

# Guía para la gestión integral de PCB

## TOMO 5: MUESTREO DE EQUIPOS SUSCEPTIBLES DE CONTENER PCB

### **Créditos Institucionales**

#### **Entidad Coordinadora:**

Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligrosos en Guatemala  
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales  
7 avenida 03-67, zona 13, Ciudad Guatemala, Guatemala.

#### **Entidad Implementadora**

Organización de Las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial -ONUDI-

#### **Proyecto GEF 5816/UNIDO 140298:**

“Manejo y Disposición Ambiental de Equipos Contaminados con Bifenilos Policlorados PCB y Desechos del Plaguicida DDT y Creación de Capacidad Técnica en Guatemala”

#### **Compilación y Edición Técnica:**

Ing. Jefferson Guillermo Santiago Cabrera - Consultor Técnico del Proyecto  
Revisión: Ing. Justo Elviz Ajanel Ardón - Coordinador Nacional de Proyecto  
Ing. Laura Verónica López – Encargada del Convenio de Estocolmo, Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligrosos en Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

#### **Revisión Editorial:**

Departamento de Comunicación Corporativa  
Instituto Nacional de Electrificación -INDE-  
7a Avenida 2-29 zona 9, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Segunda edición: 2018  
Impreso en Guatemala.

Esta guía técnica puede ser reproducida total

*Manejo y disposición ambiental de equipos contaminados con PCB y Desechos de DDT y la creación de capacidad técnica en Guatemala.  
Ciudad de Guatemala, Guatemala*



o parcialmente y en cualquier forma con fines educativos o no lucrativos sin el permiso especial del autor, siempre y cuando se cite la fuente.

El contenido de esta publicación es responsabilidad exclusiva del autor. Las opiniones expresadas no representan necesariamente la decisión o la política de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

## CONTENIDO

1	RESUMEN .....	6
2	INTRODUCCIÓN .....	6
3	CONSIDERACIONES PREVIAS AL MUESTREO Y ANÁLISIS.....	8
3.1	Aplicabilidad .....	8
3.2	Muestreo de equipos en general .....	11
3.3	Muestreo estadístico de equipos de distribución en líneas aéreas en operación.....	11
4	EVITAR INTERFERENCIAS.....	14
5	ELEMENTOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS.....	15
5.1	Personal para toma de muestras .....	15
5.2	Seguridad y protección en la toma de muestras.....	15
5.3	Insumos recomendados para la toma de muestras.....	18
5.4	Herramienta .....	22
6	PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS.....	23
6.1	Muestreo de equipos energizados con válvula de fondo .....	24
6.2	Muestreo de equipos sin Válvula de fondo .....	27
6.3	Muestreo de equipos sellados .....	28
6.4	Pasos finales .....	29
7	MANEJO DE MUESTRAS RECOLECTADAS .....	29
7.1	Compatibilidad con otros análisis .....	29
7.2	Gestión de muestras para análisis en laboratorio .....	30
7.3	Rotulado de las muestras.....	30
7.4	Embalaje, transporte y entrega de muestras.....	31
7.5	Disposición de los residuos y material contaminado.....	32
7.6	Registros asociados .....	33
8	ANEXOS .....	34
	Anexo 1: Plantilla para nota de envío de muestras. ....	34
	Anexo 2: Pasos resumidos para la toma de muestras. ....	34

## Índice de tablas

Tabla 1 Cálculos para una distribución binomial redondeada al valor más alto del intervalo. ... 12

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Proceso para clasificación y etiquetado de equipos. ....	10
Ilustración 2 Técnicos preparados para sacar muestras .....	16
Ilustración 3 Máscara de respiración contra vapores orgánicos.....	16
Ilustración 4 Guante de nitrilo .....	17
Ilustración 5 Dos tipos de bolsa para desechos .....	18
Ilustración 6 Bandeja o contenedor .....	18
Ilustración 7 Vista de bolsa, palangana y bolsa dentro de palangana lista para su uso .....	19
Ilustración 8 Vista de bolsa y palangana con recubrimiento siendo usadas en una operación de toma de muestras .....	19
Ilustración 9 Caja de transporte de muestras .....	19
Ilustración 10 Vaso dentro de bolsa plástica protectora .....	20
Ilustración 11 Distintos tipos de pipetas.....	20
Ilustración 12 Frascos ámbar de 30 y 60 ml.....	20
Ilustración 13 Etiqueta para muestras de aceite dieléctrico.....	21
Ilustración 14 Material de limpieza.....	21
Ilustración 15 Bolsa con cierre hermético con muestra en su interior .....	21
Ilustración 16 Lapiceros y marcadores o rotuladores .....	22
Ilustración 17 Bolsa con el kit preparado.....	22
Ilustración 18 (1) Llave stillson, (2) Llave francesa, (3) desarmador de castigadera en cruz (Phillips), (4) desarmador de castigadera plana, (5) desarmador de castigadera plana corto ...	23
Ilustración 19 Personal tomando muestra de aceite .....	24
Ilustración 20 Muestreo de PCB en equipo con válvula para toma de muestras .....	25
Ilustración 21 Aceite proyectado a alta velocidad siendo captado por el vaso de toma de muestras.....	26
Ilustración 22 Muestreo de PCB en equipo con válvula con tapón de rosca.....	26
Ilustración 23 Toma de muestra en equipo desechado.....	28



Ilustración 24 Detalle para toma de muestra con tubo sumergible .....	28
Ilustración 25 Etiqueta para muestras de aceite dieléctrico.....	31
Ilustración 26 Embalaje, transporte y entrega de muestra .....	31
Ilustración 27 Caja de transporte de muestras .....	32

## 1 RESUMEN

La presente guía contiene los lineamientos e información necesaria para realizar el muestreo para el inventario de equipos susceptibles de contener PCB, la misma se ha alineado con los términos y regulación ambiental vigente en Guatemala. La gestión abarca los criterios iniciales previos al muestreo, luego se incluye la información pertinente previa para la correcta toma de muestras en campo, la realización de la toma de muestras.

## 2 INTRODUCCIÓN

Las guías presentan la gestión de PCB desde un punto de vista integral por lo que se han estructurado de la siguiente manera:

- **TOMO 1: GUÍA DE BOLSILLO PARA GESTIÓN DE PCB.** Es un documento de consulta inmediata para apreciar de una vista general de la gestión y luego referirse a la guía que contiene la información que el usuario necesite.
- **TOMO 2: GENERALIDADES Y CONCEPTOS BÁSICOS DE PCB:** Ha sido diseñada para el entendimiento básico del PCB.
- **TOMO 3: GESTIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS AL PCB.** Aquí se incluyen los elementos de seguridad necesarios para realizar las operaciones de forma segura en las siguientes guías desarrolladas.
- **TOMO 4: INVENTARIO DE PCB.** Ha sido diseñado para permitir al usuario realizar y actualizar su inventario de equipos susceptibles de contener PCB, incluye una sección dedicada al “SISTEMA DE INFORMACIÓN DE PCB” que funciona según la regulación nacional.
- **TOMO 5: MUESTREO DE EQUIPOS SUSCEPTIBLES DE CONTENER PCB.** Indica los lineamientos para la toma de muestra de aceites de equipos en el inventario para su posterior análisis químico.
- **TOMO 6: ANÁLISIS QUÍMICO DE PCB Y ETIQUETADO.** Esta guía indica los lineamientos para realizar la correcta identificación de PCB cumpliendo con los requisitos de la regulación.
- **TOMO 7: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CON ACEITES DIELECTRICOS.** Indica todo lo concerniente al uso y mantenimiento de equipos a fin de evitar la contaminación con PCB y los lineamientos para operar y mantener equipos contaminados con PCB.
- **TOMO 8: EMBALAJE, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS CONTAMINADOS CON PCB.** En esta guía se definen los requisitos, para el correcto embalaje, transporte y almacenamiento de equipos contaminados con PCB.



