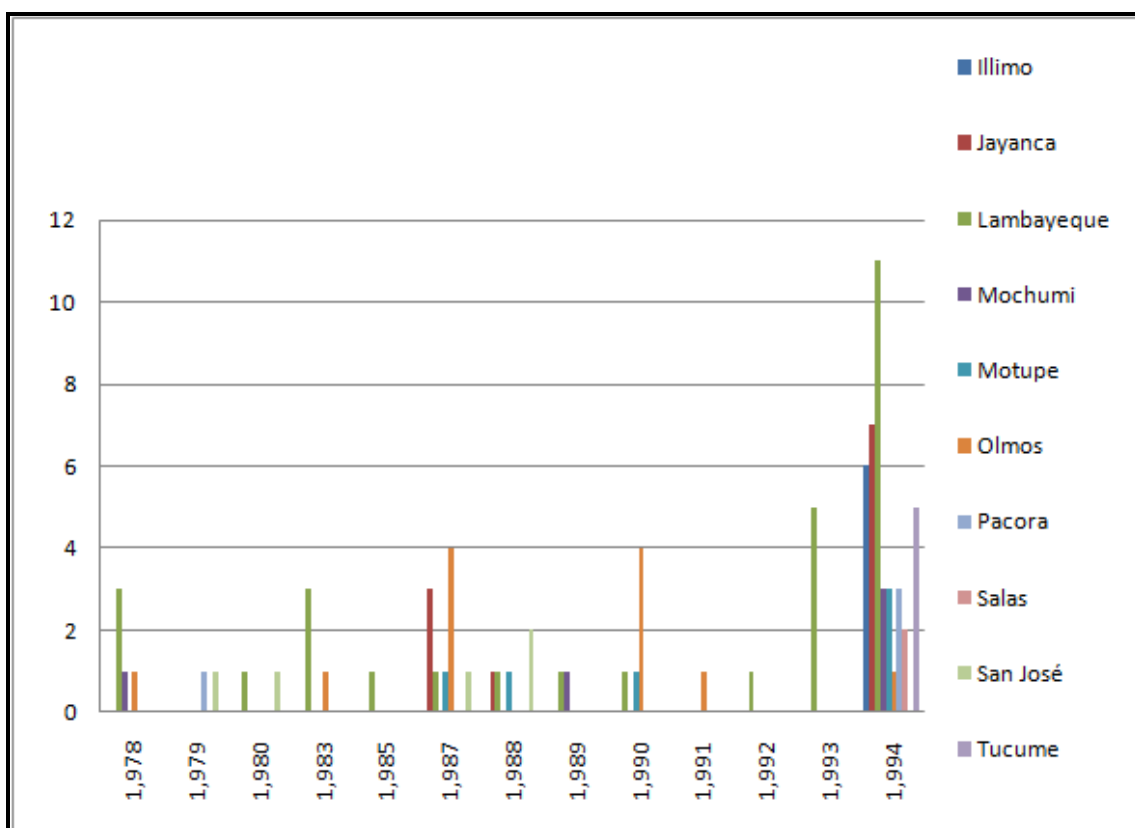
Figura 6. Gráfico porcentual de transformadores en Provincia de Lambayeque.



Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

Como podemos apreciar, la barra de color verde en la figura N° 7, nos muestra gráficamente de manera rápida, que en el distrito de Lambayeque existen más maquinas eléctricas instaladas, si tomamos como referencia el año de 1,994 y solo el distrito de Olmos instalo más maquinas los años de 1,987 y 1,990.

Figura 7. Gráfico de barras de transformadores año de fabricación anterior a 1994 en Provincia de Lambayeque.



Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

A.4. Resultados del Mapeo en provincia de Ferreñafe

Al tabular podemos apreciar en la tabla N°7 que en el distrito de Ferreñafe existe 5 transformador con año de fabricación 1,990 y para este mismo año existe también solo una unidad en el distrito de Pueblo Nuevo, respectivamente; lo que quiere decir que en la provincia de Ferreñafe existe poco riesgo en comparación con la cantidad de equipos existentes en el distrito de Chiclayo.

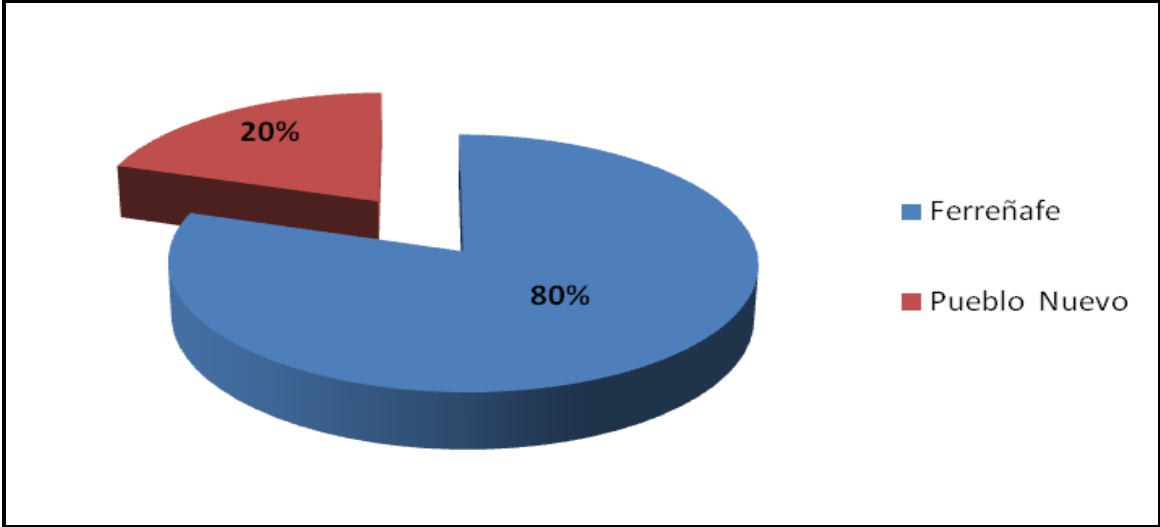
Tabla 7. Cantidad desagregada al tabular la data en provincia de Ferreñafe con año de Fabricación anterior al año 1994.

Año de Fabricación	Ferreñafe	Pueblo Nuevo	Total
1,990	4	1	5
Total general	4	1	

Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

Al realizar una representación (ver figura N°7) en porcentaje apreciamos que el distrito de Ferreñafe contiene el 80%, y el distrito de Pueblo el 20% del total de 5 transformadores con año de fabricación anterior al 1,994.

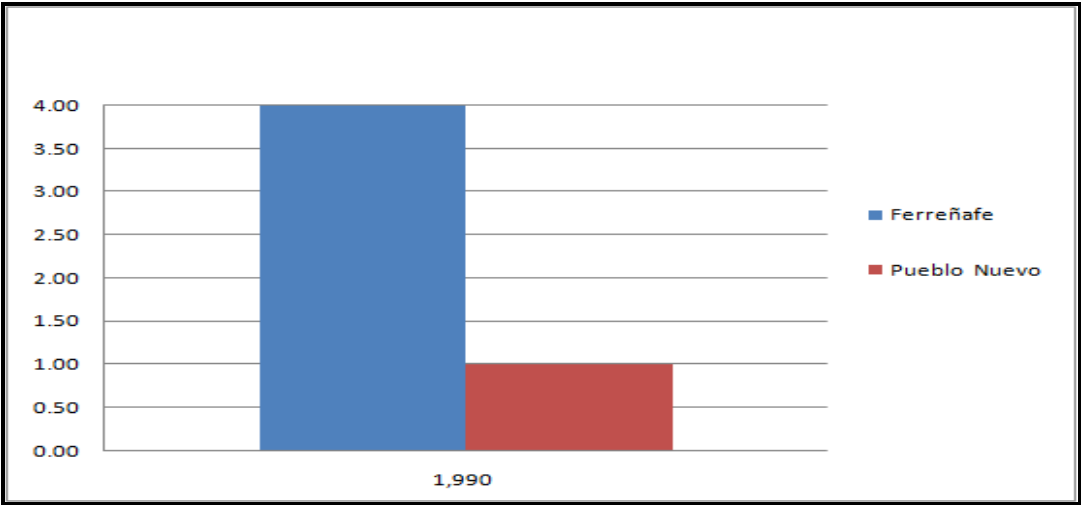
Figura 8. Gráfico porcentual de transformadores en Provincia de Ferreñafe.



Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

Como podemos apreciar, la barra de color azul en el Figura N° 8, nos muestra gráficamente de manera rápida, que en el distrito de Ferreñafe existen más maquinas eléctricas instaladas, en comparación con el distrito de Pueblo Nuevo con año de fabricación 1,990.

Figura 9. Gráfico de barras de transformadores año de fabricación 1990 en Provincia de Ferreñafe.



Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

3.2 Determinación de la potencialidad de contaminación de PCB's en los transformadores en servicio

- ☞ Para determinar la potencialidad de contaminación, se enviaron a analizar a los laboratorios de la DIGESA, para el cual se realizaron el siguiente procedimiento de muestreo que en adelante se describe.

Tabla 8. Cantidad desagregada por año de Fabricación de transformadores analizados.

PROVINCIA	AÑO FABRICACIÓN	SUB-TOTAL	TOTAL
CHICLAYO	1965 -1969	6	677
	1970 – 1979	38	
	1980 – 1989	173	
	1990 – 1994	154	
	1995 -1999	24	
	2000 – 2010	113	
	2011-2015	120	
	ND	49	
LAMBAYEQUE	1970 – 1979	7	233
	1980 – 1989	24	
	1990 -1994	54	
	1995 – 1999	1	
	2000 – 2010	20	
	2011-2015	120	
	ND	7	
FERREÑAFE	1,990	5	12
	1999	2	
	2011-2015	5	
TOTAL			922

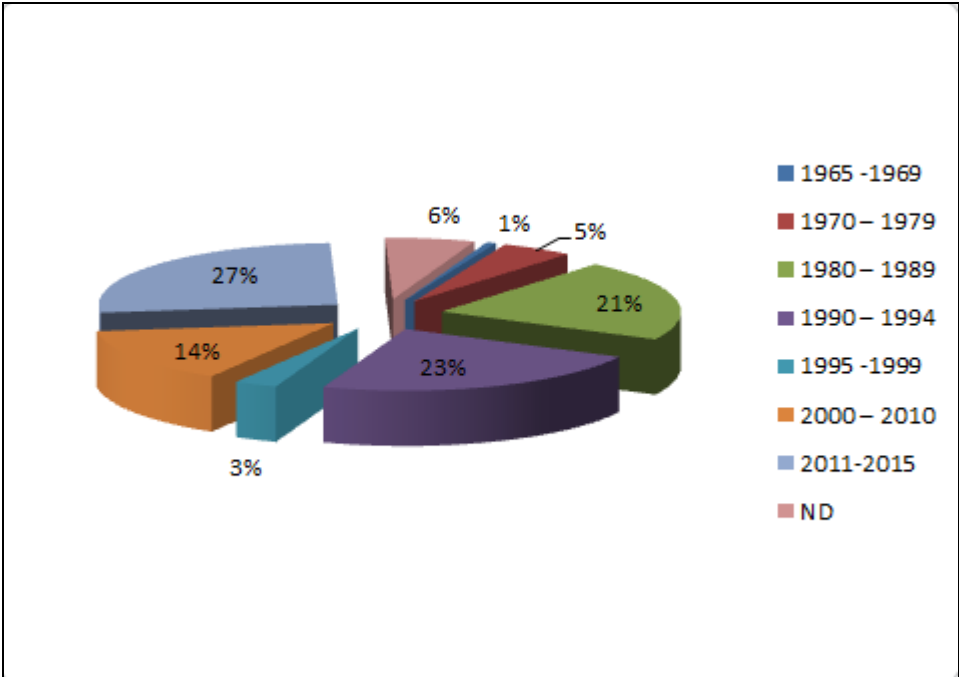
Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

Los transformadores analizados con prioridad fueron los de año de fabricación 1994 y cómo podemos apreciar en la tabla N 8; pero existieron otros transformadores con año de fabricación 1995 en adelante que por precaución y seguridad se enviaron también analizar, por estar o haber estado compartiendo el mismo espacio de almacenamiento (como equipo nuevo o residuo), separados por una pared de malla metálica y al estar en el misma área de taller de mantenimiento de transformadores también se tuvieron indicios de los equipos que llegaron para mantenimiento y que compartieron piezas con otros equipos en retiro o

por el simple hecho de estar en el ambiente de secado donde se los mantiene en altura es posible de contaminación (resultado del ensayo 814 del laboratorio Cod.7,245.- residuo contaminado) ya que este gas permanece en el ambiente por varios años y su tiempo de degradación es aproximadamente de 30 años.

Se consideró como equipo contaminado con PCB al que pasaba el parámetro establecido de 50ppm (Decreto Supremo N° 057-2004 – PCM).

Figura 10. . Gráfico porcentual de transformadores analizados.



Fuente: ELECTRONORTE S.A. Data 2015 - Elaboración Propia.

Representación porcentual de los transformadores analizados con prioridad fueron los de año de fabricación 1994; pero existieron otros transformadores del año 1995 en adelante que por precaución y seguridad se enviaron también analizados, como ya fue comentado en anteriores párrafos.

3.2.1 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

i. Objetivo

Establecer las mejores prácticas ambientales y de seguridad para el muestreo en campo de aceites dieléctricos existentes en equipos y residuos, en las instalaciones de las empresas electricidad.

ii. Alcance

Personal técnico del Proyecto encargado de la toma, manipuleo, almacenamiento, traslado y etiquetado de muestras de aceite dieléctrico en equipos y residuos en las empresas de electricidad.

iii. Desarrollo

A. Planificación

a) Elaboración del Plan de Trabajo.

1. El Coordinador del Proyecto aprueba el Plan de Trabajo, previa coordinación con la Empresa, la cual incluye la relación de transformadores que serán muestreadas, así como el correspondiente cronograma de actividades del mes siguiente.
2. La selección de los transformadores a muestrear se realiza considerando lo siguiente:
 - ❖ Información de subestaciones de distribución obtenida en la base de datos de Empresa Electronorte S.A.
 - ❖ Se prioriza los transformadores que tienen una fecha de fabricación del 1994 o anterior; y
 - ❖ Disponibilidad y aprobación de los recursos necesarios para apoyar con las actividades de muestreo por parte de las Empresas.

iv. Plan de Trabajo

1. Descripción de la Actividad

Personal debidamente implementado con sus implementos de protección personal, se encargará del retiro de las muestras de aceite dieléctrico de los transformadores instalados en servicio e identificados y además los que resulten sospechosos por la fecha de fabricación.

2. Ubicación de la Actividad

Tabla 9. Formato para registro de ubicación de la actividad.

Nombre de la sede	Distrito	Provincia	Departamento
Sáenz Peña	Chiclayo	Chiclayo	Lanbayeque

3. Objetivo

Dar a conocer las actividades a desarrollar y recomendadas por el encargado del proyecto “Manejo y Disposición Ambientalmente Racional de Bifenilos Policlorados” para la obtención de muestras de aceite dieléctrico en instalaciones de la empresa Electronorte S.A.

