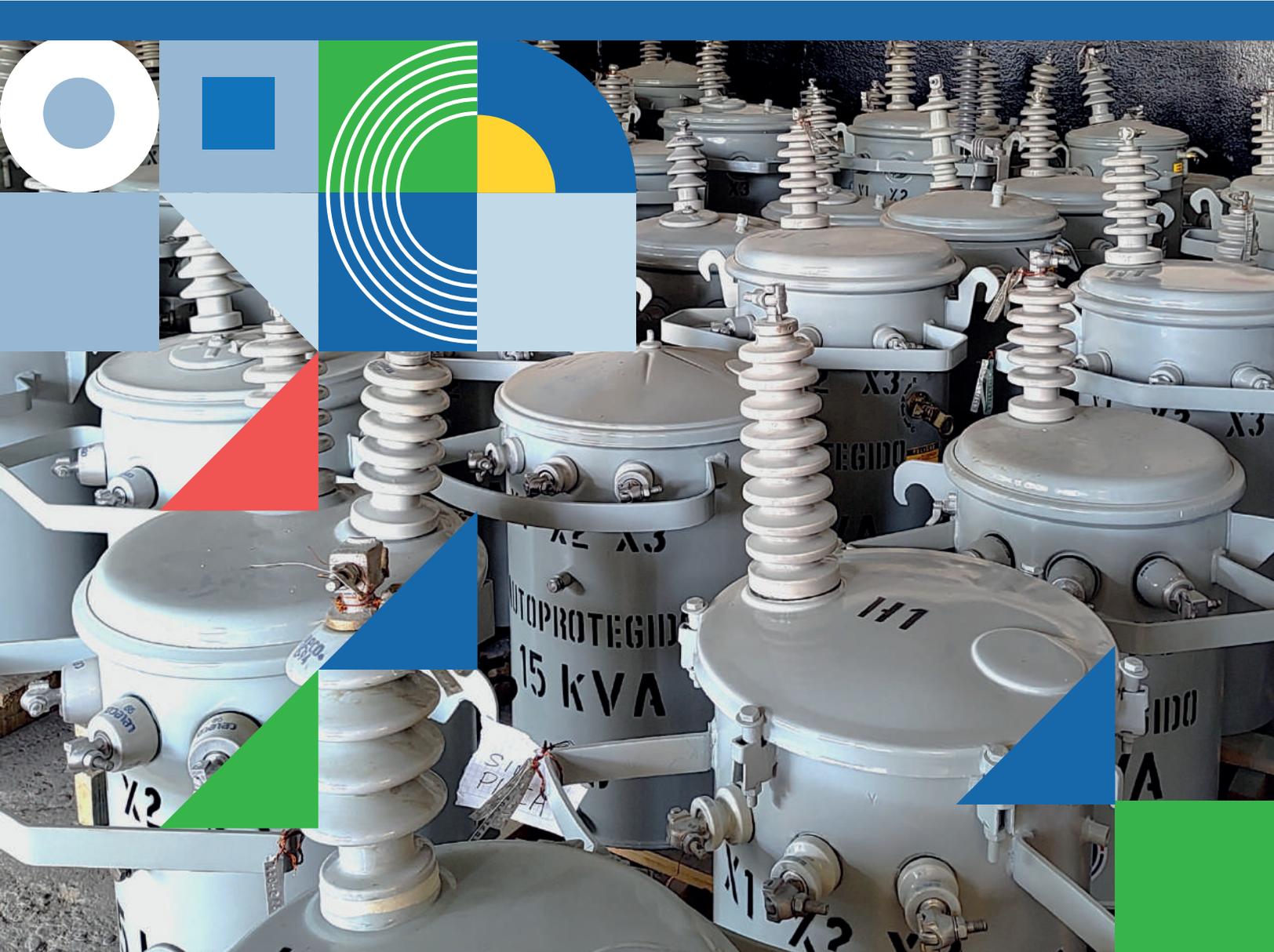


GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA OPERACIÓN DE TALLERES DE RECUPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



Guía de buenas prácticas para la operación de talleres de recuperación y mantenimiento de transformadores eléctricos.

Derechos Reservados © 2025

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Montes Urales 440

Col. Lomas de Chapultepec, Alcaldía Miguel Hidalgo.

C.P. 11000, Ciudad de México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Av. Ejército Nacional 223

Col. Anáhuac, Alcaldía Miguel Hidalgo.

C.P.11320, Ciudad de México.