- **TOMO 9: MANEJO AMBIENTALMENTE RACIONAL DE EQUIPOS Y DESECHOS CONTAMINADOS CON PCB.** Incluye las directrices para el manejo adecuado de los equipos fuera de uso y desechos contaminados con PCB.

### 3 CONSIDERACIONES PREVIAS AL MUESTREO Y ANÁLISIS

Una muestra es una parte o cantidad pequeña de una cosa que se considera representativa del total y que se toma o se separa de ella con ciertos métodos para someterla a análisis. En este sentido se considera que una muestra de aceite de un equipo, es representativa del volumen total contenido en el mismo.

Antes de iniciar las actividades de muestreo es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:

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

#### 3.1 Aplicabilidad

La presente guía se centra en la etapa de muestreo a fin de dar cumplimiento a la identificación del PCB.

**Artículo 17. IDENTIFICACIÓN.** El propietario está obligado a realizar un proceso de identificación de PCB en aceite dieléctrico, equipo susceptible y desechos. Para el proceso de identificación, el MARN establecerá los lineamientos técnicos específicos por medio de manuales, guías o instructivos. La información recabada debe reportarse en el inventario respectivo.

**Artículo 18. PLAZO PARA REALIZAR LA IDENTIFICACIÓN** La identificación debe estar terminada a más tardar el 31 de diciembre de 2022.

**Artículo 19. PROCEDIMIENTO PARA IDENTIFICACIÓN DE PCB.** Para identificar la presencia y concentración de PCB en aceite dieléctrico, equipos susceptibles en condición de nuevos, en uso o desuso, residuos y desechos se debe llevar a cabo las siguientes acciones:

- a) A todos los equipos susceptibles en uso y en desuso:



1. Clasificados como sospechosos, se les debe realizar análisis cuantitativo de cromatografía a fin de determinar presencia y concentración de PCB.
2. Clasificados como no inspeccionados, se les podrán aplicar en primer término otros ensayos analíticos cualitativos, semicuantitativos o cuantitativos, en caso de identificar presencia de PCB en concentraciones iguales o mayores a 50 ppm, debe realizar análisis cuantitativo de cromatografía para determinar la concentración.

b) A los condensadores o capacitores se les debe realizar un análisis de datos técnicos de placa y de no contar con información relativa a la presencia o concentración de PCB, quedarán sujetos al inciso a) 2, mediante la aplicación de un ensayo destructivo al final de su vida útil.

c) Los equipos nuevos deben contar con información relativa a la concentración de PCB, comprobado mediante ensayos analíticos o certificados de fabricante.

d) El equipo susceptible y desechos que ha sido clasificado de bajo nivel de PCB, no requerirá de un nuevo proceso de identificación, siempre que no haya sido intervenido o haya sido sujeto de mantenimiento sin control para evitar contaminación cruzada. Caso contrario el equipo susceptible y desechos perderá su clasificación y deberá ser analizado nuevamente.

En cualquiera de los casos, el resultado del procedimiento se debe reportar o actualizar en el inventario respectivo, atendiendo para el efecto las disposiciones que se establezcan.

Es decir, se debe hacer el análisis químico de la totalidad del inventario dentro de los plazos que dicta la ley, la finalidad de la toma de muestra es realizar el análisis químico, que a su vez busca **la adecuada clasificación de los equipos según su contenido de PCB**. Por lo que la toma de muestras y análisis (ver: **TOMO 6: ANÁLISIS QUÍMICO DE PCB Y ETIQUETADO**), debe ser planificada y realizada para cumplir con las fechas indicada por la regulación.

A fin de ilustrar este proceso se muestra un diagrama con el proceso de gestión de equipos para su correcta clasificación y etiquetado.