4. Alcance

La muestra de aceite dieléctrico servirá para determinación la concentración de PBCs y se obtendrán de los transformadores que hayan sido previamente seleccionados por la empresa y los representantes del proyecto, pudiendo ser transformadores en operación, mantenimiento o en calidad de residuo.

5. Metodología

Para la ejecución del muestreo se utilizará el siguiente método:

- Observación visual;
- Toma de Vistas fotográficas;
- Entrevistas o preguntas dirigidas; y
- Análisis documental.

6. Personal responsable

El personal del proyecto que participará en el muestreo en las instalaciones de la empresa son los siguientes:

Tabla 10. Formato para registro de datos del personal.

Nro.	Nombre	DNI
01	Pedro Chavesta Relux	16777544

7. Cronograma de actividades

Las actividades de supervisión previstas en el presente plan de trabajo, se realizará según el siguiente cronograma:

Tabla 11. Registro para cronogramas de actividades.

Ítem	Actividad	Fecha de inicio	Fecha de culminación
	Suscripción del Acta de Apertura	15/09/2010	15/09/2010
	Muestreo de aceites dieléctricos en ENSA	22/10/2010	31/06/2011
	Viaje a Chiclayo	18/10/2010	21/10/2010
	Muestreo de aceites dieléctricos en SEDs	22/10/2010	31/06/2011
	Regreso a Lima	01/09/2011	02/09/2011
	Suscripción del Acta de Finalización.	15/09/2011	15/09/2011

Nota: Este cronograma podría modificarse previa coordinación entre ambas entidades.

Tabla 12. Registro para autenticar las actividades.

Elaborado por:	Aprobado por:	Fecha:
Johan Esquivez Mocarro	Juan Carhuajulca Vasquez	01/11/2010
Téc. Supervisor de Campo	Sup. Mntto Distribución	

Tabla 13. Registro para toma de Muestras de los transformadores

Nombre de la empresa	Electronorte S.A.	Fecha de Muestreo
Dirección de la Sede Zonal de la empresa	Vicente de la Vega 327	22/10/2010
Nombre del técnico Muestreador	Téc. Johan Esquivez Mocarro	

Tabla 14. Registro para datos de instalación y placa del transformador.

DATOS DE LA INSTALACIÓN				DATOS EN LA PLACA DEL TRANSFORMADOR						
N o	Código de transformador	Tipo y Estado actual (*)	Ubicación del transformador (Dirección exacta)	Nro. Serie	Marca del transformador	Año de Fabricación	Nombre del aceite	Potencia	Peso del aceite	Peso bruto
								(kVA)	(Kg)	(Kg)
	"ENSB02"	En Servicio	CL MANTARO - SAN NICOLAS, PV SAN NICOLAS, Chiclayo	57446 02	T&T ELECTRIC	2,007	REPSOL	100	300	750

(*) Tipo y Estado actual en:

SA: Subestación aérea

SB: Subestación subterránea

SS: Subestación de superficie

M: Mantenimiento (Taller)

R: Residuo (Almacén)

3.2.2 DESARROLLO: Obtención de la Muestra en campo

A.1 Actividades Previas

i. Equipamiento para la obtención de la muestra

- Frasco para la toma de muestra;
- Cooler para el almacenamiento y transportes de los frascos o muestras; y
- Etiquetas para los frascos y para el transformador.

Las herramientas necesarias para la manipulación de los transformadores para la obtención de la muestra son de propiedad de la Empresa para el uso de su personal técnico.

ii. Equipos de Protección Personal (EPP)

- Ropa de Trabajo o Mameluco de protección personal Tyvek;
- Respirador de protección con filtro para vapores orgánicos;
- Guantes de nitrilo;
- Zapatos dieléctricos;
- Casco de protección; y
- Anteojos de protección.

El Mameluco tipo Tyvek solo será empleado en zonas donde existan muchos equipos (almacenes o talleres) o donde el equipo muestre signos evidentes de derrame de aceite.

iii. Asignación del trabajo e Inspección de Campo

Con la orden de trabajo emitido por la Empresa para la intervención en sus transformadores, y según el cronograma de muestreo y relación de puntos de

control entregados por la Coordinación del Proyecto, se ubica el transformador a intervenir y se colocan los elementos de seguridad con la finalidad de delimitar la zona de trabajo.

iv. Implementos utilizados antes de la obtención de las muestras son las siguientes:

- Bandeja pequeña, rectangular y plana, de acero inoxidable;
- Trapos absorbentes o waypes desechables;
- Material de señalización para delimitar la zona de trabajo. Este material comprende a los conos de seguridad y/o cintas reflexivas; y
- Bolsas de plástico negro para residuos de waype o trapos con aceite dieléctrico.

Los residuos sólidos generados como producto de la obtención de las muestras y de la limpieza de las superficies o equipos a muestrear, son almacenados temporalmente en las bolsas de plástico y dispuestos posteriormente en los almacenes de residuos sólidos de la Empresa.

v. Obtención de la muestra en caliente

- Se identifica la válvula en el transformador que presente las mejores condiciones para la toma de la muestra (por lo general se encuentra ubicada en la parte inferior del mismo);



Figura 11. Toma de muestra en transformador de potencia SEP Chiclayo OESTE.

- Debe asegurarse que para el manipuleo del transformador debe existir un espacio libre para un trabajo seguro de los técnicos (no menor de 80 cm);
- Se verifica que la bandeja metálica se encuentra en la parte inferior de la válvula (para prevenir una posible afectación del suelo por derrame o goteo del aceite dieléctrico);



Figura 12. Toma de muestra en transformador de potencia de subestación 61. Centro de Chiclayo.

- El técnico de la Empresa abre suavemente la válvula del transformador permitiendo que drene el aceite en el frasco muestreador (sin hacer contacto con la válvula) donde se tomará la muestra de aceite dieléctrico (20 ml). Si fuera necesario se deberá colocar un tapón para controlar el flujo de aceite;



Figura 13. Toma de muestra en transformador de potencia de subestación 395, en Urb. Ciudad del Chofer.

- El técnico de la Empresa cierra la válvula del transformador y verifica que no se produzca ninguna fuga, limpiándose cualquier resto de aceite con un trapo absorbente desechable, el cual se depositará en una bolsa negra de residuos para su disposición final por parte de la Empresa;



Figura 14. .Toma de muestra en transformador de potencia SEP Chiclayo Norte.

- Se verifica que el área de trabajo quede limpio y libre de residuos (en caso de ensuciamiento se deberá utilizar sustancias desengrasantes);



Figura 15. . Observación visual de transformador de potencia en área taller de mantenimiento.

- Luego de obtenida la muestra, el frasco es limpiado para eliminar cualquier traza de aceite u otra sustancia del exterior del frasco muestreador; y



Figura 16. Encargado de campo acondicionando aceite dieléctrico en frasco de muestra. Elaboración propia.

- En caso ocurra derrames, se siguen las acciones establecidas en el Plan de Contingencias correspondiente.

1. Etiquetado de Muestreo

Los frascos con las muestras se codifican según los siguientes criterios:


- Código de la Empresa;
- Código del Personal de Muestreo (las iniciales de su primer nombre y de sus dos apellidos); y
- Numero correlativo, la cual debe contener tres dígitos.



Figura 17. Formato para el etiquetado del frasco de muestra.

- La codificación de la muestra es colocada en la “Etiqueta del Frasco conteniendo la Muestra” antes de la obtención de la muestra, con plumón indeleble.
- Asimismo, al Transformador muestreado se le coloca la etiqueta de “Equipo Muestreado”, al cual se le coloca la fecha de muestreo, así como el código de la muestra asociada, para lo cual se emplea el plumón indeleble.

Figura 18. Formato para el etiquetado del Proyecto " Manejo y Disposición Ambiental Racional de PCB"

	
Proyecto " Manejo y Disposición Ambiental Racional de PCB"	
Código de la muestra:	
N° de subestación:	
N° Serie de Transformador:	
Fecha:	
Técnico Muestreador	

2. Llenado del Registro

- El Técnico de Muestreo procede a verificar que los datos incluidos en el Registro sean concordantes con la información encontrada en el campo. Caso contrario, se procede a completar la información faltante y se modifica lo que corresponda; y
- Cuando no existan datos en la placa del equipo y tampoco en la información previa incluida en los Registros se coloca las letras “N.D.”, que significa “No Disponible”, en las casillas correspondientes.

3. Almacenamiento temporal en campo

Las muestras obtenidas son almacenadas en un lugar que cumpla con los siguientes criterios:

- Que se encuentre en un lugar no sea accesible a cualquier persona ajena a las muestras;
- Que esté protegido de las lluvias, sol u otra fuente de iluminación;
- Que esté ubicada en zonas seguras contra caídas y alejadas de cualquier zona húmeda.

4. Transporte del punto de muestreo a zona de almacenamiento temporal

- Luego de obtenida la muestra, el Personal de Muestreo verifica que esta muestra se encuentre intacta (sin derrame), selladas (con papel platino alrededor de las tapas, de ser necesario) y adecuadamente codificada; y
- Posteriormente, procede a colocar la muestra en el cooler, verificando que no exista la posibilidad de caída en el interior del cooler que los contiene. Los frascos están acomodados de forma que se impida el choque entre ellos, para los cual estarán separados por un material aislante especial.



Figura 19. Encargado de campo acondicionando frascos de muestra, en un deposito hermético para su envío a laboratorio de DIGESA. Elaboración propia.

A.2. Actividades Finales

A.2.1 Acta de Finalización de Actividades

Al finalizar todos los trabajos relacionados con la obtención de muestras, se firma el Acta de Finalización de Actividades, el cual es suscrito por el Coordinador del Proyecto, el Asesor Técnico del Proyecto o el Personal de Muestreo con el coordinador nombrado por la Empresa para apoyar el Proyecto.

Actualización de la Base de Datos

Se actualiza semanalmente la Base de Datos con la información obtenida en campo y que se encuentra en los Registros correspondientes.

- Envío de las muestras (de la zona de almacenamiento temporal en campo) al Laboratorio DIGESA

A.2.2 Etiquetado Final

Posteriormente, y dependiendo del resultado obtenido en el Laboratorio de la DIGESA, se colocará la etiqueta a cada transformador muestreado. Para este efecto se colocará el respectivo etiquetado:

- Etiquetado de Equipos contaminados con PCB (etiqueta roja);
- Etiquetado de Equipos descontaminados de PCB (etiqueta azul); y
- Etiquetado de Equipos no contaminados con PCB (etiqueta verde).

Las coordinaciones para la colocación de estas etiquetas serán realizadas directamente entre la Coordinación del Proyecto con el representante de la Empresa.



 	
Equipo Contaminado con PCB	
"Este Equipo contiene PCB y puede afectar el medio ambiente y se debe eliminar"	
Convenio de Estocolmo, ratificado con el D.S. 067-2005-RE	
N° Serie del Equipo	
Marca del Equipo	
Ubicación del Equipo	
Nombre del aceite	
Peso Neto (del aceite en Kg)	
Peso Total (en Kg)	
Titular del Equipo	
En caso de emergencia llamar al:	
Concentración de PCB (ppm)	
Laboratorio responsable	
Método de análisis utilizado	
Fecha de Análisis	

Figura 20. Modelo de Etiqueta Roja.



 	
Equipo Descontaminado con PCB	
"Cualquier manipulación, mantenimiento o rellenado posterior del equipo invalida los resultados"	
N° Serie del Equipo	
Marca del Equipo	
Titular del Equipo	
Concentración de PCB (ppm)	En liquido original
Método de análisis utilizado	En liquido actual
Laboratorio responsable	
Fecha de Análisis	
Aceite con contenido de PCB fue	Sustituido
Por la empresa (EPS-RS)	Tratado
Fecha de sustitución o Tratamiento	
Por el siguiente aceite	

Figura 21. Modelo etiqueta Azul.

Equipo No Contaminado con PCB

"Cualquier mantenimiento, relleno posterior del equipo invalida este resultado"

N° Serie del Equipo		
Marca del Equipo		
Ubicación del Equipo		
Titular del Equipo		
Concentración de PCB (ppm)		
Laboratorio responsable		
Método de Análisis utilizado		
Fecha de Análisis		

Figura 22. Modelo etiqueta Verde

A.3 Resultados del Laboratorio de la DIGESA

Tabla 15. Resultados del análisis de transformadores que pasaron el límite establecido de 50ppm. (DIGESA)

Código de Sub-Estación	Código de equipo	Estado actual	Ubicación del equipo (Dirección exacta)	UUNN	Código de la Muestra	Nro. Serie	Marca del Equipo	Año de Fabricación	Potencia (kVA)	Código de Laboratorio	Informe de Ensayo	CROMATÓGRAFO Sumatoria de Arocloros mg/kg	Resultado Final (ppm)
209	112,000,038.0	En Servicio	CL YURIMAGUAS / FAUCETT, UP LA PRIMAVERA, Chiclayo	Chiclayo	ELN/MBQ/152	278,502	FRESA	1,981	100	8,086	814	54.36	54.36
s/n		Residuo	Almacén de transformadores ENSA, Saenz Peña ,Cercado ,Chiclayo	Chiclayo	ELN/HMS/045	123022T8	DELCROSA	1,983	100	7,245	814	63.82	63.82
243		En Servicio	CDRA 12 CL AV. 9 DE OCTUBRE / BERNABE COBO, PV 9 DE OCTUBRE, Chiclayo	Chiclayo	ELN/MBQ/132	11,632	BBC-CT	1,991	80	7,714	814	70.24	70.24
		Mantenimiento	ALMACEN DE TRANSFORMADORES DE MORROPE, Chiclayo	Chiclayo	ELN/MBQ/189	2,480	H & H	2,000	50	8,321	843	97.83	97.83
337		En Servicio	UR POLICIA NACIONAL CL LA ESPERANZA, Chiclayo	Chiclayo	ELN/MBQ/103	T 42596	ELECTRIC POWER	2,004	75	7,246	866	73.58	73.58
s/n		Residuo	Almacén de transformadores ENSA, Saenz Peña ,Cercado ,Chiclayo	Chiclayo	ELN/HMS/010	422,938	I.T.B. BRASIL	2,006	5	7,244	883	351.98	351.98

Los análisis de las muestras de aceite dieléctrico con el cromatógrafo, dieron como resultado final concentraciones de PCB's mayores a 50ppm; como se aprecia en la tabla N° 15; por ejemplo, resultado del análisis de SED-209 es de 54,26 ppm; resultado del análisis de SED-243 es de 70,24 ppm; resultado del análisis de SED-337 es de 73,58 ppm y el análisis de un equipo en calidad de residuo, hacinado en el almacén de transformadores es de 351,98 ppm.

GRÁFICOS GEOREFERENCIALES

El sistema informático Maximus, nos brinda los gráficos georreferenciales; en este aplicativo se ingresa el código de la subestación, para obtener la ubicación de la subestación de distribución.

Figura 23. Vista de ventana gráfica del sistema GIS para ubicación de SED-209.