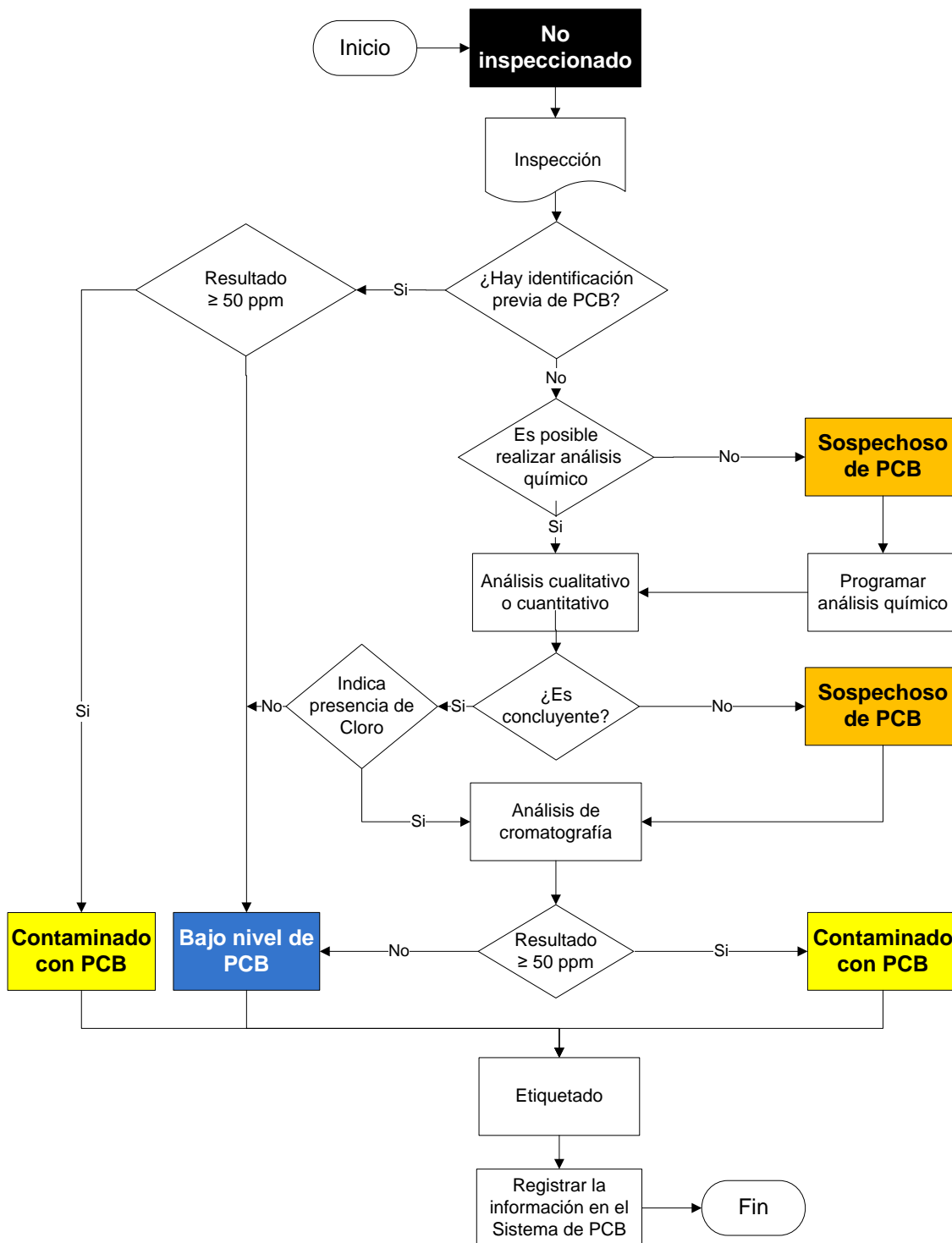


Ilustración 1. Proceso para clasificación y etiquetado de equipos.

### 3.2 Muestreo de equipos en general

Basado en el artículo 19, todos los equipos deben ser analizados, por ende todos deben ser muestreados. Sin embargo, si se cuenta el registro de análisis y resultados estos serán considerados en la inspección inicial.

### 3.3 Muestreo estadístico de equipos de distribución en líneas aéreas en operación

Solo se permitirá el muestreo estadístico a transformadores de distribución en líneas aéreas, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- a. Transformadores de distribución en líneas aéreas en operación, importados antes de la entrada de vigencia del reglamento.
- b. El propietario debe demostrar que los equipos a los que se les pretende aplicar un muestreo estadístico pertenecen a un grupo definido. El grupo implica que los equipos provienen de un mismo fabricante, en un mismo espacio temporal y que comparten la misma partida de aceite.
- c. Y debe demostrar cuales de esos no han sufrido mantenimiento ya que los que han recibido mantenimiento no forman parte del grupo y deben ser analizados.

Los muestreos estadísticos de estos “**grupos**” deben ser sometidos a aprobación previa por parte del MARN, quien podrá aceptar o negar la solicitud.

Los criterios empleados por el MARN para aceptar los lotes son:

- a. Historial de compras
- b. Registros de mantenimientos de los equipos que se propone agrupar.
- c. Características homogéneas de los grupos definidos (Marcas, fechas de fabricación, fecha de compra, origen, etc.)
- d. Que el grupo se haga en base a criterios técnicos y no administrativos.

**Artículo 15. REPORTE DE INVENTARIO.** El reporte anual de existencias y residuos que constituyen el inventario deberá ser presentado por medio de una declaración jurada; sin perjuicio que el MARN pueda realizar las supervisiones y verificaciones posteriores a fin de determinar la veracidad de la información y declaraciones reportadas por el propietario.

El MARN puede realizar una verificación de los resultados del muestreo, para los cuales el propietario debe realizar las gestiones a fin de permitir la toma de muestras (gestionar el descargo, gestión de condiciones de seguridad para la toma de muestra, etc).

Los muestreos estadísticos deben realizarse con una muestra al 95% de confianza y un 5% de error para distribuciones binomiales con una probabilidad del 85%. Los cálculos se hacen como sigue:

$$n_{opt} = \frac{Nt * p * q}{\{[(Nt - 1) * (b^2 / Z^2)] + (p * q)\}}$$

Donde:

$n_{opt}$ : Tamaño de la muestra

Nt: Número total del grupo a formar

p: probabilidad de ocurrencia

q: probabilidad de no ocurrencia

Z: es el valor de la tabla de incide de confianza (para un nivel de 95% se tima 1.96)

b: margen de error

Cuando el número de la muestra sea mayor al 10%, se debe hacer un ajuste como se indica:

$$n_{opta} = n_{opt} / (1 + \varphi)$$

Donde

$n_{opta}$  = número de elementos óptimos

$\varphi = n_{opt} / Nt$

El resultado  $n_{opta}$  o  $n_{opt}$  (según corresponda) debe redondearse al número entero mayor siguiente. Como se muestra en la tabla No. 1

*Tabla 1 Cálculos para una distribución binomial redondeada al valor más alto del intervalo.*

Población (N)	Muestra ajustada	% de muestreados con ajuste
20	10	50%
30	14	47%
40	19	48%
50	23	46%
60	27	45%
70	30	43%
80	34	43%
90	37	41%
100	40	40%
125	48	38%
150	55	37%



Población (N)	Muestra ajustada	% de muestreados con ajuste
175	61	35%
200	67	34%
225	72	32%
250	77	31%
275	81	29%
300	86	29%
400	100	25%
500	110	22%
600	119	20%
700	126	18%
800	132	17%
900	137	15%
1000	141	14%
1100	145	13%
1200	148	12%
1300	151	12%
1400	154	11%
1500	156	10%
1600	158	10%
1700	160	9%
1800	161	9%
1900	163	9%
2000	164	8%
2100	166	8%
2200	167	8%
2300	168	7%
2400	169	7%
2500	170	7%
2600	171	7%
2700	172	6%
2800	172	6%
2900	173	6%
3000	174	6%
3100	174	6%
3200	175	5%
Mayor a 3200	5% de los equipos	

Si uno de los equipos analizados resulta positivo o indica presencia de PCB (contaminado), se debe hacer la toma de muestras y análisis en la totalidad del “grupo”.

En base a los resultados obtenidos, el MARN revisará y propondrá nuevos criterios de probabilidad y % de error a ser utilizados en la distribución binomial, en caso sea necesario.

### **3.3.1 Equipos en desuso:**

Refiriéndose a los equipos que se encuentran desconectados a una red eléctrica y que llegaron al fin de su vida útil, se les debe realizar la toma de muestra cada uno de ellos, esto quiere decir al 100%.

## **4 EVITAR INTERFERENCIAS**

Con el fin de eliminar posibles interferencias durante el análisis de las muestras se hacen las siguientes recomendaciones:

- a. Evitar ingreso de agua, tierra o grasa, al momento de la toma de muestra.
- b. Utilizar solo frascos limpios de color ámbar, estos se solo pueden usados una vez.
- c. Implementos tales como mangueras, jeringas y frascos deben ser nuevos, con el propósito de evitar la contaminación cruzada de las muestras.
- d. Una vez tomada la muestra el frasco debe ser sellado herméticamente para evitar la inclusión de sustancias ajenas que puedan alterar la muestra.
- e. Trasladar inmediatamente el frasco al laboratorio, ya que este puede absorber agua o humedad del ambiente.
- f. Todas las herramientas utilizadas en el muestreo deben estar limpias, libres de aceite y por lo tanto de PCB.
- g. Los implementos desechables usados no deben ser reutilizados ya que puede haber contaminación cruzada entre las muestras.
- h. En caso de usar implementos diseñados para reuso, los implementos de vidrio y metálicos deben ser lavados meticulosamente con acetona tres veces y luego con hexano hasta que se asegure que no están contaminados con PCB<sup>1</sup>.
- i. Se debe evitar contaminar el exterior del recipiente que contiene la muestra.

---

<sup>1</sup> Recordar que esos son desechos contaminados que deben ser gestionados de materia apropiada

## 5 ELEMENTOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS

Se requiere de 1 muestra y 1 contra muestra por cada equipo con volúmenes de 50 ml; antes de iniciar verificar que se cuenta con lo necesario.

Una vez se definidos de equipos a ser sometidos a análisis para efectos de identificación de su contenido de PCB, se debe proceder a planificar las actividades concernientes a la toma de muestras en cada uno de los equipos a ser analizados.

En esta sección se presentan las recomendaciones básicas para la actividad de toma de muestras en equipos y desechos sobre los que se hará la identificación de contenido de PCB.

### 5.1 Personal para toma de muestras

El personal que coordina la toma de muestras (que puede ser el mismo técnico), ha de ser calificado y con el conocimiento requerido de los procedimientos para asegurar la representatividad de la muestra. Se debe revisar el procedimiento con el personal técnico y supervisar la actividad de inicio a fin, incluyendo el rotulado de las muestras a fin de asegurar su trazabilidad. Esta persona debe revisar los reportes y firmar los registros de la nota de envío de la toma de muestras. Ver Anexo 1 Nota de envío de Muestras.

Previo a la toma de muestras, el personal debe contar con capacitación en la manipulación del aceite dieléctrico, con la posibilidad de contaminación con PCB y tener competencias laborales para desarrollar dicha actividad. Es indispensable que se sigan los lineamientos de las guías de seguridad para PCB y las que el propietario ha desarrollado para uso interno.

### 5.2 Seguridad y protección en la toma de muestras

Es importante tomar en cuenta lo contenido en el **TOMO 3: GESTIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS AL PCB**. Sin embargo, se hace alusión en esta sección a algunas consideraciones de manera general que complementan lo indicado en el tomo.

Considerando la importancia de la Presunción de contaminación de PCB, “los equipos y contenedores de aceites dieléctricos se deben manipular asumiendo que están contaminados con PCB”.

Así como los resultados de la evaluación de riesgos.

Siempre se debe evaluar el riesgo asociado a la toma de una muestra y es el personal a cargo quien cuenta con la potestad de decidir si es viable realizar dicha actividad o no, con base en las condiciones particulares de cada situación.





*Ilustración 2 Técnicos preparados para sacar muestras*

### 5.2.1 Equipo de protección personal

Los implementos que deben ser utilizados antes de la obtención de las muestras son los siguientes:

- a. **Protección respiratoria:** Respiradores o mascarillas para protección de vapores orgánicos.



*Ilustración 3 Máscara de respiración contra vapores orgánicos*

- b. **Protección para manos:** Guantes de nitrilo de protección química.





*Ilustración 4 Guante de nitrilo*

- c. **Protección del cuerpo:** Traje de cuerpo completo con protección contra salpicaduras (puede ser una bata<sup>2</sup>).
- d. **Protección de pies:** el calzado puede ser botas contra derrames o cubre botas.
- e. **Protección de perimetral:** Material de señalización para delimitar la zona de trabajo, sobre todo los que se realizan en la vía pública y en lugares de fácil acceso, entre ellos conos de seguridad y/o cintas reflexivas.

### 5.2.2 Precauciones adicionales

- a. Si el equipo ha estado en funcionamiento recientemente, es conveniente esperar que el fluido aislante se enfríe ya que en algunas ocasiones puede alcanzar temperaturas superiores a los 80 °C, lo cual es peligroso para el trabajador.
- b. Si el equipo tiene válvula de sobrepresión, ésta debe ser accionada un par de veces antes de iniciar la toma de la muestra para asegurar la ventilación de los gases, especialmente si el equipo ha estado en funcionamiento recientemente. Se debe tener en cuenta que el accionamiento de la válvula de presión no aplica para transformadores de potencia. En el caso de transformadores de distribución esto también ayuda a facilitar la apertura de la tapa.
- c. Debido a que durante los traslados el aceite puede agitarse dentro del transformador, cuando se muevan equipos de su lugar se debe esperar un tiempo prudencial (entre 30 a 60 minutos) para permitir que el aceite agitado durante el movimiento se asiente y no se den salpicaduras al abrir la tapa.
- d. En caso de presentarse algún derrame se debe seguir el plan de emergencia y contingencia establecido para ello por la empresa o entidad responsable de los equipos, en el **TOMO 3: GESTIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS**

---

<sup>2</sup> En caso de salpicarse con aceite y si el resultado del análisis es positivo, esta debe ser desechada.

**AL PCB**, se establecen los lineamientos mínimos de preparación y actuación en caso de emergencia.

Hasta obtener los resultados de un ensayo analítico, se asume que todo el aceite a muestrear contiene PCB.

### 5.3 Insumos recomendados para la toma de muestras

Se recomienda contar con los siguientes elementos para la toma de muestras, los mismos pueden ser agrupados en un kit para conveniencia.

- a. **Bolsa contenedora del kit y desechos con PCB:** Bolsa donde va el kit y según se requiera bolsas para desechos. En Guatemala se pueden conseguir bolsas apropiadas denominadas “bolsa cinta roja”, generalmente.



*Ilustración 5 Dos tipos de bolsa para desechos*

*(Bolsa cinta roja en la parte superior y en la parte posterior otra bolsa con acabado satinado)*

- b. **Bandeja de contención de derrames:** Bandeja para contener o recoger pequeños derrames, puede ser de acero inoxidable o plástico. En el caso de ser plástico, localmente se pueden conseguir como " Guacal o palangana número 3" en centro plásticos.



*Ilustración 6 Bandeja o contenedor*

- c. **Recubrimiento de bandeja de derrames:** Bolsa para colocar en la bandeja y en caso de derrames solo se debe emplazar la bolsa que ocupa un volumen y

peso mucho menor. Localmente se pueden conseguir como " Bolsa Gabacha" preferentemente de color rojo.



*Ilustración 7 Vista de bolsa, palangana y bolsa dentro de palangana lista para su uso*



*Ilustración 8 Vista de bolsa y palangana con recubrimiento siendo usadas en una operación de toma de muestras*

- d. **Caja de transporte de muestras:** Para transportar de forma segura los frascos de muestras que se tomen en campo. Una alternativa sugerida puede ser el uso de cajas de herramientas de 13 pulgadas.



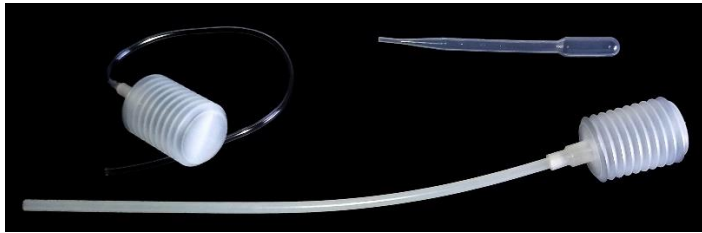
*Ilustración 9 Caja de transporte de muestras*

- e. **Vasos de toma de muestras:** Con boca ancha para recoger el mayor volumen sin derramarse, son de un solo uso. Localmente se puede utilizar los vasos plásticos para toma de muestras médicas que se venden estériles. La ventaja de estos es que al estar empacados disminuyen el riesgo de impurezas en la muestra.