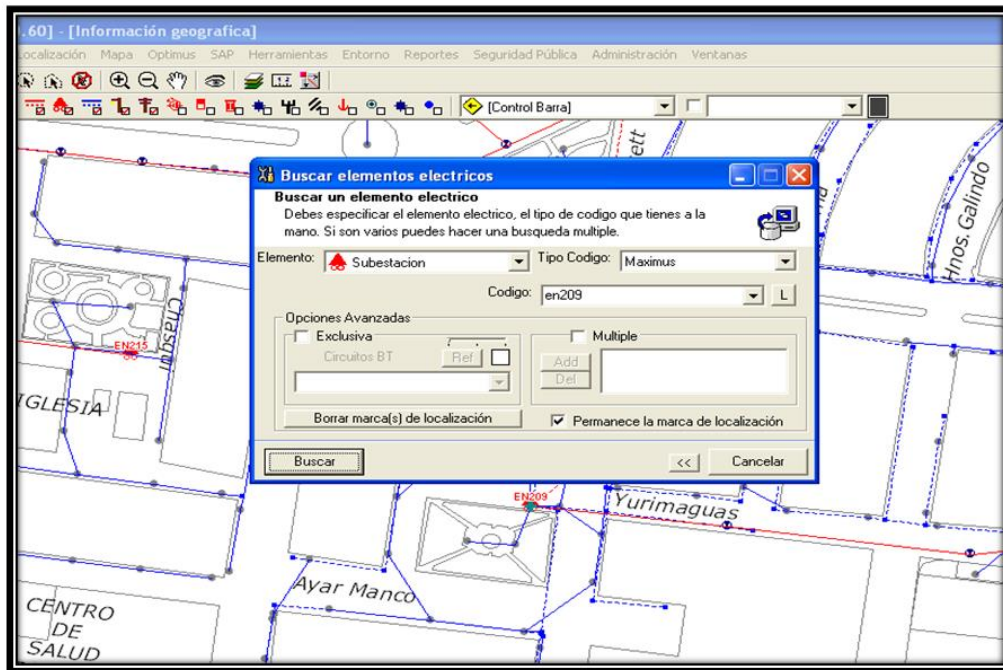


Figura 24. Gráfico plano de ubicación Georreferencial de subestación muestreada SED 209.

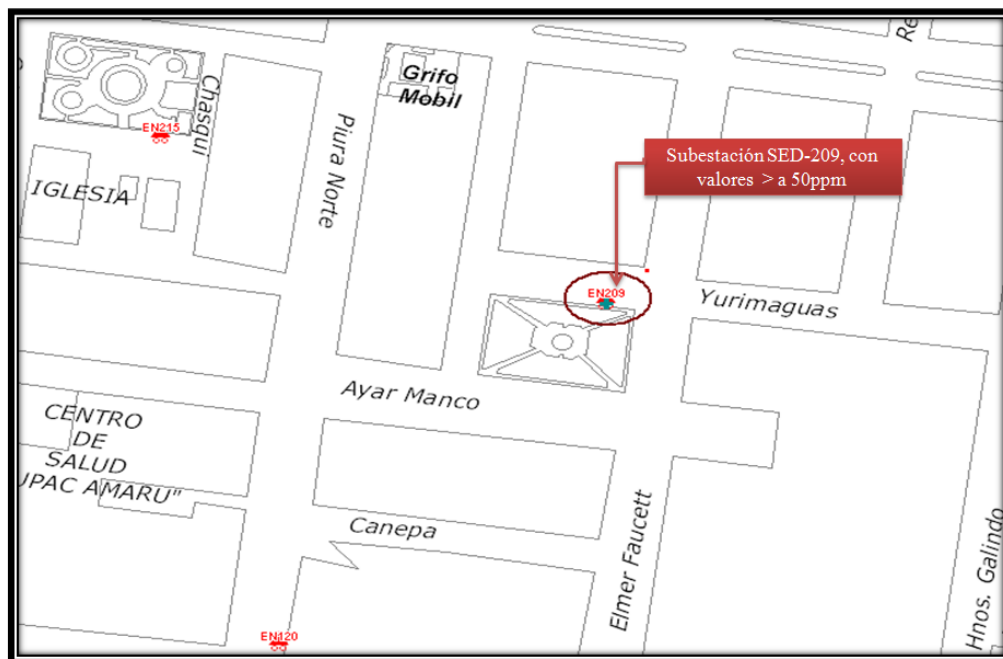


Figura 25. Vista de ventana gráfica del sistema GIS para ubicación de SED-243.

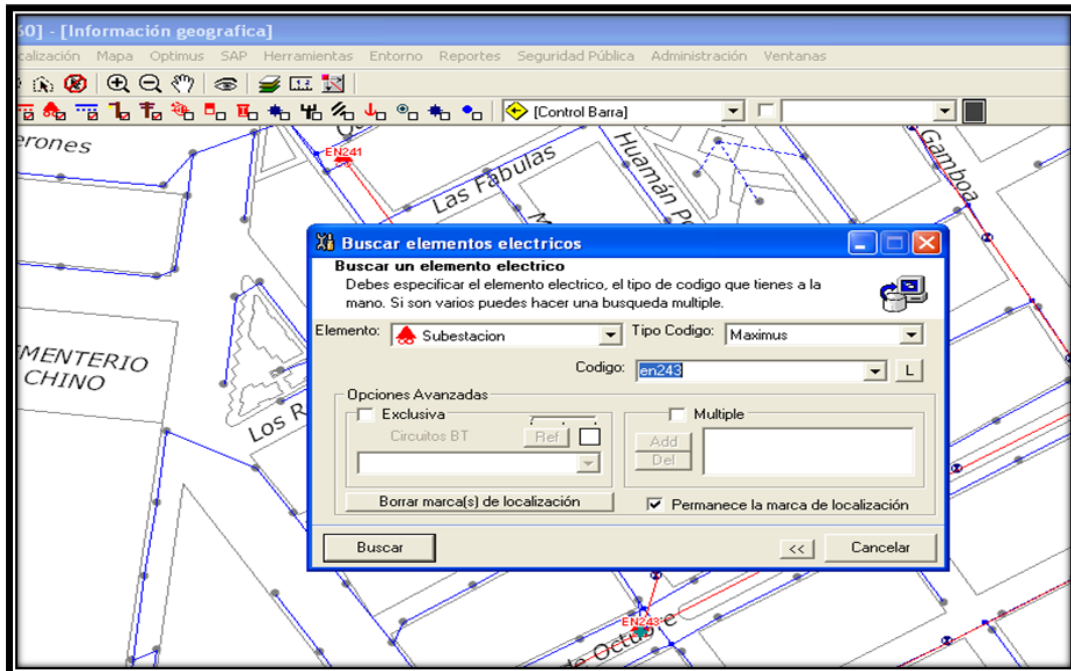


Figura 26. Gráfico plano de ubicación Georeferencial de subestación muestreada SED-243.

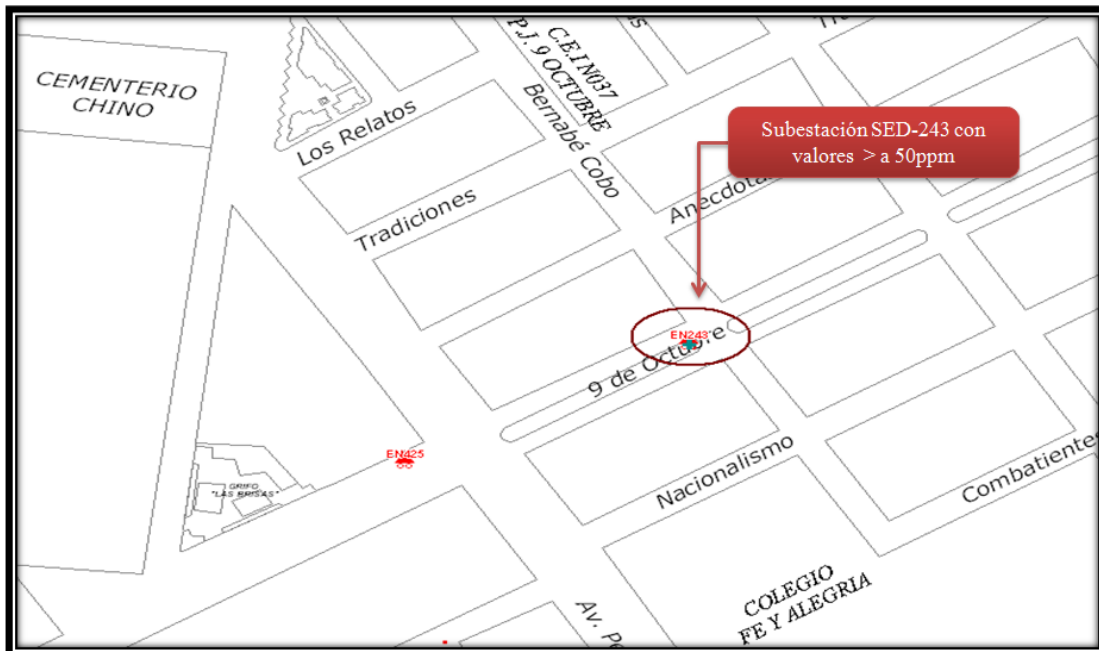


Figura 27. Vista de ventana gráfica del sistema GIS para ubicación de SED-337.

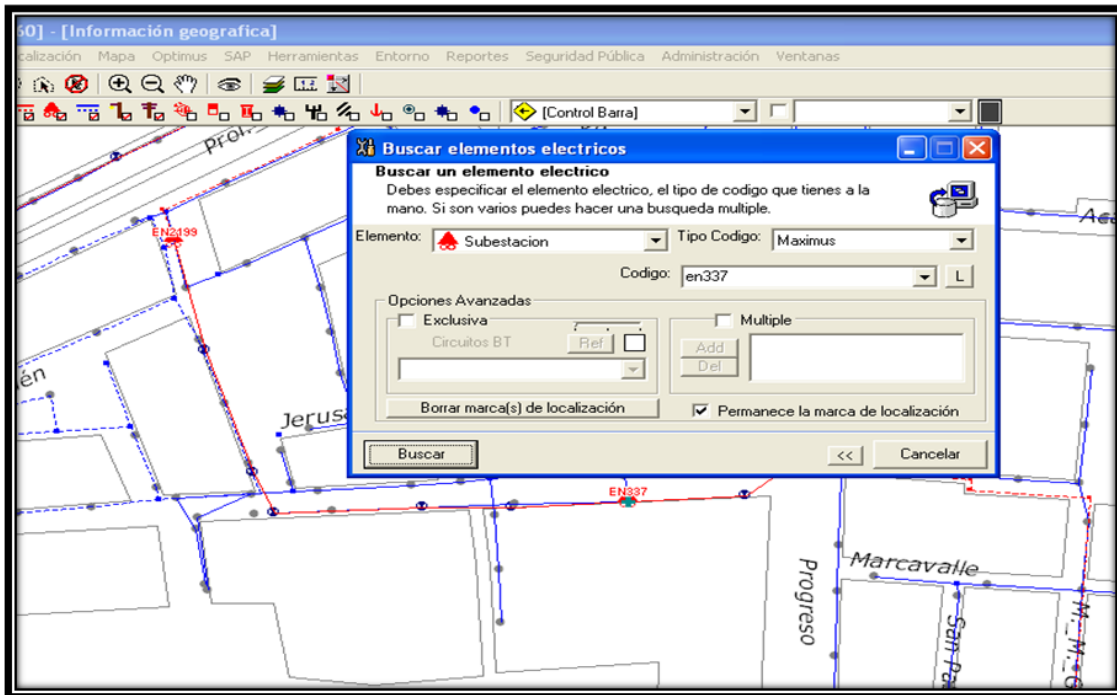
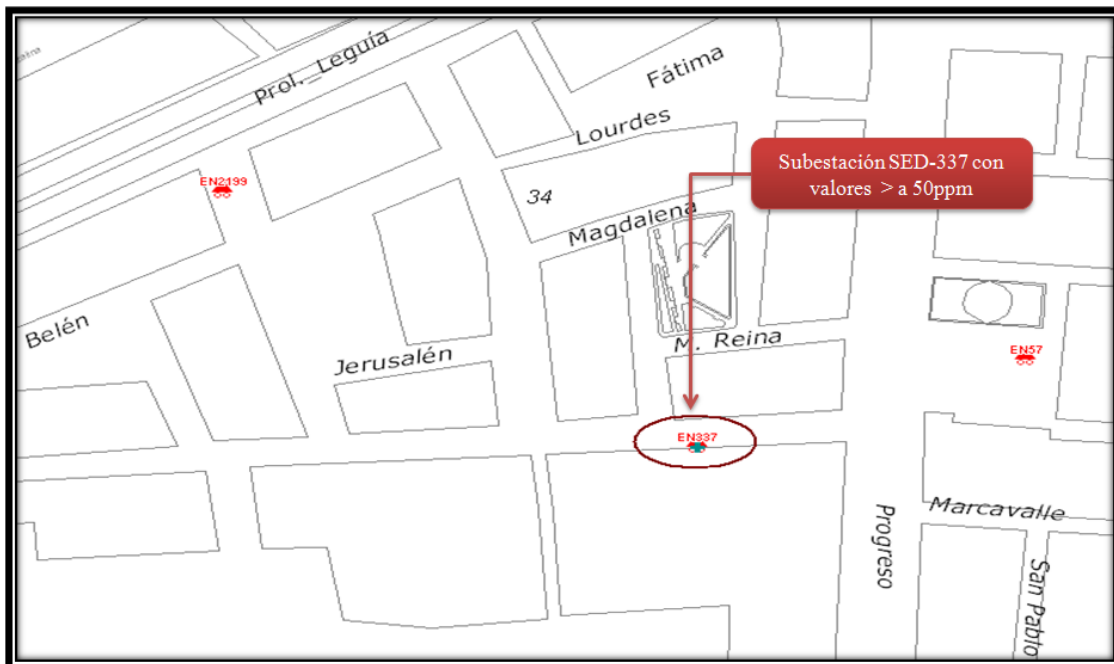


Figura 28. Gráfico plano de ubicación Georeferencial de subestación muestreada SED-337.



3.3.3 Gestión De Riesgos

En este punto se plantea a nivel general los riesgos en las actividades y las acciones previas al tratamiento.

I. OBJETIVO

Establecer los lineamientos para un proceso sistemático de identificación de peligros y evaluación y control de los riesgos relacionados a la Seguridad y Salud Ocupacional en las actividades e instalaciones de las operaciones del tratamiento de los transformadores contaminados

II. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a todas las áreas operativas y administrativas que estén relacionadas con este procedimiento.

III. DEFINICIONES

3.1 Peligro

Fuente o situación que tiene el potencial de producir un daño.

3.2 Riesgo

Es una medida del peligro y consiste en la combinación entre la probabilidad y consecuencia asignada a dicho peligro.

3.3 Probabilidad

Posibilidad de que un evento específico ocurra.

3.4 Consecuencia

Resultado o gravedad de un evento específico.

3.5 Riesgo Tolerable:

Riesgo que ha sido reducido a un nivel que puede ser aceptable para Electronorte S.A., teniendo en cuenta las obligaciones legales y la Política de Seguridad y Salud Ocupacional.