*Ilustración 10 Vaso dentro de bolsa plástica protectora*

- f. **Pipetas o jeringas desechables para tomar muestra:** Sirve para tomar la muestra del vaso colector al frasco de traslado de la muestra, son de un solo uso. Se pueden usar jeringas típicas de 10 ml (comprar sin aguja) o como “Pipeta graduada desechable” que se consigue en ventas de cristalería e insumos para laboratorios.



*Ilustración 11 Distintos tipos de pipetas*

- g. **Fascos ámbar para contener la muestra:** Recipientes ámbar para contener y resguardar la muestra, debe estar bien identificado. Se recomiendan frascos ámbar de vidrio de 20 ml o 30 ml. Estos frascos solo se pueden utilizar una vez y es importante que la tapadera no debe tener gotero. Los frascos deben estar libre de contaminantes que pudieran afectar o interferir con el resultado del análisis.



*Ilustración 12 Frascos ámbar de 30 y 60 ml*

- h. **Etiquetas:** Con los requisitos mínimos de esta guía para colocar a las muestras y asegurar su trazabilidad.

No de muestra.	Técnico:
Identificador o marchamo:	
Instalación:	Fecha:
Número de serie:	

*Ilustración 13 Etiqueta para muestras de aceite dieléctrico*

- i. **Material para limpieza:** Material absorbente y descartable para remover manchas, la contención de pequeños derrames o fugas (Trapos, papel absorbente o wype). En este caso, un rollo de papel toilet o mayordomo puede funcionar apropiadamente.



*Ilustración 14 Material de limpieza*

- j. **Bolsa aisladora:** Para colocar las muestras y que no existan derrames con cierre hermético



*Ilustración 15 Bolsa con cierre hermético con muestra en su interior*

- k. **Marcador o lapicero identificador:** Para anotar la fecha de toma de muestras, sus iniciales y marcar en la tapadera que se ha tomado la muestra. Se recomienda que sea un marcador punto fino. Este es un elemento vital para la trazabilidad y no debe subestimarse la verificación de que se cuenta con este antes de la realización de la toma de muestras. No existe un solo tipo de marcador o lapicero, pero se recomienda el uso de marcadores permanente



*Ilustración 16 Lapiceros y marcadores o rotuladores*

De esta manera el traslado y ejecución de las muestras se facilita.



*Ilustración 17 Bolsa con el kit preparado*

## 5.4 Herramienta

Es necesario contar con las herramientas para la apertura de los tapones de los transformadores. Las herramientas mínimas recomendadas dependiendo del tipo de equipo o válvula que debe tener el técnico de la empresa son las siguientes:

1. Una llave Stillson de 12" o 14" (alicate de ancho variable).
2. Una llave francesa (llave de apertura variable).
3. Desarmador de castigadera en cruz largo
4. Desarmador de castigadera plana largo
5. Desarmador de castigadera plana corto y ancho.
6. \*Linterna para colocar en la cabeza (opcional para cuando se trabaja en sitios con poca luz).





Ilustración 18 (1) Llave stillson, (2) Llave francesa, (3) desarmador de castigadera en cruz (Phillips), (4) desarmador de castigadera plana, (5) desarmador de castigadera plana corto

Adicional a estas herramientas se recomienda contar con:

- Juego de llaves de distintos diámetros.
- Rollo de cinta de teflón.
- Martillo de carpintero (con dispositivo para extraer clavos), con mango de metal o plástico.
- Desarmador de castigadera largo (aproximadamente 12 pulgadas).

Las herramientas que tengan contacto con aceite contaminado pueden ser limpiadas con keroseno y un wype, por lo menos tres veces. Los wypes utilizados para la limpieza se consideran contaminados con PCB y debe ser almacenado para ser gestionados como tal. Es importante recalcar que la operación de limpieza debe realizarse con todo el equipo de protección personal correspondiente.

## 6 PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS

Teniendo en cuenta que la toma de muestras para análisis de PCB se realiza a todo equipo o recipiente que contenga aceites dieléctricos, se deben considerar las características de los contenedores a ser muestreados con el fin de aplicar el procedimiento de toma de muestras de la manera adecuada.



*Ilustración 19 Personal tomando muestra de aceite*

El volumen recomendado es de 50 ml sin embargo se debe consultar con el laboratorio o analista el volumen mínimo que requiere. Se debe considerar también que la muestra debe tener de un volumen que permita replicar los ensayos analíticos en caso de ser necesario, por lo que se deben tomar dos muestras, es decir, tomar la muestra principal y una “contra muestra”.

## **6.1 Muestreo de equipos energizados con válvula de fondo**

Se utiliza una toma o de salida para muestreo externo ubicada en el fondo de tanques o de equipos eléctricos conectados y desconectados. Este método es especialmente idóneo cuando se toman muestras directamente al recipiente de muestreo. El punto de toma o de salida podría consistir en una tubería de drenaje o extensión, una tapa o tapón de seguridad, con o sin una pequeña escotilla para muestreo y una válvula de drenaje entre el equipo y la boca de salida.

Se atiende a los siguientes procesos

- a. Es preciso tomar en cuenta las medidas de seguridad para riesgo eléctrico, incluyendo el uso de equipo de protección apropiado, en caso de haber riesgo o complicaciones que pueden derivar en condiciones de peligro se debe suspender la actividad. Y ponerse el EPP para riesgo químico. Ver. **TOMO 3: GESTIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS AL PCB.**
  - a. Asegurarse que para el manipular el transformador debe existir un espacio libre para un trabajo seguro de los técnicos no menor de 80 cm.
  - b. Cuando se presenten dificultades para la manipulación o apertura de la válvula, por problemas en esta o por riesgos ocupacionales. Se procede a dar por culminada la actividad en este equipo, al retirar todo para continuar con otro equipo y reprogramar la toma de muestras para cuando las condiciones sean seguras.
- b. Para este muestreo es preciso contar por lo menos de dos personas.



- c. Identificar 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).
- d. Antes de retirar el tapón, verificar que la válvula está cerrada.
- e. Cubrir la bandeja de contención derrames con la bolsa.
- f. Colocar bandeja para contención de derrames de aceite, debajo de la tubería de drenaje. Limpiar de residuos y otros materiales con el material absorbente.



*Ilustración 20 Muestreo de PCB en equipo con válvula para toma de muestras*

**PRECAUCIÓN:** Debido a la presión de la columna de aceite en el interior del equipo, al abrir la válvula existe la posibilidad de que el aceite escape con velocidad en una dirección no prevista. El personal debe estar en alerta y prestando el máximo de atención en esta actividad.



*Ilustración 21 Aceite proyectado a alta velocidad siendo captado por el vaso de toma de muestras.*

**Método recomendado:** Cuando la válvula tiene un tapón de rosca, se procede a abrir y cerrar la válvula con la rosca en su posición, luego se procede a quitar el tapón de rosca y dejar que el volumen de aceite remanente entre la válvula y la rosca fluya. Generalmente es suficiente para que se obtener el volumen adecuado. En caso de que la válvula tenga toma de muestreo, se recomienda usar esa toma.



*Ilustración 22 Muestreo de PCB en equipo con válvula con tapón de rosca*

En caso de no realizar el paso anterior. Se retira el tapón y abre suavemente la válvula del transformador permitiendo que drene el aceite en el vaso para toma de muestras (sin hacer contacto con la válvula), de donde se tomará el volumen

requerido para la muestra de aceite dieléctrico. Al tomar el volumen adecuado se deberá cerrar inmediatamente la válvula.

## 6.2 Muestreo de equipos sin Válvula de fondo

Es preciso atender a los siguientes pasos:

- a. Si no existe una salida externa de fondo, desconectar el equipo e ingresar por la parte de arriba retirando la tapadera o por el registro de mano (*hand hole*), **solo se puede realizar en equipos no energizados**, y verificar que no existe corriente almacenada (por ejemplo con capacitores), (VER Paso 1). Ver. **TOMO 3: GESTIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS AL PCB.**
- b. Por ejemplo, para toma de muestras en equipos en altura, debe desenergizarse, y cumplir con los requisitos de seguridad para trabajo con equipos en líneas áreas. El personal que sube a la línea debe usar el equipo de protección para riesgo químico.
- c. En caso de haber estado en operación recientemente, se requiere esperar hasta que la temperatura del aceite baje a fin de evitar quemaduras.
- d. Extremar precaución con equipos pequeños o que contengan un volumen limitado del fluido aislante a fin de no dañarlos.
- e. En caso de que se hubiesen manipulado los equipos para colocarlos en un lugar accesible es preciso esperar unos 30 min para que el aceite se asiente al fondo y no se gotee al quitar la tapa. Tomar en cuenta que las salpicaduras pueden darse porque el empaque estuvo en contacto con aceite.
- f. Abrir el punto de acceso al aceite.
- g. Tomar la muestra usando una pipeta o jeringa, procurando tomar aceite lo más profundo que sea posible y traspasándolo directamente a frasco ámbar.
- h. Luego de obtenida la muestra, limpiar el frasco para eliminar cualquier traza de aceite u otra sustancia del exterior.

Se puede utilizar una pipeta rígida con una longitud apropiada o un tubo sumergible semirrígido para tomar muestras del fondo de pequeños equipos eléctricos desconectados y de recipientes grandes.

El PCB tiene mayor densidad que el dieléctrico común por lo que se busca analizar las muestras en el punto que puede tener la mayor concentración de PCB.



Ilustración 23 Toma de muestra en equipo desechado

En el caso de usar el tubo, este debe ser de diámetro reducido, puede estar hecho de PVC y deberá ser lo suficientemente largo como para llegar al fondo del equipo eléctrico o del recipiente.

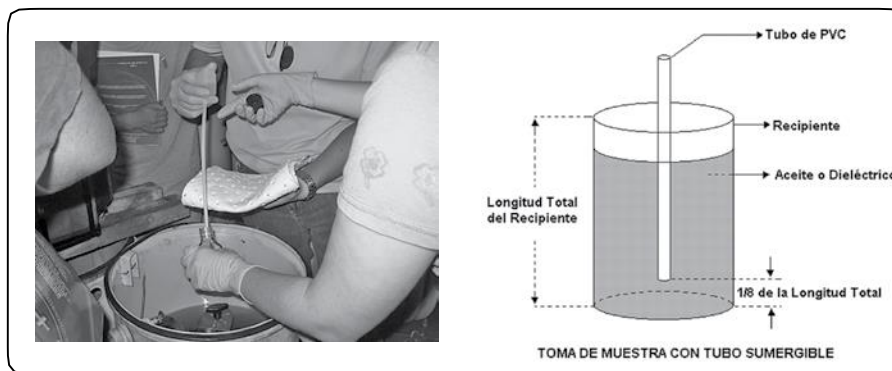


Ilustración 24 Detalle para toma de muestra con tubo sumergible

1. En caso de usar el tubo debe llenar de la manera siguiente:
  - a. Cerca al centro y levantarlo aproximadamente a 1/8 de pulgada por encima del fondo y posteriormente retirar el pulgar.
  - b. Luego de llenarse el tubo sumergible, rápidamente volver a tapar el orificio con el pulgar y retirar el tubo sumergible.
  - c. De no ser posible llegar al fondo del equipo, indicar en el formato,
  - d. Soltar el pulgar (o girar la perilla de la pipeta) y dejar que el aceite fluya suavemente por la pared del recipiente y no se mezcle con demasiado aire.
  - e. Registrar en Nota de envío a que altura por encima del fondo se tomó la muestra.

### 6.3 Muestreo de equipos sellados

Esto se refiere a aquellos equipos que no cuentan con válvulas o tapaderas para acceder al fluido y es necesario perforar o taladrar el equipo, por lo que solo puede



realizarse cuando el equipo sale de funcionamiento y llega al fin de su vida útil. Para obtener una muestra se requiere destapar el equipo perdiendo su hermeticidad y funcionalidad. Entre estos equipos se encuentran: transformadores de corriente (CTs), transformadores de potencial (PTs), balastos y condensadores o capacitores.

- a. En estos casos es preciso un recipiente para contener el 100% del equipo y el volumen de aceite.
- b. El aceite ha de ser drenado a un recipiente apropiado para tal efecto. Ver **TOMO 8: EMBALAJE, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS CONTAMINADOS CON PCB.**
- c. Es necesario cerrar el agujero con un tapón, sellador epóxico u otra opción que impida la salida del aceite (punto de fuga) o el ingreso de agua.

## 6.4 Pasos finales

Luego de tomar la muestra:

- a. Se verifica que el área de trabajo quede limpia y libre de residuos.
- b. Los residuos que estuvieron en contacto con aceite (incluido el vaso de toma de muestra o jeringa) se deben disponer en la bolsa para residuos y se cierra completamente. Esta bolsa debe disponerse como un residuo contaminado según lo indicado en el **TOMO 8: EMBALAJE, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS CONTAMINADOS CON PCB** y **TOMO 9: MANEJO AMBIENTALMENTE RACIONAL DE EQUIPOS Y DESECHOS CONTAMINADOS CON PCB.**
- c. No reutilizar ni las tuberías ni los guantes.
- d. Lavarse las manos con agua y jabón.

## 7 MANEJO DE MUESTRAS RECOLECTADAS

### 7.1 Compatibilidad con otros análisis

La muestra tomada puede ser utilizada para realizar otros análisis distintos de la identificación de PCB, donde se medirán otros parámetros propios de los aceites como fisicoquímicos y de gases. Sin embargo, se debe mantener la rigurosidad en el muestreo que cada destino analítico exige y se inicia con el análisis de PCB, para que en caso de que la muestra resulte contaminada, se evite la contaminación cruzada de elementos asociados a otros análisis. El muestreo no debe afectar o alterar las características de la muestra, evitando la generación de productos o contaminantes que la alteren o interfieran con el análisis. Las condiciones en las cuales se realizan el muestreo y el transporte de las muestras deben ser de la más alta rigurosidad.