3.6 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER)

Proceso que permite reconocer la existencia y características de los peligros para estimar la magnitud de los riesgos asociados y decidir si dichos riesgos son o no tolerables.

3.7 Facilitador

Persona que guiará a los participantes del IPER en el desarrollo adecuado del proceso. Normalmente esta labor la desempeñará el Supervisor de Seguridad y Salud Ocupacional.

IV. RESPONSABILIDADES

4.1 Jefe del Proyecto.

- Dar las facilidades para que los trabajadores de su área de responsabilidad puedan participar en las Evaluaciones de Riesgos según se les solicite.
- Revisar los resultados del proceso IPER y establecer acciones preventivas para controlar los riesgos identificados.
- Garantizar el desarrollo e implementación de las acciones preventivas.

4.2 Ing. Residente de obra y/o Trabajador Participante del IPER

- Contribuir con su experiencia y participar de manera activa en el proceso IPER.

4.3 Ing. de Seguridad y Salud Ocupacional

- Verificar el cumplimiento de las acciones preventivas definidas en proceso IPER
- Facilitar el proceso IPER y orientar a los participantes de acuerdo a la metodología de manera que se mantengan enfocados en el tema.

V. ESTANDARES

5.1. Todos los trabajadores y supervisores se encuentran en la obligación de participar en las actividades de Gestión de Riesgos de sus respectivas actividades y áreas de trabajo.

5.2 La Gestión de Riesgos debe considerar la identificación de los peligros, evaluación de los riesgos e implementación de las medidas de control en:

- Todas las actividades rutinarias y no rutinarias.
- Todas las actividades realizadas por las áreas operativas y administrativas de Electronorte.
- Todas las instalaciones de las áreas operativas y administrativas de Electronorte.

5.3 Para cualquiera de estos procedimientos se utilizará como herramienta el proceso de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER) que consta de las siguientes etapas:

- Establecer el Contexto.
- Identificar los Peligros.
- Evaluar los Riesgos.
- Controlar los Riesgos
- Seguimiento de los Controles.

5.4 La etapa de Establecer el Contexto implica que el facilitador:

- Defina las instalaciones, áreas, actividades o cambios que serán consideradas para la evaluación.
- Programe la hora, fecha y lugar donde se realizarán el Taller de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER).
- Defina quienes serán los participantes de manera que el IPER se realice en base a un equipo de supervisores y trabajadores que están en la capacidad de proporcionar información especializada de la instalación, área, actividad o cambio que se está evaluando.

5.5 La etapa de Evaluar los Riesgos implica que los participantes del IPER:

- Determinen la Consecuencia y la Probabilidad para cada Peligro que se ha identificado en base a la Tabla consecuencia.
- Para determinar la Consecuencia deben elegir el evento más razonable o lógico, no el mejor o peor caso.
- Para determinar la Probabilidad deben considerar la experiencia propia o de otras fuentes y tomar en cuenta los controles actuales.
- Evalúen el Riesgo para cada Peligro combinando la Consecuencia y Probabilidad en base a la Tabla N°18.

5.6 La etapa de Controlar los Riesgos implica que los participantes del IPER:

- Identifiquen los riesgos No Tolerables (Riesgo Alto) a fin de poder priorizar.
- Definan acciones preventivas para los Riesgos No Tolerables
- Al definir las acciones preventivas debe tenerse en cuenta la Jerarquía de Controles (Ingeniería, Administrativos, EPP) priorizando los controles del tipo Ingeniería.
- Propongan las acciones preventivas al Gerente y Jefaturas del Área para su revisión y aprobación.

5.7 La etapa de Seguimiento de los Controles implica que el Gerente o Jefe responsable:

- Revisen y aprueben las acciones preventivas planteadas por los participantes del IPER.
- Implementen las acciones preventivas.
- Verifiquen si las acciones preventivas son efectivas y han reducido el riesgo a un nivel aceptable.

6.0 CAPACITACION

6.1. Los facilitadores y supervisores que tengan como responsabilidad realizar Gestión de Riesgos deberán ser capacitados mediante el curso respectivo organizado por el área de Seguridad y Salud Ocupacional.

7.0 FORMATOS

7.1 Formatos de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos IPER (Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente. SSOMA). Ver anexo 6.

8.0 NORMAS REFERENCIALES

8.1 R.M 161-2007-EM Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas.

8.2 DS 009-2005-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, Art. 14, 40, 46, 47

Figura 29. Gráfico del Diagrama de Flujo del Proceso de Gestión de Riesgos

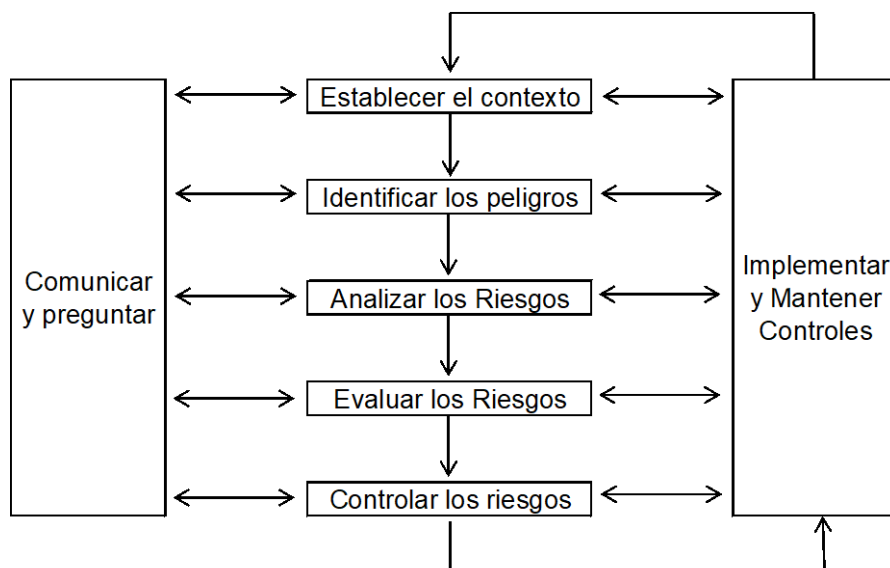


Tabla 16. Tabla de Consecuencia

Consecuencia	Nivel	Persona	Proceso
Catastrófica	5	Lesión(es) Falta(es)	Perdida al proceso mayor igual 24 horas
Mayor	4	Lesión(es) con tiempo(s) perdidos(s)/Enfermedad ocupacional avanzada	12 horas mayor Igual Perdida al proceso mayor 24horas
Moderada	3	Lesión con tratamiento médico	6 horas mayor Igual Perdida al proceso mayor 12horas
Menor	2	Lesión menor	1 hora mayor Igual Perdida al proceso mayor 8 horas
Insignificante	1	Ninguna Lesión	Perdida al proceso mayor 1 hora

Tabla 17. Tabla de Probabilidad

Probabilidad	Nivel	Descripción	Frecuencia de exposición
Siempre	5	Sucede con demasiada frecuencia: ocurre más de una vez al mes en una operación de mantenimiento	6 o más personas expuestas varias veces al día
Muy Probable	4	Sucede con demasiada frecuencia: ocurre más de una vez al año en alguna operación de mantenimiento	3 a 5 personas expuestas varias veces al día
Probable	3	Sucede ocasionalmente: ocurre menos de una vez al año en alguna operación de mantenimiento	1 a 2 personas expuestas varias veces al día o muchas personas expuestas ocasionalmente
Poco Probable	2	Rara vez ocurre: ocurre más de una vez cada 5 años en alguna operación de mantenimiento	3 a 5 personas expuestas ocasionalmente
Raro	1	Muy rara vez ocurre: El evento ocurre rara vez en alguna operación de mantenimiento	1 a 2 personas expuestas ocasionalmente

Tabla 18. Matriz de riesgo.

		CONSECUENCIA				
		Insignificante(1)	Menor(2)	Moderado(3)	Mayor(4)	Catástrofe(5)
PROBABILIDAD	Siempre(5)	ALTO	ALTO	EXTREMO	EXTREMO	EXTREMO
	Muy Probable(4)	MODERADO	ALTO	ALTO	EXTREMO	EXTREMO
	Probable(3)	BAJO	MODERADO	ALTO	EXTREMO	EXTREMO
	Poco Probable(2)	BAJO	BAJO	MODERADO	ALTO	EXTREMO
	Raro(1)	BAJO	BAJO	MODERADO	ALTO	ALTO

3.3.4 Elementos básicos en la Prevención de riesgos

Para prevenir la ocurrencia de riesgos de contaminación de PCB, se ha considerado prioritario desarrollar un programa de prevención de riesgos que consta de 4 actividades básicas, que son las siguientes:

- i. Reuniones de seguridad
- ii. Confección y actualización de la data de trafos y los análisis de seguridad de trabajo (AST).
- iii. Inspecciones y observaciones de seguridad realizado por los niveles de supervisión y la sección seguridad e higiene industrial.
- iv. Capacitación en seguridad para el manejo y disposición final de equipos contaminados con PCB realizado por los sectores usuarios de la sección seguridad e higiene industrial.

3.3.4.1 RESPONSABILIDADES

Para desarrollar un programa de Prevención de riesgos eficaz, debemos no solamente establecer responsabilidades, sino que también lo importante es

establecer los controles permanentes, para detectar las desviaciones u omisiones, con la finalidad de lograr los objetivos finales de la prevención que son los de disminuir los accidentes por contaminación cruzada, y con este a su vez, contribuir a lograr los objetivos del proyecto Manejo y Disposición ambientalmente racional de bifenilos policlorados (PCBs) de DIGESA/UNIDO – ELECTRONORTE.

3.3.4.2 RESPONSABILIDADES DE LOS DEPARTAMENTOS.

- 1) REALIZAR LAS REUNIONES MENSUALES DE SEGURIDAD CON EL PERSONAL DE SU SECTOR, información de las medidas tomadas en Prevención, analizando accidentes, e instruyendo al personal, haciendo conocer a la sección Seguridad e Higiene Industrial de los acuerdos tomados.
- 2) CONFECCIONAR LOS A.S.T., está es una función que debe realizar a través de los supervisores de cada sector en donde se identificarán las situaciones críticas de riesgo y se darán a conocer al personal para tomar las medidas de seguridad del caso.
- 3) REALIZAR LAS INSPECCIONES Y OBSERVACIONES DE SEGURIDAD, para detectar condiciones inseguras condiciones Sub-Estándar, actos inseguros o actos Sub-Stándars.
- 4) REALIZAR LAS INVESTIGACIONES DE LOS ACCIDENTES, ocurridos en el Área o Sector, eliminar las causas que los hayan provocado y/o proponer las soluciones al departamento de seguridad de la Empresa.
- 5) PREVEER DE IMPLEMENTOS DE PROTECCIÓN, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS, al personal a su cargo para realizar el trabajo con seguridad.

6) CONTROLAR A TRAVES DE LOS SUPERVISORES, el cumplimiento de los reglamentos de seguridad adoptado para el manejo y disposición final de equipos contaminados con PCB, que está orientado a la prevención de riesgos.

7) CONTROLAR EL SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIA CONTAMINADOS CON PCB'S EN ELECTRONORTE S.A., EN PRO DE LA SEGURIDAD, para lograr el cumplimiento de los objetivos de la prevención de riesgos, considerando que la supervisión es uno de los pilares fundamentales para tener éxito de esta acción.

Tabla 19. Lineamientos preliminares de gestión para reducir los impactos sobre la salud humana y ambiente.

Estrategias	Acciones	Autores Involucrados
Mejorar la gestión y el manejo de los PCB	Realizar campañas de sensibilización y talleres de capacitación a las empresas poseedoras de PCB, a receptores, prestadores de servicios de mantenimiento de equipos y exportación de PCB así como, a las autoridades ambientales y sanitarias.	Ministerio del Ambiente, ELECTRONORTE, Instituciones educativas, sectores con probabilidad de tener existencias de PCB, consultores especializados
	Desarrollar marcos normativos específicos para el manejo ambientalmente adecuado de los equipos activos e inactivos que contienen PCB y de los aceites con PCB Fortalecer las actividades de control y seguimiento ambiental	MINAM, Autoridades ambientales, regionales y locales.
	Establecer manuales técnicos, requerimientos y estándares para investigación, diagnóstico, monitoreo y remediación de suelos y de aguas subterráneas contaminadas por PCB.	Ministerio del Ambiente, ELECTRONORTE, Instituciones educativas, sectores con probabilidad de tener existencias de PCB, consultores especializados
Desarrollar actividades de autogestión por parte de los	Identificar e inventariar las existencias de PCB en sus instalaciones, identificación de posibles sitios contaminados, gestión de los mismos, mantener informes periódicos y documentos de análisis realizados.	Empresas con existencias o con probabilidad de tener existencias de PCB

<p>propietarios de PCB.</p>	<p>Dar cumplimiento a la normativa relacionada con seguridad industrial, salud ocupacional y gestión y manejo de residuos o desechos peligrosos.</p> <p>Aislar y rotular los equipos contaminados con PCB.</p> <p>Proveer almacenamientos adecuados dentro de las instalaciones del generador o contratar con terceros servicios licenciados por las autoridades ambientales.</p>	<p>Empresas con existencias o con probabilidad de tener existencias de PCB.</p>
<p>Controlar la dispersión de los PCB, que se da principalmente por las rutas de contaminación cruzada y por la transferencia de la propiedad de los equipos.</p>	<p>Realizar el mantenimiento de los equipos (transformadores), con empresas responsables haciendo previamente análisis del aceite para determinar la presencia de PCB. A su vez, realizar análisis posteriores para evaluar si el equipo fue contaminado o no durante las labores de mantenimiento.</p> <p>No comercializar transformadores o equipos eléctricos a través de remates, bolsas de residuos o a través de cualquier otro mecanismo, sin haber realizado los análisis para establecer la presencia o no de PCB.</p> <p>Gestionar los equipos o aceites con PCB sólo con receptores o gestores autorizados por las autoridades ambientales.</p>	<p>Empresas con existencias o con probabilidad de tener existencias de PCB.</p>
	<p>Ejercer los mecanismos de control y Vigilancia ya previstos en la normativa vigente, sobre la venta de equipos eléctricos y aceites aislantes.</p>	<p>Ministerio del Ambiente, ELECTRONORTE, Instituciones educativas.</p>
	<p>Establecer métodos y procedimientos para el muestreo y análisis de PCB, así como la responsabilidad técnica y legal por los certificados emitidos por las empresas que realizan esta actividad</p>	<p>MINAM, ELECTRONORTE, OSINERG, PRODUCE, DIGESA: Laboratorios ambientales públicos y privados, academia.</p>

Fuente: Unión Temporal OCADE-SANIPLAN-LITO.

3.3. TRATAMIENTO DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA CONTAMINADOS CON PCB'S EN LA EMPRESA ELECTRICA ELECTRONORTE S.A.

El tratamiento para tratar los transformadores de potencia contaminados con PCB's es un método químico llamado: descloración.