## 7.2 Gestión de muestras para análisis en laboratorio

Una vez tomada la muestra se deben seguir los siguientes pasos:

- a. Colocar una etiqueta para PCB en cada frasco.
- b. Establecer un número de identificación único para cada muestra.
- c. Rellenar los datos en la etiqueta del frasco. Estableciendo un número de identificación único para cada muestra y etiquetar la bolsa de muestras.
- d. Llenar el Formato de Nota de envío e indicar en él, cualquier problema o desviación de este procedimiento.
- e. Colocar la bolsa de muestras, las muestras, y el formato de la nota de envío de muestras (Anexo 1) en el contenedor en que se van a despachar, colocar la Etiqueta de PCB en el contenedor y enviarlo o llevarlo al laboratorio.
- f. Trasladar las muestras al analista o laboratorio en el menor tiempo posible.

En caso de que el transformador no esté ingresado en el inventario o Sistema de Información de PCB, se debe llenar el formato de toma de datos de equipos o ingresar la información por medio de la aplicación móvil del Sistema informático y colocar el identificador. Ver. **TOMO 4: INVENTARIO DE PCB.**

## 7.3 Rotulado de las muestras

La información que debe llevar la etiqueta es muy importante, porque determinar la trazabilidad de la misma.

En el caso que no cuente con el número de serie del equipo, se debe crear un número de identificación del equipo para efectos de la gestión de PCB, con el objetivo de mantener la trazabilidad e identificación de cada una de las muestras y su correspondencia con el equipo.

Por lo tanto, en la etiqueta de la muestra deben registrarse como mínimo los siguientes datos:

- a. Número de identificación de la muestra.
- b. Nombre del técnico responsable del muestreo.
- c. Código de identificación del equipo o elemento (usualmente corresponde con el número de marchamo).
- d. Nombre de la instalación.
- e. Fecha de toma de muestra.
- f. Número de Serie del equipo.
- g. Otros que la entidad o empresa considere pertinentes.

A continuación se presenta el modelo de etiqueta para el frasco ámbar.

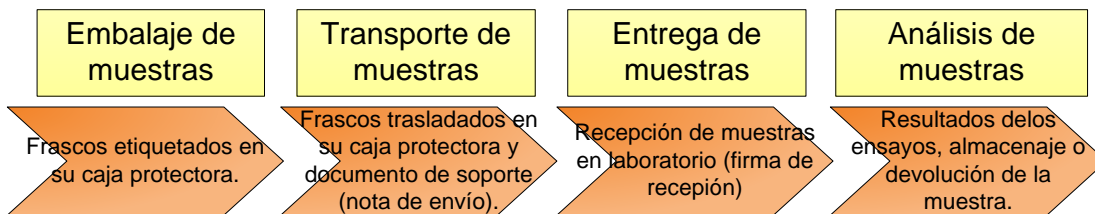
No de muestra.	Técnico:
Identificador o marchamo:	
Instalación:	Fecha:
Número de serie:	

*Ilustración 25 Etiqueta para muestras de aceite dieléctrico*

### 7.4 Embalaje, transporte y entrega de muestras

Las muestras deben ser manejadas y controladas utilizando la cadena de custodia respectiva.

Durante las etapas de embalaje, transporte y entrega de muestras, se debe procurar que cada una conserve todas sus características iniciales. Esto se logra en primer lugar entregándola al laboratorio para su análisis en un tiempo máximo de 24 horas. Mientras tanto se debe evitar cualquier interacción de la muestra con el ambiente, ya que en este caso la contaminación se da en ambas direcciones, es decir, el aceite con posible presencia de PCB puede contaminar el entorno, así como otras sustancias pueden ingresar y alterar la muestra.



*Ilustración 26 Embalaje, transporte y entrega de muestra*

Los frascos se deben colocar dentro de una caja para transporte de muestras acompañada de una nota de envío. Una alternativa puede ser el uso de cajas de herramientas de 13 pulgadas



*Ilustración 27 Caja de transporte de muestras*

Los elementos que debe registrar la nota de envío son los siguientes.

- a. En el área de encabezado:
  - i. Origen de las muestras
  - ii. Fecha de Entrega
  - iii. Lugar de entrega
- b. Área de datos de muestras:
  - i. No de muestra
  - ii. Identificador o marchamo
  - iii. Descripción de la muestra
  - iv. Observaciones
- c. Área del pie:
  - i. Entregado por
  - ii. DPI de quien entrega
  - iii. Firma de quien entrega
  - iv. Recibido por
  - v. DPI de quien recibe
  - vi. Firma de quien recibe

En el Anexo 1 se muestra un modelo de la nota de envío de muestras.

## **7.5 Disposición de los residuos y material contaminado**

Todos los residuos generados en esta actividad que tuvieron contacto con aceite se deben clasificar como **peligrosos** y adicionalmente como medida preventiva, como **contaminados con PCB**, por lo tanto, se deben manejar como tales, hasta que se determine la presencia o no de PCB en los mismos. En el **TOMO 9: MANEJO AMBIENTALMENTE RACIONAL DE EQUIPOS Y DESECHOS CONTAMINADOS CON PCB**, se describe la forma de almacenamiento temporal de estos materiales.

En caso de que se determine que la totalidad de muestras resultaron con un nivel de contaminación por debajo de 50 ppm y son clasificadas como Bajo Nivel de PCB, se puede gestionar como un residuo peligroso para incineración con una empresa con licencia ambiental vigente para tal efecto.

Para el manejo de residuos de los análisis químicos referirse al **TOMO 6: ANÁLISIS QUÍMICO DE PCB Y ETIQUETADO**.



### **7.5.1 Recomendaciones adicionales para minimizar la cantidad de residuos**

Algunas buenas prácticas para prevenir o minimizar la generación de los residuos peligrosos y sus posibles efectos en la salud, son las siguientes:

- a. Evitar derrames y contacto con el aceite.
- b. Utilizar herramientas no desechables sólo cuando sea necesario, con el fin de evitar el uso de solventes en su limpieza que generan residuos.
- c. Evaluar la posibilidad de usar solventes ecológicos o biodegradables, como son llamados en el mercado por la ausencia de compuestos aromáticos y por ende de menor toxicidad.
- d. Utilizar toallas con alta capacidad de absorción con el fin de disminuir la cantidad de residuos sólidos contaminados.
- e. Manipular los materiales contaminados y desechos a temperaturas inferiores a 25°C, de ser posible, por el aumento de la volatilidad a temperaturas más altas.
- f. Usar la bolsa plástica como recubrimiento de la bandeja o palangana de recojo de salpicaduras, a fin de evitar contaminar más material.

### **7.6 Registros asociados**

El registro de toma de muestras es un insumo fundamental para la trazabilidad de una muestra, ya que en él se colocan todos los datos disponibles para su identificación, tales como los datos tomados *in situ*, registros fotográficos, el equipo o contenedor al que pertenecen, el responsable del muestreo, entre otros. Para este registro se utiliza una herramienta informática la cual es descrita en el **TOMO 4: INVENTARIO DE PCB**.