Los procesos de descloración usan reactivos químicos para romper los enlaces en la molécula de PCB, que es extremadamente estable, formando otros compuestos químicos considerados inofensivos y ambientalmente seguros. Estos procesos no rompen la estructura de bifenilo de la molécula, solo son removidos los átomos de cloro que son los que dan a la molécula de PCB su estabilidad química y biológica. (Lopera 2006)

Muchos de los procesos de descloración usan un reactivo de sodio para separar los átomos de cloro de la molécula de PCB. Los residuos generados de este proceso con cloruro de sodio y polifenilos no halogenados. Los constituyentes de los polifenilos frecuentemente se desconocen, pero pueden disponerse de forma segura.

De la mayoría de aplicaciones que se utilizan para la destrucción de PCB's y que contaminan en aceite mineral; se escogió este método porque se puede llevarse a cabo a temperatura ambiente o a temperaturas moderadas, de tal manera que no se realiza emisiones al medio ambiente y aunque destruyen los PCB's contenidos en el aceite, no destruyen el aceite en sí, de tal manera que estos aceites no pierden su condición de aislantes dieléctricos y pueden volver hacer utilizados.

Este proceso ha dado buenos resultados en otros países tales como Colombia, los mismo que fueron obtenidos de ensayos de laboratorio (Fuente: Lopera 2006) y bien podrían aplicarse en la Empresa ELECTRONORTE S.A.

Tabla 20. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.

Método utilizado	Concentración de PCB's inicial (ppm)	Concentración de PCB's Final (ppm)	Porcentaje de reducción ppm en referencia a concentración de PCBs inicial
Goodyear	330	< 0.5	0.2%
Alternativo Goodyear	3800 ± 50	1490 ± 4	39%
KPEG (acuoso)	7601	196 ± 3	3%
KPEG (solido)	7601	231 ± 6	3%
KOH Adsorbente	1520	1270 ± 57	87%

Fuente: Lopera 2006.

3.4.1 Descripción de la metodología para la Descloración

Como se puede apreciar en figura 22, existe una serie de etapas, que permiten descontaminar tanto al transformador como al aceite que contienen PCB's, y posibilita la reutilización de ambos; a continuación, la metodología de tratamiento que se propone para los transformadores contaminados con PCB's, para su descontaminación y recuperación:

3.4.1.1 Vaciado del transformador

El vaciado del transformador se efectúa mediante el empleo de una bomba de engranaje, exclusiva para tal fin. Luego de que el transformador es vaciado permanece al menos 24 horas en reposo para que restos de aceite decanten por gravedad. El aceite contaminado, que es retirado del transformador, se envía por cañerías a los tanques, para luego ser descontaminado y regenerado para su utilización.

3.4.1.2 Exudación forzado por temperatura

La parte activa de la máquina es colocada sobre una bandeja de chapa y se ingresa a un horno que trabaja a 80°C, donde permanece por un lapso de 48 horas. Este proceso es para maximizar la reducción de vestigios de aceite contaminado. El proceso de exudación también se realiza antes del llenado a fin de realizar un secado uniforme para eliminar todo resto de humedad en la parte activa.

3.4.1.3 Lavado y reparación

El proceso se realiza mediante el empleo de aceite mineral descontaminado con niveles de PCB's no detectables. De esta forma y considerando que dichas partes del transformador están constituidas por sólidos no porosos, es correcto asumir que las trazas de PCB's que pudieran quedar son mínimas y se consideran despreciables a los efectos de recontaminación que pudieran ocasionar.

- Parte activa: Su descontaminación se dificulta por los materiales porosos que la componen, debido que en ellos se encuentra aceite contaminado adsorbido, que no es factible extraerlo en su totalidad.

Como puede observarse el éxito del retrolenado dependerá en gran medida del aceite residual con que quede, luego que se efectúe su descontaminación.

3.4.1.4 Armado

Proceso que tienen como objeto asegurar que el transformador queda apto desde punto de vista eléctrico, para su puesta en servicio. Las mismas consisten en efectuar todas las reparaciones que sean necesarias y el armado del mismo.

La magnitud de estas tareas y el detalle de las mismas serán función del estado que presenta el transformador, antes de la descontaminación.

3.4.1.5 Almacenajes

Proceso de almacenar en tanques, el aceite contaminado que se extrae, así como el usado para realizar los lavados correspondientes.

3.4.1.6 Descloración

El proceso se realiza en forma paralela al retrolenado. El método con descloración con Sodio Metálico, emplea sodio metálico para dechlorización las moléculas de PCB's y el mismo se rige por la reacción de Wurtz. Cabe destacar,

que el sodio es un metal reactivo que tiene gran afinidad con el cloro. Propiedad que es aprovechada para la descontaminación de los aceites con PCB's. El Cloro extraído de las moléculas de PCB's se combina con el reactivo, formando una sal que precipita debido a su insolubilidad y mayor peso específico. Los gases que se liberan están en su mayoría formados por vapor de agua e hidrocarburos livianos, que son retenidos por condensación y por un filtro de Carbón Activado.

3.4.1.6 Filtrado y Regeneración

En esta etapa Los gases que se liberan están en su mayoría formados por vapor de agua e hidrocarburos livianos, que son retenidos por condensación y por un filtro de Carbón Activado, y de esta manera posibilita su regeneración para ser reutilizado.

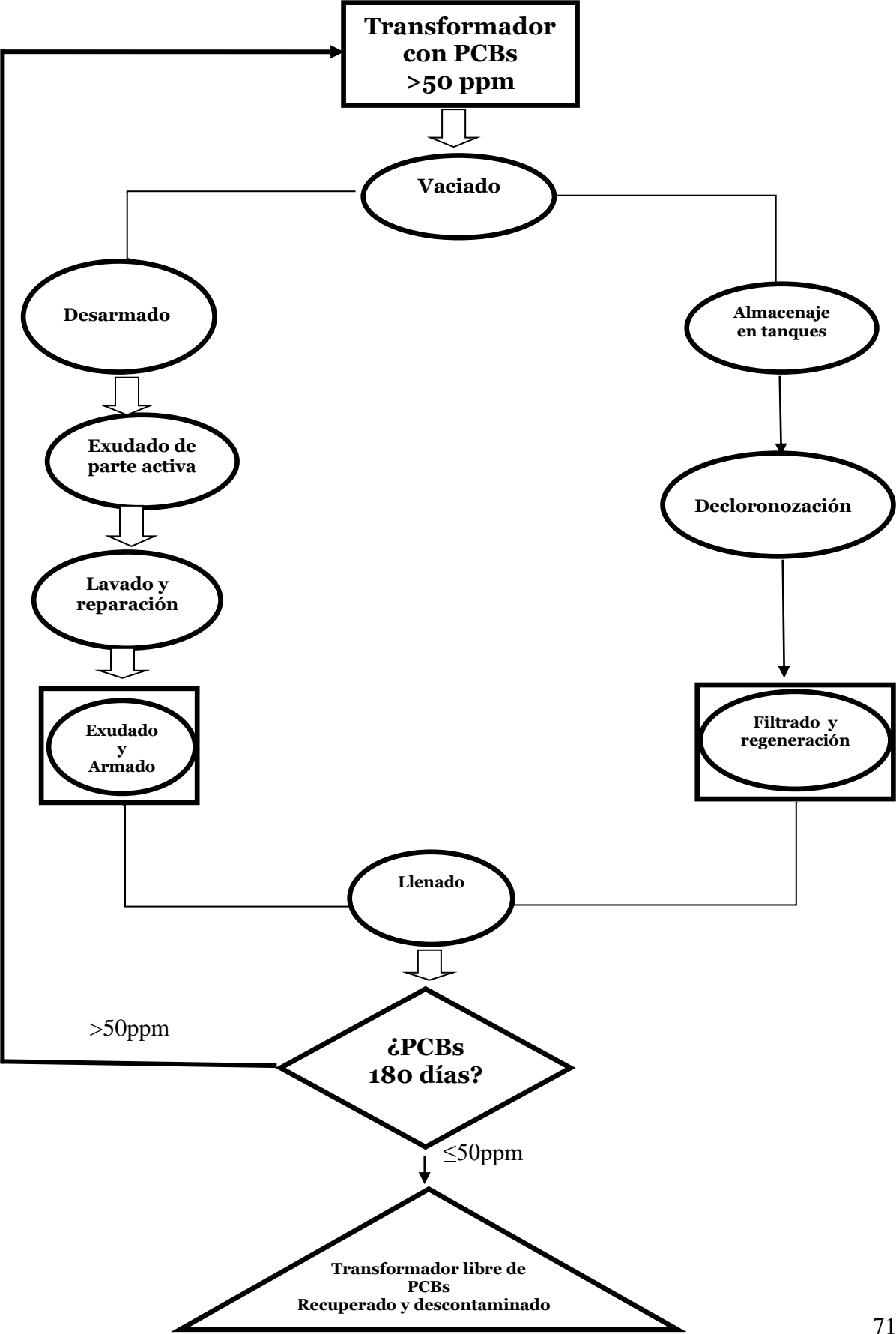
3.4.1.7 Llenado de los transformadores

Los transformadores son rellenos con aceite descontaminado y regenerado con niveles de PCB's "No Detectado", acreditado mediante ensayo de cromatografía en fase gaseosa, según norma ASTM D-4059/96.

3.4.1.8 Ensayos eléctricos

Finalizadas todas las etapas anteriores, los transformadores se ensayan con el objeto de verificar que eléctricamente se encuentran aptos para ser instalados en la red eléctrica.

Figura 30. Diagrama de flujo del proceso de descontaminación de transformadores con PCBs mediante el método de Descloración.



3.5 PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL Y DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA CONTAMINADOS CON PCB'S EN LA EMPRESA ELECTRONORTE S.A.

Conociendo el alto riesgo que existe al realizar actividades en estos equipos, se justifica la realización de un proceso sistemático gestión de riesgos relacionada con la seguridad y Salud Ocupacional.

1. Objetivo

Indicar las actividades y procedimientos a seguir durante la ejecución de los trabajos relacionados con los lineamientos establecidos en la propuesta de un sistema de gestión y control de transformadores de potencia contaminados con PCB's en la empresa eléctrica ELECTRONORTE S.A.

2. Objetivos Específicos

- i.** Cumplir al 100% con los requisitos de tratamiento: retiro, extracción y relleno de aceite dieléctrico, señalados en la propuesta de un sistema de gestión y control de transformadores de potencia contaminados con pcb's en la empresa eléctrica ELECTRONORTE S.A.
- ii.** Entregar bienes y servicios a los participantes para que cumplan al 100% la actividad encomendada.

3. Consideraciones generales

Para la realización de las actividades se debe contar con:

3.1 Equipos de protección personal IPP's

Para realizar las pruebas se requiere contar adicional al uso del casco, lentes y zapatos de seguridad, Guantes de badana, Barbiquejo, Arnés de Cuerpo completo, línea de vida con absorbedor de impactos, fajas de anclaje y mascara buco nasal con filtros protección química y Ropa contra productos químicos: Tipo 1: Trajes

herméticos a gases (EN 943-1 y EN 943-2.) y Tipo 3: Protección frente a líquidos (EN 466).

3.2 Equipos, herramientas y Materiales

Camión grúa, camión de transporte con espacio confinado, accesorios de izaje (grilletes, estrobos y loras), soleras, Kit de llaves de líniero, alicate universal para electricista, Cinturón Porta Herramientas, Sogas, Escalera extensible, Estrobos para escalar (Pasos), bomba de vacío, manguera hidráulica, trapo industrial, bolsas para residuos peligrosos, absorbente químico, Kit absorbentes para emergencias derrames químicos (abs. 26 l). Bidón con absorbentes de emergencia

3.3 Prerrequisitos de competencia

Cursos de trabajos en altura, el personal implicado en la tarea debe tener una experiencia mínima de 3 años.

Curso de Izaje y grúas, personal debe contar una experiencia mínima de 3 años.

3.4 Restricciones

Se paralizará la tarea si se presentan condiciones adversas.

Aplica a toda la personal unidad de mantenimiento y distribución, designado que realizara está actividad de retiro del equipo eléctrico.

4 RESPONSABILIDADES

4.1 El coordinador general (Jefe de unidad de mantenimiento y distribución UMD), comunica mediante carta a la supervisión los trabajos a realizar durante la semana.

4.2 El Supervisor verifica y aprueba el plan de trabajo.

4.3 El Coordinador general (Jefe de unidad de mantenimiento y distribución UMD) da la orden de iniciar los trabajos de campo de acuerdo a lo planificado salvo casos especiales al Ing. Residente Adjunto, jefe de grupo e Ing. de seguridad; los que cumplirán lo siguiente:

❖ Check list del personal.

❖ Charla de 5 minutos.

4.4 Al término de la jornada el supervisor del UMD verificará los trabajos y dará la orden para el retiro del personal.

4.5 El Coordinador General informa al Supervisor de los trabajos culminados.

5 ZONA DE TRABAJO, ACTIVIDADES A REALIZAR, TIEMPO DE EJECUCIÓN, RECURSOS HUMANOS, MOVILIDAD Y EQUIPOS

5.1 ZONA DE TRABAJO

Estas actividades se ejecutarán en los distritos de Chiclayo, en la Provincia de Chiclayo y Región de Lambayeque.

5.2 ACTIVIDADES A REALIZAR:

Tabla 21. Procedimientos de Campo.

N°	Paso (qué)	Responsable(Quién)	Explicación (como)
1	Inspeccionar la aérea inicial de trabajo.	Ingeniero Residente de obra, Supervisor Operario.	Se realizará la inspección del terreno donde se va a realizar la tarea, tener en cuenta el tipo de suelo.
2	Inspeccionar las herramientas y equipos.	Ingeniero Residente de obra, Supervisor Operario.	Todo el personal deberá inspeccionar sus materiales , herramientas (eslinga, estrobo, grillete) y /o equipos, herramientas manuales (llave mixta, llave francesa, llave pico de pato, alicate), accesorios y equipos (Cinturón porta herramientas, escalera extensible, sogas, estrobos, pasos, poleas
3	Inspeccionar la Grúa y camión contenedor.	Operador grúa con contenedor.	En el trabajo con camión y grúa el operador llenara el formato de pre-uso de vehículo y equipo móvil. Si hubiera alguna anomalía le reportara al Residente de obra inmediatamente.
4	Verificar el área de tránsito.	Operador de Grúa.	El Operador tendrá que conocer la ruta por la cual se desplazará con la grúa, conociendo el sentido del tránsito, para evitar colisiones con otros vehículos, atropellos, etc.
5	Inspeccionar IPP's.	Ingeniero Residente de obra, Supervisor Operario.	Todo el personal inspeccionará su básico EPP (mascara buco nasal con filtros protección química, lentes, casco, zapatos) y el específico (Guantes de badana, Barbiquejo, Arnés de Cuerpo completo, línea de vida con absorción de impactos y fajas de anclaje), verificando que se encuentre en buen estado; se reemplaza de inmediato el EPP que se encuentre en condición subestándar.
6	Solicitar autorización de trabajos de altura.	Residente de obra, Operario.	El Capataz solicitara la autorización para Trabajos en Altura al Residente de Obra.
7	Señalizar el área.	Operario y Ayudante.	Se señalizará el área de trabajo con cinta amarilla o roja usando sujetadores de madera que sirven como punto de fijación para las cintas de señalización. Es importante la señalización del área de trabajo con el fin de evitar que personal no involucrado en la tarea así como personas particulares ingresen al área de la misma y sufran algún tipo de daño (Caída de Objetos desde distinto nivel). Solicitar apoyo policial para asegurar el orden y seguridad de la operación.
8	Escalar y ubicarse en poste mediante escalera	Operario	El técnico con su equipo anticaídas puesto ascenderá por la escalera además de sus IPP's. Una vez llegado a la parte superior se colocará su faja de anclaje y su línea de vida respectiva, amarrará la escalera al poste para asegurarla

Tabla 22. Procedimientos de Campo.

	y/0 estrobos (pasos).		totalmente. Se usarán estrobos para posicionarse en el poste para después llegar al punto
			requerido donde se realizará el inicio de la tarea. Para el Uso de pasos se seguirá el mismo procedimiento, suprimiendo el uso de escalera.
9	Posicionarse en el poste.	Operario, ayudantes	El técnico se posicionará al lado contrario del poste donde el transformador que será retirado/izado. Una vez posicionado indicara que todo está listo para poder iniciar el izaje/desmontaje del transformador con la grúa y ayuda de vientos.
11	Ubicar y estabilizar la grúa para el desmontaje o Izaje.	Operador grúa.	El operador es el encargado de posicionar la grúa de la mejor manera ya que es un personal entrenado, calificado y autorizado para estos trabajos. Los gatos hidráulicos (elementos extensibles que ayudan a estabilizar la grúa) deben estar fijados con sus respectivos platos y/o soleras con el fin de distribuir en el terreno la fuerza que realicen dichos accesorios.
12	Asegurar y estrobar el transformador.	Operador de grúa y Rigger.	El Rigger inicialmente su indumentaria de seguridad IPP's, colocara dos grilletes con un estrobo de acero , después se enganchará la lora de la grúa buscando un punto a lo largo del transformador para que los pesos sean proporcionales garantizando estabilidad y equilibrio al momento del izaje , adicionalmente asegurara el transformador: agregar silicona a las juntas de las partes del transformador, luego instalar con una sog a un extremo (viento) para poder maniobrarlo y orientarlo para después colocarla en el poste cuidando que el Bushing no se golpee y se dañe, ocasionando un punto de fuga.
13	Desmontaje o izaje dl transformador.	Operador de grúa y Rigger	Los únicos responsables de esta tarea son el operador y el rigger. No se deberá permitir la intromisión de terceras personas en la maniobra ya que se puede confundir las señales que realiza el Rigger al operador, para el izaje del poste. El Rigger despejará el área de trabajo y dará luz verde al Operador de la Grúa para empezar la maniobra. El operador levantará el transformador usando la pluma mecánica de la grúa; un trabajador orientará el transformador hacia el poste (mediante un viento) mientras este suspendido en el aire para evitar que el bushing colisione con el poste

Tabla 23. Procedimiento de campo

14	Instalar Transformadores en poste.	Operario y ayudantes	Se izará el transformador hasta el nivel indicado por el técnico para su colocación, el técnico fijara el transformador al poste ajustando las abrazaderas que este posee. Posteriormente se realizaran las uniones de los cables de conductores al transformador mediante los conectores y accesorios.
15	Descender del poste.	Operario.	Una vez Asegurado el transformador el operario descenderá del poste con la escalera extensible o Pasos.
16	Asegurarse el transformador a la grúa para su traslado.	Operador de grúa y Rigger.	El Operador y el Rigger aseguraran el transformador usando fajas tipo rache; esto para minimizar y/o anular cualquier riesgo de expulsión de carga mal asegurada en el descanso de la Grúa.
17	Trasladar el transformador al punto de descarga en almacén o Taller de mantenimiento.	Operador de grúa	La velocidad se establece según MTC por la carga que transporta. De esta manera el transformador (la carga) no experimentara ningún movimiento brusco que pueda poner en riesgo su integridad y permanencia en la grúa. En caso de problemas de visibilidad (neblina o lluvia), el Operador de Grúa deberá estacionarse y parquearse hasta que las condiciones mejoren y tenga una mejor visibilidad.
18	Estacionar Grúa.	Operador de grúa	Al momento de llegar a la zona de descarga (Punto de desmontaje /Izaje), el Operador de Grúa ubicara (estacionara) la grúa en el lugar adecuado (lugar en donde tenga un radio más amplia para que las maniobra sea segura; para comenzar con la descarga del transformador.
19	Descarga del transformador	Operador grúa.	La descarga del transformador se realizará en el punto de descarga acondicionado para la recepción y/o despacho. El operador levantara el transformador usando la pluma mecánica de la grúa; un trabajador orientara la carga (mediante el viento) mientras está suspendido en el aire; los trabajadores se aseguraran que el transformador se posicione en el piso sobre tacos de madera que aseguren que no seda y sea fácil su desplazamiento con la transpaleta manual.

20	Acomodar el transformador en el área de descarga.	Ing. supervisor residente, operador grúa. y Rigger.	La carga en el piso será acomodada asegurada usando maderas tacos de madera; como acondicionamiento para su posterior traslado a taller de mantenimiento o reciclado.
21	Dejar el área de trabajo en condiciones adecuadas de orden y limpieza.	Todo el personal.	Todos los equipos y herramientas deben ser dejados en orden y los residuos sólidos generados durante la tarea deben ser dispuestos en los bidones con absorbentes químicos de emergencia ubicados en lugares apropiados.

Fuente. Elaboración propia

Tabla 24. Procedimientos en Taller de mantenimiento:

N°	Paso (qué)	Responsable(Quién)	Explicación (como)
1	Inspeccionar el área inicial de trabajo	Ing. Supervisor del área de mantenimiento u operario_ capataz.	Se realizará la inspección del lugar dentro del taller donde se va a realizar la tarea.
2	Inspeccionar EPP's	Ing. Supervisor del área de mantenimiento u operario_ capataz.	Todo el personal inspeccionará su EPP, verificando que se encuentre en buen estado; se reemplaza de inmediato el EPP que se encuentre en condición subestándar.
3	Inspeccionar herramientas, equipos y Materiales	Ing. Supervisor del área de mantenimiento u operario_ capataz.	Todo el personal deberá inspeccionar sus materiales, herramientas (Kit de llaves, Llave Francesa, accesorios y/o equipos: bomba de vacío, verificando que se encuentren en buen estado.
4	Instalar sistema cerrado para el proceso de dechlorinación.	Técnico y Ayudante	El técnico apoyado por su ayudante conectara las juntas a la válvula de drenaje del sistema cerrado.
5	Retirar el aceite con moléculas de PCB's	Técnico	El técnico apoyado por su ayudante extraerá el aceite que tiene trazas o moléculas que contienen PCB's haciendo uso de un sistema cerrado. El proceso consiste en conectar los transformadores mediante un sistema cerrado a un equipo de dechlorinación.
6	Dejar el área de trabajo en condiciones adecuadas de orden y limpieza.	Técnico y Ayudante	Todos los equipos y herramientas deben ser dejados en orden y los residuos sólidos generados durante la tarea deben ser dispuestos en los bidones con absorbentes químicos de emergencia ubicados en lugares apropiados. La disposición final de los mismos se realizará con un operador habilitado a nivel nacional.

Fuente. Elaboración propia

Tabla 25. ANALISIS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO (A.S.T.)

RIESGOS EN EL TRABAJO			PROCEDIMIENTO ESTANDAR DEL TRABAJO	
RIESGOS POTENCIALES	RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	RIESGOS POTENCIALES
Preparación	<ul style="list-style-type: none"> - Traumatismo - Contaminación química. - Accidente de tránsito: accidente fatal, daños a terceros, daños a las herramientas y equipos 	<p>Ropa de trabajo</p> <p>Calzado de seguridad con planta aislante</p> <p>Casco dieléctrico con barbiquejo</p> <p>Guantes de badana o cuero.</p> <p>Mascara buco nasal con filtros.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar equipos necesarios para la inspección de la zona de trabajo. 2. Verificar que el personal designado para la inspección cuente con todos los implementos de seguridad necesarios para esta actividad. 3. Contar con diagrama unifilar y planos actualizados. 4. El chofer deberá realizar una inspección previa al vehículo, verificando el buen funcionamiento de la misma. 5. Todo el personal será transportado sentado en asientos adecuados. 6. Los chóferes y acompañantes usaran el cinturón de seguridad del vehículo. 7. Se debe contar con la orden de trabajo, plano de proyecto, previsto municipal y todo aquel documento adicional que permita el normal desarrollo de los trabajos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Probar todos los equipos antes de ser utilizados para asegurar su eficacia - Cumplir con lo establecido en el Reglamento Nacional de Tránsito según sea el caso. - Verificar el estado del terreno donde se realizará Los trabajos

Identificación y coordinación	<ul style="list-style-type: none"> - Traumatismo. - Contaminación química. - Daños a terceros. - Daños a herramientas y equipos. 	<p>Ropa de trabajo</p> <p>Calzado de seguridad con planta aislante</p> <p>Casco dieléctrico con barbiquejo</p> <p>Guantes de badana o de cuero.</p> <p>Mascara buco nasal con filtros.</p>	<p>8. Retirar de la zona de trabajo a las personas ajenas y de ser necesario con la autorización de la entidad correspondiente, detener o desviar el tránsito de vehículos y/o peatonal.</p> <p>9. Colocar las señales de aviso y protección de la zona de trabajo.</p>	<p>- Antes de iniciar la labor, el responsable de la inspección dará la charla de seguridad de 05 minutos.</p>
Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - Accidente fatal - Traumatismo. - Contaminación Química. - Daños a terceros. - Daños a herramientas y equipos. 	<p>Ropa de trabajo</p> <p>Calzado de seguridad con planta aislante</p> <p>Casco dieléctrico con barbiquejo</p> <p>Guantes de badana o cuero.</p> <p>Lentes contra impacto.</p> <p>Mascara buco nasal con filtros.</p>	<p>10. Definir el espacio que requiere la zona de trabajo.</p> <p>11. Realizar la inspección, estando siempre concentrados, teniendo principalmente cuidado con el tránsito de vehículos por la zona de inspección.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplir con lo establecido en las normas de señalización. - Todos deberán estar atentos ante cualquier contingencia - Ningún trabajador se ubicará en una zona con riesgo de accidente. - Supervisión constante a cargo del Ingeniero Operativo responsable del trabajo.
Culminación	<ul style="list-style-type: none"> - Traumatismo. - Contaminación Química. 	<p>Ropa de trabajo</p> <p>Calzado de seguridad con planta aislante</p> <p>Casco dieléctrico con barbiquejo</p>	<p>12. El responsable del trabajo verificará la conformidad de las inspecciones.</p>	

		<p>Guantes de badana o cuero. Mascara buco nasal con filtros.</p>		
Retiro	<ul style="list-style-type: none"> - Traumatismo. - Contaminación Química. - Daños a terceros. - Daños a equipos. 	<p>Ropa de trabajo. Calzado de seguridad con planta aislante Casco dieléctrico con barbiquejo Guantes de cuero y badana. Mascara buco nasal con filtros.</p>	<p>13. Recoger los equipos empleados en la inspección, verificando su operatividad para una próxima utilización.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reportar los equipos que hayan sufrido desperfectos para su inmediata reparación. - Recoger los equipos empleadas en la inspección.
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>1. No se debe alterar el orden de los pasos estipulados y ante cualquier duda que se presente durante el trabajo, se deberá consultar a la supervisión ¡SUSPENDER TODO ACTO O CONDICION INSEGURA SI SE PRESENTARA CUALQUIER CASO DE DUDA O ANOMALIA, HASTA QUE SEA RESUELTA!</p>				

3.6 PROPUESTA DE INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TRATAMIENTO DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA CONTAMINADOS CON PCB'S EN LA EMPRESA ELECTRICA ELECTRONORTE S.A

3.5.1 Propuesta de inversión para el tratamiento por Incineración

En nuestro país no existe la tecnología adecuada para la destrucción por incineración, no obstante, por un tema de responsabilidad empresarial no se puede realizar dicha acción. En ciertos países industrializados no autorizan esos incineradores, siendo ejemplos destacados Japón y Australia; en estos países están obligados a hallar otras tecnologías de destrucción

Tabla 27. Tecnologías de destrucción de PCB: Aceites.

Nombre de la compañía		Tecnología	Reutilización del aceite
Empresa	País		
BILGER	Alemania	Sodio	Si
CINTEC	Canadá	No aplicable
CLEANAWAY	Reino unido	Incineración	No
ECO LOGIC	Canadá	Hidrogenación	No
FLUIDEX	Sudáfrica	Sodio	Si
GROSVENOR POWER	Reino unido	Descloración	Si
MANITOBA HIDRO	Canadá	Sodio	Si
SD MYRES	EEUU	Descloración	Si
SHANKS	Reino unido	Incineración	No
TASSCO	Canadá	Sodio	Si
TREDI	Francia	Incineración	No

Fuente. Elaboración propia

Sin embargo aún existen países donde es permitido, pero tiene que realizarse una evaluación de costos de transporte o envío, pérdida de equipo. Se debe tener en cuenta que el transporte transfronterizo de un residuo peligroso es demasiado costoso, estos adicionados a los costos unitarios de los artículos que se pierden.

Tabla 28. Propuesta de inversión para el tratamiento de transformadores contaminados con PCBs por Incineración

PROYECTO: ELIMINACIÓN POR INCINERACIÓN PARA EL SISTEMA DE GESTION Y CONTROL DE TRANSFORMADORES CONTAMINADOS CON PCB'S EN ELECTRONORTE S.A. STRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO LA LAMBAYEQUE.					
ACTIVIDADES: TRANSPORTE TRANSFRONTERIZO PARA LOS TRANSFORMADORES.					
ITEM	Productos/Metas/Categoría de inversión	Unidad de Medida	Cantidades	Precio Unitario (S/.)	Total
I.	INVERSION				
1	ARTICULOS DE TRANSFORMACIÓN				
1.1	Aceites de transformador	UNID	4	1.500,00	6.000,00
1.2	Transformadores	UNID	1	12.000,00	12.000,00
	Transporte aceite residual	UNID	1	10.000,00	10.000,00
2	TRASLADOS	-	-	-	
	<u>EMPRESA CILSA</u>				
2.1	Traslado a puerto.	UNID	1	1.500,00	1.500,00
2.2	Traslado transfronterizo + seguros.	UNID	1	20.000,00	20.000,00
3	INCINERACIÓN	-	-	-	
	<u>EMPRESA Canadá</u>				
2.1	Incinerar el artículo de transformación	UNID	5	2.600,00	13.000,00
	SUB TOTAL INVERSION			S/.	62.500,00
	TOTAL INVERSION.			S/.	62.500,00

Fuente. Elaboración propia

3.5.2.- Propuesta de inversión para el tratamiento por Descloración

El proceso de descloración se necesitará construir un área segura dentro del almacén de residuos en el distrito de Morrope; compra del producto químico y de capacitación del personal.