## **8 ANEXOS**

**Anexo 1: Plantilla para nota de envío de muestras.**

**Anexo 2: Pasos resumidos para la toma de muestras.**

## Nota de envío de muestras

Versión : 2-2019

Página 1 de 1.

Origen de las muestras:	Fecha de Entrega:	Lugar de entrega:
-------------------------	-------------------	-------------------

No.	Nombre del técnico	Identificador o Marchamo	Instalación de origen:	Fecha de toma:	Observaciones:
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

Entregado por:		DPI de quien entrega:		Firma de quien entrega:	
Recibido por:		DPI de quien recibe:		Firma de quien recibe:	

## PASOS RESUMIDOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS

Se requiere de 1 muestra y 1 contra muestra por cada equipo con volúmenes de 50 ml; antes de iniciar verificar que se cuenta con lo necesario:

En general:

- Bandeja de derrames y su bolsa gabacha roja.
- Material absorbente para limpieza.
- Bolsas de plástico gruesa "cinta roja" para residuos.
- Respiradores para protección de vapores orgánicos.
- Guantes de nitrilo desechables
- Ropa protectora (Traje tyvek o bata<sup>1</sup>).
- Botas con cubre botas.
- Caja de transporte de muestras.
- Marcador permanente o lapicero.

Para cada muestra y contramuestra según se requiera:

- Vasos de toma de muestras.
- Pipetas o jeringas desechables.
- Fascos ámbar para muestras etiquetados.
- Bolsa aisladora de cierre hermético (ziploc).
- Identificador (puede ser marchamo).



Para temas documentales:

- Formatos de toma de datos de equipos (o sistema informático).
- Formatos de envío de muestras

**Herramienta mínima recomendada** (pero es mejor llevar una caja de herramientas completa):

- Cangrejo de 10 plg.

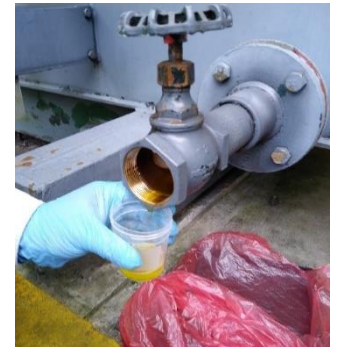
- Llave de fontanero de 10 plg.
- Desarmador Philips largo y de punta plana.
- Desarmador de punta plana ancho de mago corto.

NOTA: Hasta obtener los resultados, asumir que todo el aceite a muestrear contiene PCB.

Todo trabajo debe hacerse intentando no generar residuos de aceite y de la forma más limpia posible.

### Muestreo de equipos energizados con válvula de fondo, pasos del 1 al 7

- Se debe tomar en cuenta las medidas de seguridad para riesgo eléctrico, incluyendo el uso de equipo de protección apropiado, en caso de haber riesgo o complicaciones que pueden derivar en condiciones de peligro se debe suspender la actividad. Y ponerse el EPP para riesgo químico.
- Para este muestreo se necesita por lo menos de dos personas.
- 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).
- Verificar que la válvula está cerrada (antes de retirar el tapón).
- Colocar el vaso de toma de muestras en posición para captar el aceite.
- Colocar bandeja para contención de derrames de aceite con su bolsa receptora de derrames debajo de la tubería de drenaje. Limpiar de residuos y otros materiales con el material absorbente. **PRECAUCIÓN:** Debido a la presión de la columna de aceite en el interior del equipo, al abrir la válvula se tiene un alto posibilidad de que el aceite salga proyectado a alta velocidad en una dirección no



<sup>1</sup> En caso de salpicarse con aceite debe ser desechada.

prevista. Por lo que el personal debe estar en ALERTA y prestando el MÁXIMO DE ATENCIÓN en esta actividad.

7. Cuando la válvula tiene un tapón de rosca, se procede a abrir y cerrar la válvula con la rosca en su posición, luego se procede a quitar el tapón de rosca y dejar que el volumen de aceite remanente entre la válvula y la rosca fluya, generalmente es suficiente para que se logre tomar el volumen adecuado. **(este es el método recomendado)** En caso de que la válvula tenga toma de muestreo, se recomienda usar esa toma.



8. En caso no poder seguir el paso anterior. Se retira el tapón y abre suavemente la válvula del transformador permitiendo que drene el aceite en el vaso para toma de muestras (sin hacer contacto con la válvula), de donde se tomará el volumen requerido para la muestra de aceite dieléctrico. Al tomar el volumen adecuado se deberá cerrar inmediatamente la válvula.
9. **Luego de obtenida la muestra, se usa la pipeta para pasar el aceite del vaso de toma de muestras al frasco ámbar.**

### **Muestreo de equipos no energizados (Transformadores de distribución y similares) del 8 al 12.**

10. Si no existe una salida externa de fondo, desconectar el equipo e ingresar por la parte de arriba o por el registro de mano (hand hole), **SOLO SE PUEDE REALIZAR EN EQUIPOS NO ENERGIZADOS**, y verificar que no existe corriente almacenada (por ejemplo con capacitores), (ver paso 1).
11. En caso de haber estado en operación recientemente, se debe esperar a que la temperatura del aceite baje a fin de evitar quemaduras.
12. Tener precaución extrema con equipos pequeños o que tengan un volumen limitado del fluido aislante a fin de no dañarlos.

13. En caso de que se hayan manipulado los equipos para colocarlos en un lugar accesible se debe esperar unos 30 min para que el aceite se asiente al fondo y no se gotee al quitar la tapa.
14. **Tomar la muestra usando una pipeta o jeringa procurando tomar aceite lo más profundo que sea posible, traspasándolo directamente a frasco ámbar.** de donde se tomará el volumen requerido para la muestra de aceite dieléctrico.

### **Pasos finales**

15. Se cierra el frasco ámbar; eliminar cualquier traza de aceite u otra sustancia del exterior del frasco muestreador.
16. Los residuos que estuvieron en contacto con aceite (incluido el vaso de toma de muestra o jeringa) se disponen en la bolsa para residuos y se cierra completamente. Se verifica que el área de trabajo quede limpia y libre de residuos.

### **Gestión de muestras para análisis en laboratorio**

17. En caso de que el transformador no esté registrado en el sistema informático (inventario) se debe llenar el formato de toma de datos de equipos **y colocar el identificador (puede ser un marchamo al equipo eléctrico)**.
18. Rellenar los datos en la etiqueta del frasco. Estableciendo un número de identificación único para cada muestra y etiquetar la bolsa de muestras.
19. Llenar el formato de envío de muestras e indicar en él cualquier problema o desviación de este procedimiento.
20. Colocar la bolsa de muestras, las muestras, y el Formulario de la Cadena de Custodia de PCB en el contenedor en que se van a despachar.
21. Trasladar la muestras al analista o laboratorio en la brevedad posible.

### **Posterior a la toma de muestras**

22. Lavarse las manos con agua y jabón.