Tabla 29. Propuesta de inversión para el tratamiento por tratamiento de transformadores contaminados con PCBs por descloración.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DEL ALMACEN DEL SISTEMA DE GESTION Y CONTROL DE TRANSFORMADORES CONTAMINADOS CON PCB'S EN ELECTRONORTE S.A. STRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO LA LAMBAYEQUE.					
ACTIVIDADES: CONSTRUCCION, EQUIPAMIENTO PROPIO, CAPACITACION Y TRANSPORTE DE LOS TRANSFORMADORES.					
ITEM	Productos/Metas/Categoría de inversión	Unidad de Medida	Cantidades	Precio Unitario (S/.)	Total
I.	INVERSION				
1	Construcción e Implementación del Área segura.				
1.1	Obras	m ²	120	74	8,938
1.2	Puerta de acceso	UNID	1	1,915	1,915
2	Equipamiento del Servicio		-		
2.1	Bomba de vacío de 1HP 220V 60Hz	UNID	1	904	
2.2	Manguera hidráulica de 1''	M	20	19	39
2.3	Válvula esférica	UNID	2	37	74
2.4	Adaptador de 1'' galvanizado	UNID	1	13	13
2.5	Abrazadera de 1 1/2''	UNID	12	3	36,00
2.6	Cubeta anti derrames	UNID	1	319	319
3	Capacitación del personal				
3.1	Capacitación del Personal Técnico		-	5,320	5,320
3.2	Viáticos y asignaciones	Viático		319	319
3.3	Materiales de consumo	Kit	2	532	1,064
3.4	Pasajes y gastos de transporte	Pasaje		200	200
4	Imprevistos 5%				
	Sub total inversión.				19,132
FASE II:	Post Inversión.				
<u>2.1</u>	<u>Operación y Mantenimiento del Área Operativa</u>		-	-	-
2.1.1	Personal Técnico	Personas	1	2.660	2.660
2.1.2	Personal Obrero	Personas	1	2,128	2,128

		mes			
2.1.3	Personal de Limpieza	Personas- mes	1	851	851
2.1.4	Implementos de protección personal IPP's.	UND	2	457	914
<u>2.2</u>	<u>Tratamiento del residuo peligroso.</u>		-	-	
2.2.1	Reactivo kPEG	UND	1	552	552
<u>2.3</u>	<u>Transporte del residuo peligroso.</u>		-	-	
	<u>EMPRESA CILSA</u>				
2.3.1	Traslado a la capital del departamento de Lima.	Estimado C/2años	1	1.596	1,596
	Sub total Inversión			S/.	8,701
	TOTAL POR TRATAMIENTO (PRE INVERSION, INVERSION, POST INVERSION)			S/.	27,833

A precios de mercado Variación anual .02% al año 2015_Fuente INEI.

Tabla 30. Costos de reactivos para la descontaminación de 1m³ de aceite con PCB's.

Evaluación de costos por tipo de reactivo Descontaminante		
Método utilizado	Costos (\$ / ppm de PCB's)	Valor del Peso colombiano
		1USD=1.842,51481
		1SOL=688,29
Alternativo Goodyear	S/. 345,335 + IGV	S/. 924,50
KPEG (acuoso)	S/. 470,00 + IGV	S/. 1.258,16
KOH Adsorbente	S/. 199,00 + IGV	S/. 532,71

Fuente: Lopera 2006 y actualizado al 24 de mayo 2013 haciendo uso del portal CoinMill.com.

Tabla 31. Análisis del beneficio obtenido

Detalle	Total
Familia beneficiadas	950
Total en soles por familia	S/ 50.00
Beneficio obtenido en soles	S/ 47,500.00

Fuente. Elaboración propia

En el siguiente estudio se optará por la propuesta de inversión para el tratamiento por Descloración, por tal se estima 950 familias beneficiadas, y un total de beneficio obtenido en soles de 47,500.00

Tabla 32. Análisis de beneficio/costo

Detalle	Total
Beneficio obtenido en soles	S/ 47,500.00
Costo de la implementación	S/ 27,833.00
Beneficio/ Costo	S/ 1.71

Fuente. Elaboración propia

El indicador de beneficio/costo, indica que por cada S/1.00 que se logre invertir, se obtiene un beneficio de S/0.71 nuevo sol

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Al realizar el mapeo se encontró que la mayor concentración de transformadores se ubica en la ciudad de Chiclayo, siendo total de 446 unidades instaladas y la más antigua data del año de 1965 instalado en el distrito de Chiclayo.

Después del análisis de los aceites dieléctricos de los transformadores, se llegó a determinar que existen cinco transformadores con una concentración mayor de 50ppm valor que según convenio de Reino Unido y DIGESA se determina que puede ser peligroso para la salud, de estos transformadores solo dos están en servicio en distrito de Chiclayo y los otros tres en condición de residuo en almacenes de materiales e equipos en desuso en la ciudad de Morrope, Lambayeque, en zona de seguridad.

Respecto al tratamiento se concluye que la purificación de aceites aislantes contaminados con Bifenilo Policlorados (PCB's) se puede realizar por descloración, siendo el KPEG que utiliza KOH sólido el más recomendable por el costo de aplicación y menor impacto al ambiente.

Referido al costo del tratamiento de inversión se concluye que el costo de descloración que representa un total de S/.27.833 nuevos soles, es más económico en comparación al costo de tratamiento de incineración que representa un total de S/.62, 500 nuevos soles, por tal se logra estimar un indicador de beneficio/costo S/. 1.71 nuevos soles.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la empresa Electronorte S. A implemente esta propuesta de descloración para tratar los transformadores contaminados con PCB's y que además gestione para que los actuales no se contaminen.
- Deben Supervisar las actividades del presente procedimiento propuesto desde un enfoque proactivo y preventivo.
- Los equipos nuevos todos se deben ser testeados y además exigir la certificación del fabricante – libre de PCB's.
- Los supervisores deberán realizar chek list de las actividades propuestas y realizar recomendaciones para una mejora continua del proceso.
- Se recomienda hacer un estudio de recuperación del aceite tratado para reutilizarlo, bien sea como fluido dieléctrico.
- Independientemente del nivel de PPE que se use, los trabajadores deben observar buenas prácticas de higiene, a fin de reducir su exposición a los PCB's
- Al quitarse el PPE, se debe tener cuidado de retirar el PPE contaminado, de manera que se prevenga el contacto de la piel con los PCB's.
- Los trabajadores deben abstenerse de fumar, beber o comer mientras se trabaja con PCB's.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bautista, C.2004. Agencia Europea del Medio Ambiente- 2006. Informe Residuos-Guía técnico jurídico.
- [2] Castells Elías. 2000. Reciclaje de residuos industriales.
- [3]Consideraciones Generales sobre el Manejo y Tratamiento del tema PCB (Bifenilos Policlorados). El PCB y la Dirección Provincial de Energía de Corrientes. <http://www.dpec.com.ar/Textos/PCB.htm> (accesado setiembre, 10 .2012).
- [4] Congreso de la República. D.L. N°613 – Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales” Art.14 -15-113-114.
- [5] Convenio de Estocolmo. 17 de mayo de 2004.
- [6] Environment Canada. www.ec.gc.ca (accesada Setiembre, 28, 2012).
- [7] Gestión de Equipos con PCB- Uruguay- Convenio de Estocolmo. 2005. www.nip.gub.uy (accesado octubre, 16.2012)
- [8] Gestión de los PCB en Argentina. <http://www.ambiente.gov.ar/?IdArticulo=353> (accesado noviembre, 04. 2012)
- [9] Gestión integral de residuos o desechos peligrosos. <http://preparativosyrespuesta.cridlac.org/XML/spa/doc18932/doc18932-contenido.pdf> (accesado Marzo,01. 2013)
- [10] Hidalgo H, 2009. II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de residuos Barranquia 2009. Recuperación integral de transformadores contaminados con PCB´s.
- [11] Información de Bifelinos Policlorados. Publicado: 1.1.2000 (accesado setiembre,14.2012)
- [12] Lagreda Michael. 1999. Gestión de Residuos Tóxicos. LEY N° 27314. Lima, 22 de julio del año 2004. Ley general de Residuos Sólidos. Promulgado por Alejandro Toledo.
- [13] Lopera P, E.2006. Universidad Nacional de Colombia- 2006. Informe Maestría Química en ingeniería química de-2006. Purificación de Aceites aislantes contaminados con Bifenilos Policlorados (PCB´s).
- [14] Ministerio del Ambiente. 2010. Guía de Residuos Ambientales. Ministerio de Salud. 2011. Proyecto “Manejo y Disposición Ambientalmente Racional de Bifenilos Policlorados.

- [15] M&C S.A. Agencia de aduana Urb, Santa Marina - Callao. @mycagenciadeaduana.com teléfono 559-7269 (anexo 21).
- [16]]Noticias sobre el traslado de PCB -Argentina <http://www.rawsonline.net/pag/noticias.asp?id=1106> – publicado el 25 de mayo 2009 (accesado noviembre, 14.2012).
- [17] Recuperación de transformadores. www.redisa.uji.es/.../Recuperación%20integral%20de%20transformadores. (accesado Marzo, 24. 2013).
- [18] Servicio de descontaminación de transformadores contaminados <http://www.eliminaciondepcb.cl/> (accesado febrero,24. 2013).
- [19] Informativo del sistema integrado de gestión. sigonlineaensa@distriluz.com.pe.
- [20] Transformadores de PBC: una amenaza. medioambiental. <http://www.revistadyna.com/Dyna/cms/articulos/FichaArticulos.asp?IdMenu=10&IdDocumento=344&IdEjemplar=22> (accesado octubre, 12 .2012).
- [21] Tratamiento de PCBs. <http://www.martinirecovering.com.ar/tratamiento-pcbs.php> (accesado febrero,27. 2013).

VI. ANEXOS

Anexo. 1

Transformador de potencia 5MVA, en minera CAM Graña y Montero – 2012



Anexo. 2

Técnicos realizando trabajos en estructura de media tensión monoposte



Anexo. 3

Transformador de potencia de distribución presenta fuga de aceite, la cual ya humedeció un extremo de la loza de cemento



Anexo. 4

Superficie de terreno contaminada con aceite dieléctrico expulsado desde el transformador que presento fuga de aceite



Anexo. 5

Informativo del Sistema Integrado de Gestión de ENSA- N° 085-2015 del 05 de Octubre del 2015, refiere la evacuación de aceite contaminado con PCBs

**Ensa**
INFORMATIVO DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

Chiclayo, 05 octubre del 2015
2015 / Año 2 N° 85

EVACUACIÓN DE ACEITE CONTAMINADO CON PCBs

Los PCBs Binefilos Policlorados, son sustancias químicas sintetizadas por el hombre que contienen cloro, carbono e hidrógeno, y se encuentran en los aceites dieléctricos, utilizados en transformadores, condensadores, circuitos hidráulicos de intercambiadores de calor y de poder, condensadores de fluorescentes (fabricados antes del año 1983); como aditivos en la fabricación de textiles, pinturas, entre otros.

Un grupo importante de transformadores de energía eléctrica de Ensa, fueron analizados durante los dos últimos años, para detectar y/o descartar la presencia de Binefilos Policlorados (PCBs). De cada uno se obtuvo una muestra del aceite, para verificar el contenido inicial de PCB.



Posteriormente, los transformadores que resultaron contaminados, fueron ubicados en el Almacén de Mórrope, en zona de seguridad, tal como lo determinan los protocolos para el resguardo de este tipo de equipos.

Especialistas de la empresa Tredi Argentina S.A. designados por el Proyecto UNIDO en convenio con Ensa, este 26 de setiembre, ejecutaron el tratamiento para los transformadores detectados como contaminados, evacuando el aceite contaminado con PCB y rellenándolos con aceite nuevo tratado. Este trabajo fue realizado con equipos de protección personal, como mameluco descartable de fibra de polietileno de alta densidad, máscara, guantes de nitrilo desechables. La supervisión estuvo a cargo del Área de Calidad y Fiscalización y se contó con el apoyo de la Unidad de Mantenimiento de Distribución.



Al cabo de 180 días se volverá a evaluar una muestra a cada transformador para confirmar que estos están por debajo de 50 ppm y libres de contaminación.



El ahorro de papel nos ayuda a proteger el medio ambiente. Imprime solo lo necesario

Consultas, comentarios, sugerencias
sigenlineaensa@distriluz.com.pe

Anexo. 6

**Mapas geo-referenciales de ubicación de
Subestación de Potencia.**



Un **Sistema de Información Geográfica** (**GIS** o **GIS**, en su acrónimo inglés Geographic Information System) es una integración organizada de *hardware*, *software* y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de **resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica**. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información.

En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los GIS son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística por nombrar unos pocos. Por ejemplo, un GIS podría permitir a los grupos de emergencia calcular fácilmente los tiempos de respuesta en caso de un desastre natural, o para encontrar los humedales que necesitan protección contra la contaminación, o pueden ser utilizados por una empresa para ubicar un nuevo negocio y aprovechar las ventajas de una zona de mercado con escasa competencia.



Gráfico.- Vista panorámica de ubicación Georeferencial de subestaciones muestreadas: 209, 243 y 337. Utilizando un Sistema de Información Geográfica (GIS o GIS, en su acrónimo inglés Geographic Information System).

Anexo. 7

Formatos de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos IPER (Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente. (SSOMA)).

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS		ELECTRONORTE	
		Versión: 01	
		Fecha de aprob.: 15/11/2012	

Obra: Remodelación de Redes de Distribución en Media y Baja Tensión 2012

Miembros del Equipo	Facilitador	Fecha de Actualización
Ing. Maria Espinoza, Ing. Martha Tesen y Ing. Oscar Gervasi.		15/11/2012

Revisión n° 1:

No.	Tarea	Codigo	Peligro	Riesgo Asociado	Descripción de la Consecuencia	Evaluación de Consecuencia (Máx. razonable)			Resultado	Ingeniería	Procedimiento Práctica	Controles Actuales			Probabilidad con Controles Actuales	Riesgo con controles Actuales	Controles Adicionales a Implementarse		Probabilidad con Controles adicionales implementados	Riesgo Residual	Aceptable No Aceptable	
						Persona	Propiedad	Proceso				Entrenamiento Especifico (Adicional a la Matriz Básica de entrenamiento)	EPP Especifico (adicional al uso del casco, lentes y zapatos de seguridad)	Concientizacion			Responsable	Fecha				
3	CARGA, TRANSPORTE Y DESCARGA DE TRANSFORMADORES Y OTROS ACCESORIOS.	105	Falta de Señalización	Caida al mismo nivel	Derrames de aceite, golpes , contusiones producidos por herramientas materiales encontrados en el area de trabajo	2	1	1	2	No requiere	Mantener Orden y Limpieza en la zona de trabajo	No requiere	No requiere	No Aplica Control	1	Bajo			#N/A	#N/A		
		106	Falta de Orden y Limpieza	Caida al mismo nivel	Golpes , contusiones producidos por herramientas materiales encontrados en el area de trabajo	2	1	1	2	No requiere	Mantener Orden y Limpieza en la zona de trabajo	No requiere	No requiere	No Aplica Control	1	Bajo			#N/A	#N/A		
		107	Zanjas /Desrivelos en el lugar de trabajo	Caidas a distinto nivel	Contusiones, laceraciones, fracturas debido a la caída lateral del personal y/o suministros (Rodadura de postes) , provocada por el talud que presenta el terreno donde se realiza la tarea	4	2	1	4	No requiere	TRANSPORTE DE TRANSFORMADORES A PUNTO DE IZAJE PET-005.	Izaje y Gruas.	No requiere	No requiere	No Aplica Control	2	Alto	Ing. Martha Tesen	Siempre	1	Alto	Acceptable
		118	Elementos manipulados con gruas/montacargas/telehandler	Caida de Objetos	Aplastamiento , contusiones,fracturas por impactos de objetos y herramientas en caída vertical (aislador bushing), derrames de aceite electrico.	4	2	1	4	No requiere	IZAJE DE TRANSFORMADORES CON GRUA PET-004 . Adicionalmente : Señalizar Perfectamente la zanja y el desrivel para evitar posibles accidentes de tipo personal y a la propiedad	Izaje y Gruas	Guantes de Badana	No Aplica Control	2	Alto	Ing. Martha Tesen	Siempre	1	Alto	Acceptable	
		119	Elementos aplastados inadecuadamente	Caida de Objetos	Golpes ,hematomas y fracturas producidas por la rodadura del poste	4	2	1	4	No requiere	Uso de madera (durmientes) en cada capa de poste con sus respectivos tacos de seguridad en los extremos de cada capa	No requiere	Guantes de Badana	No Aplica Control	2	Alto	Ing. Martha Tesen	Siempre	1	Alto	Acceptable	
		123	Mariobras de izaje	Caida de Objetos	Golpes , fracturas , aplastamiento , consecuencias fatales debido a la caída del poste	4	1	1	4	No requiere	IZAJE DE TRANSFORMADORES CON GRUA PET-004 . Mantener concentracion y sumo cuidado al momento de realizar el izaje	No requiere	Guantes de Cuero Reforzado	No Aplica Control	2	Alto	Ing. Martha Tesen	Periodicam ente	1	Alto	Acceptable	
		124	Ingreso de terceros a Zona de Izaje	Aplastamiento	Fracturas , consecuencias fatales por caída libre de transformador	4	2	1	4	No requiere	Asegurarse que el transformador esta bien asegurado al cable del tirford antes de izarlo	No requiere	No requiere	No Aplica Control	2	Alto	Ing. Martha Tesen	Siempre	1	Alto	Acceptable	
		607	Radiación UV	Exposición a radiación UV	Enfermedades a la piel por larga exposición a la Radiación UV y contacto con aceite dielectrico contaminado.	2	1	1	2	No requiere	Uso de bloqueador solar y equipamiento especial (Tivet, protección buci nasal, guantes y zapatos industriales).	No requiere	No requiere	No Aplica Control	1	Bajo			#N/A	#N/A		
		615	Trabajo a la intemperie	Exposición a frío intenso	Enfermedades respiratorias broncopulmonares	3	1	1	3	No requiere	Permanecer el menor tiempo posible expuesto a estas condiciones	No requiere	No requiere	No Aplica Control	1	Moderado			#N/A	#N/A		
		120	Transporte inadecuado de carga	Caida de Objetos	Contusiones,fracturas , muerte por aplastamiento e impactos de postes expulsados de la grua.	4	2	1	4	No requiere	TRANSPORTE DE TRANSFORMADOR A PUNTO DE IZAJE PET-005. Posicion extrema de carga y aseguramiento de la misma	No requiere	Guantes de Badana	No Aplica Control	1	Alto	Ing. Martha Tesen	Siempre	1	Alto	Acceptable	
		204	Problemas de Visibilidad (Luzes altas, polvo, clima: niebla, lluvia, granizo, deslumbramiento del sol, otros)	Colisión/Atropello/Volcadura/Atropamiento	Golpes , hematomas , fracturas y consecuencias fatales producto de la volcadura ,colision y/o atropello a causa de la grua	4	3	1	4	No requiere	Cumplir con lo establecido en el Reglamento Nacional de Tránsito y de vehículos. De suceder cualquiera de estas condiciones , estacionar la grua en un lugar seguro y esperar estas mejores.	Manejo Defensivo	No requiere	No Aplica Control	1	Alto	Ing. Martha Tesen	Siempre	1	Alto	Acceptable	
		100	Suelo en mal estado/irregular	Caida al mismo nivel	Golpes , contusiones producidas por caída en suelo irregular	2	1	1	2	No requiere	Trabajar concentrado en la tarea encomendada	No requiere	Guantes de Badana	No Aplica Control	1	Bajo			#N/A	#N/A		
		300	Maquinas/Objetos en movimiento	Atropamiento/Contacto con maquinarias u objetos en movimiento	Cortes y Golpes producidos por el desplazamiento del carrito troyano	3	1	1	3	No requiere	Trabajar concentrado en la tarea encomendada	Higiene Industrial y ergonomía	No requiere	No Aplica Control	1	Moderado			#N/A	#N/A		
		1004	Movimientos bruscos	Esfuerzo por movimientos bruscos	Lesiones musculares al empujar o tirar del carrito troyano	2	1	1	2	No requiere	Equilibrar distribución de cargas para minimizar sobreesfuerzos musculares	Higiene Industrial y ergonomía	No requiere	No Aplica Control	2	Bajo			#N/A	#N/A		
10	DESMONTAJE Y MONTAJE DE TRANSFORMADORES Y TABLEROS DE DISTRIBUCION	124	Ingreso de terceros a Zona de Izaje	Aplastamiento	Fracturas , consecuencias fatales por caída libre de transformador	4	2	1	4	No requiere	INSTALACION DE TRANSFORMADORES Y TABLEROS DE DISTRIBUCION PET-009. Asegurarse que el transformador esta bien asegurado al cable del tirford antes de izarlo	No requiere	No requiere	No Aplica Control	2	Alto	Ing. Martha Tesen	Siempre	1	Alto	Acceptable	
		122	Elementos de montaje mal asegurados	Caida de Objetos	Fracturas , consecuencias fatales por caída libre de transformador	4	2	1	4	No requiere	INSTALACION DE TRANSFORMADORES Y TABLEROS DE DISTRIBUCION PET-009. Asegurarse que el transformador esta bien asegurado al cable del tirford antes de izarlo	No requiere	No requiere	No Aplica Control	2	Alto	Ing. Martha Tesen	Siempre	1	Alto	Acceptable	
		1000	Movimiento de objetos	Esfuerzos por empujar o tirar objetos	Lesiones musculares por sobre esfuerzo al tirar del tirford para izar el transformador	2	1	1	2	No requiere	Controlar los tiempos al usar el tirford para evitar fatiga muscular	No requiere	No requiere	No Aplica Control	2	Bajo			#N/A	#N/A		
		105	Falta de Señalización	Caida al mismo nivel	Golpes contusiones producidas por la caída al contacto con objetos dejados dentro del area de trabajo	2	1	1	2	No requiere	Señalizar correctamente el area de trabajo y dejar dentro de esta solo los necesario para la ejecución de la tarea	No requiere	No requiere	No Aplica Control	1	Bajo			#N/A	#N/A		
		100	Suelo en mal estado/irregular	Caida al mismo nivel	Golpes,contusiones por tropiezos con irregularidades del terreno	2	1	1	2	No requiere	Realizar el trabajo ,constantemente verificando las irregularidades del terreno	No requiere	No requiere	No Aplica Control	2	Bajo			#N/A	#N/A		
		123	Mariobras de izaje	Caida de Objetos	Golpes , fracturas , aplastamiento , consecuencias fatales debido a la caída del poste	4	1	1	4	No requiere	INSTALACION DE TRANSFORMADORES Y TABLEROS DE DISTRIBUCION PET-009. Mantener concentracion y sumo cuidado al momento de realizar el izaje	No requiere	Guantes de Cuero Reforzado	No Aplica Control	2	Alto	Ing. Martha Tesen	Periodicam ente	1	Alto	Acceptable	
		607	Radiación UV	Exposición a radiación UV	Enfermedades a la piel por larga exposición a la Radiación UV y contacto con aceite dielectrico contaminado.	2	1	1	2	No requiere	Uso de Bloqueador solar y equipamiento especial (Tivet, protección buci nasal, guantes y zapatos industriales).	No requiere	No requiere	No Aplica Control	1	Bajo			#N/A	#N/A		
		602	Trabajo a la intemperie	Exposición a radiación solar	Enfermedades respiratorias broncopulmonares	3	1	1	3	No requiere	Permanecer el menor tiempo posible expuesto a estas condiciones	No requiere	No requiere	No Aplica Control	1	Moderado			#N/A	#N/A		
		1004	Movimientos bruscos	Esfuerzo por movimientos bruscos	Estiramiento muscular producto del movimiento brusco en la tarea de izar postes con pluma	2	1	1	2	No requiere	Cargar el peso conveniente para evitar lesionarse los musculos	No requiere	Guantes de Cuero Reforzado	No Aplica Control	2	Bajo			#N/A	#N/A		
		1002	Objetos pesados	Carga o movimiento de materiales o equipos	Golpes , hematomas , al levantar y colocar piedras de cementación (Soudades)	2	1	1	2	No requiere	Cargar las piedras con extremado control al momento de dejarlas caer para la cementación	No requiere	Guantes de Cuero Reforzado	No Aplica Control	2	Bajo			#N/A	#N/A		
1003	Movimientos repetitivos	Exposición a movimientos repetitivos	Fatiga muscular por movimientos repetitivos al ejetucar la acumulacion del desmonte	3	1	1	3	No requiere	Realizar paradas irremediables durante la instalacion de los equipos en la torre	Higiene Industrial y ergonomía	No requiere	No Aplica Control	2	Moderado			#N/A	#N/A				
314	Herramientas manuales cortantes	Contacto con herramientas cortantes	Cortes , contusiones , laceraciones en las extremidades de la persona) ocasionadas por el uso de barreta y pala	3	1	1	3	No requiere	Uso correcto de herramientas no hechizas	No requiere	Guantes de Badana	No Aplica Control	1	Moderado			#N/A	#N/A				
108	Uso de escaleras portátiles	Caidas a distinto nivel	Contusiones , fracturas , consecuencias fatales producto de la caída libre a distinto nivel	4	1	1	4	No requiere	INSTALACION DE TRANSFORMADORES Y TABLEROS DE DISTRIBUCION PET-009	No requiere	Arnes de seguridad	No Aplica Control	2	Alto	Ing. Martha Tesen	Periodicam ente	1	Alto	Acceptable			

Anexo. 8

Implementos de protección personal para trabajos
en presencia de productos químicos peligrosos.



Stand PPE Safety Solutions
Grupo: 3M



Aparato respiratorio asistido

El sistema accionado Cara-montado 7900PF del respirador del aire de 3M? Powerflow? es una protección eficaz, robusta y confiable el combinar personal solo, optimizado del sistema contra las advertencias respiratorias, de la cara y de peligro presentes.

Combina la máscara de la Lleno-cara de 3M? 7900PF con 3M? el aire accionado Powerflow Turbo para formar un sistema energía-asistido que ofrece la protección respiratoria y partículas sólidas y líquidas.

Batería recargable de 5 horas.

Galochas y Botas Súper Dieléctricas:

estas botas y galochas dieléctricas están construidas de caucho amarillo resistente al ozono, 100% impermeables. Su construcción se realiza a partir de hornas del mismo corte que los botines de trabajo sobre los que se calzan. Su forro de tela facilita su colocación y remoción. La suela, de construcción muy durable, tiene grabados en forma de barra en su planta antideslizante. Todas estas galochas y botas han sido ensayadas eléctricamente según los requisitos de la norma ANSI Z41 1999. El Calzado Súper Dieléctrico Salisbury está ensayado a 20 kV.

Este calzado está disponible en dos versiones: las Galochas de Goma "Storm" y las Botas de 11" con 4 Hebillas "Arctic" ambas con parche de refuerzo para trepar a los postes.



51824



31924

Planta Antideslizante
con Barras

SERVUS®

Galochas y Botas súper dieléctricas.

Estas botas y galochas están construidas de caucho amarillo resistente al azono, 100% impermeables. Su construcción se realiza a partir de hornas del mismo corte que los botines de trabajo sobre los que se calzan. Su forro de tela facilita su colocación y remoción. La suela, de forma de barra en su planta antideslizante. Todas estas galochas y botas han sido ensayadas eléctricamente según los requisitos de la

<p>Las baterías del Li-ion proveen de una duración más larga menos peso.</p> <p>Filtro de partículas que satisface el nivel de funcionamiento de la mayor nivel disponible.</p> <p>Máscara mejorada con mayor comodidad y ajustabilidad.</p> <p>Puede ser usado en ducha de la descontaminación usando el kit de la descontaminación (incluido).</p> <p>Prefilter opcional para ampliar la vida del filtro principal.</p>	<p>norma ANSI Z41 1999. El calzado súper dieléctrico Salisbury está ensayado a 20kV.</p> <p>Este calzado está disponible en dos versiones:</p> <p>Las galochas de goma “Storm” y las Botas de 11” con 4 Hebillas “Aretic” ambas con parche de refuerzo para trepar a los postes.</p>
---	--



Ropa de protección química: traje

La gama de productos 3M incluye trajes con protección química y/o retardante a la llama, así como cubrebotas.

Las prendas de protección 3M™ cumplen los requisitos recogidos en las Normas Europeas aplicables y tienen por tanto marcado CE.

MaxiChem®
proRange™

MaxiChem®

MaxiChem® ha sido diseñado y desarrollado para los trabajos con sustancias químicas que requieren niveles de protección más elevados y duraderos. MaxiChem® ha sido comprobado y certificado conforme a la norma EN 374-3.

Plataforma tecnológica LiquiTech®

Resistencia química - se proporciona mediante la plataforma tecnológica LiquiTech®.

Plataforma tecnológica ErgoTech®

Ultraligero - revestimiento sintético combinado con un fono tejido sin costuras súperligero líder en la industria proporciona una comodidad, sensibilidad, ajuste y movilidad excelentes.

Puño ajustado - mantiene el puño ajustado a la mano de modo que los dedos llegan hasta la punta del guante para maximizar la movilidad.

Plataforma tecnológica GripTech®

Nuestro acabado de ajuste antideslizante de microcopa permite un ajuste controlado y de gran calidad en medios aceitosos y húmedos. El ajuste antideslizante tan solo se aplica donde es necesario (en la zona de la palma) para garantizar que no se reduce la flexibilidad.

Plataforma tecnológica Hand Care®

Delicada con la piel
 Nuestra tecnología para el bienestar elimina todos los restos de los productos químicos y olores del proceso de fabricación. MaxiChem® es "delicado con la piel" y certificado conforme a la norma Oeko-Tex 100®.

Conforme a la directiva REACH
 Todos los ingredientes utilizados en la fabricación y construcción de MaxiChem® cumplen la directiva REACH ("Registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas").

Sanitized
 No importa lo que haga. Los olores lo tienen muy difícil gracias a la función higiénica de Sanitized® (sin triclosán) que se incorpora en todos los guantes de ATG®. Sanitized® (sin triclosán) actúa como un desodorante integrado que mantiene el frescor de las prendas durante más tiempo y aporta una sensación de seguridad y protección.