Todos los derechos están reservados. Ni esta publicación ni partes de ella pueden ser reproducidas, almacenadas mediante cualquier sistema o transmitidas, en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, de fotocopiado, de grabado o de otro tipo, sin el permiso previo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Esta publicación fue realizada en el marco del proyecto Manejo y Destrucción Ambientalmente Adecuados de BPCs en México Segunda Fase, ID 00092730. El análisis y las conclusiones aquí expresadas no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de su Junta Ejecutiva, ni de sus Estados Miembros.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo es el principal organismo de las Naciones Unidas dedicado a poner fin a la injusticia de la pobreza, la desigualdad y el cambio climático. Trabajamos con nuestra extensa red de personas expertas y aliados en 170 países para ayudar a las naciones a construir soluciones integradas y duraderas para las personas y el planeta.

Diseño editorial: Sakbe Comunicación para el Cambio Social.

Directorio

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en México

Lorenzo Jiménez de Luis

Representante Residente

Daniel Vargas

Representante Residente Adjunto

Fernando Camacho Rico

Oficial nacional de Ambiente Energía y Resiliencia

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dra. Alicia Bárcena Ibarra

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Mtra. Ileana Villalobos Estrada

Subsecretaria de Regulación Ambiental

Dr. Arturo Gavilán García

Director General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas

M. en I. Tania Ramírez Muñoz

Directora de Materiales y Residuos Peligrosos

Rocío Marel Becerril Vázquez

Jefa de Departamento de Transporte y Manejo de Residuos Peligrosos

Proyecto Manejo y Destrucción Ambientalmente Adecuados de Bifenilos Policlorados en México: Segunda Etapa

Daniela Mejía Echeverry

Coordinadora de Proyecto 92730 a. i.

Rocío Macrina Esquivel Solís

Especialista en Monitoreo y Evaluación

Brenda Rocío Pérez Estrada

Administradora

David Huerta Colosía

Especialista Técnico

José Alberto Colín Morales

Especialista Técnico

Danahe Hernández Vázquez

Auxiliar Técnica

Tabla de contenido

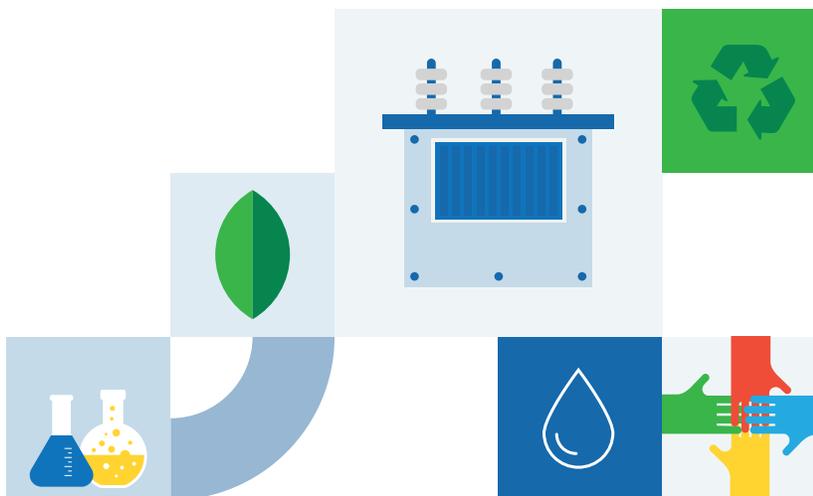
Introducción	6
Objetivos	7
Alcance	7
Guía de buenas prácticas	8
Buena práctica 1. Identificación de riesgos laborales	10
Buena práctica 2. Equipo de protección personal (EPP)	12
Buena práctica 3. Equipos de emergencia y combate contra incendios	14
Buena práctica 4. Implementación de un almacén de productos químicos	15
Buena práctica 5. Sistema de control de ingreso de transformadores	16
Buena práctica 6. Manejo adecuado del aceite contaminado	19
Buena práctica 7. Transporte adecuado de los residuos de BPCs	21
Buena práctica 8. Implementación de un almacén temporal de residuos peligrosos	22
Buena práctica 9. Valorización de residuos no peligrosos	26
Buena práctica 10. Uso adecuado de hornos de secado de núcleos	26
Buena práctica 11. Uso adecuado del horno de pintura electrostática	27
Buena práctica 12. Ahorro energético	27
Buena práctica 13. Cumplimiento de autorizaciones y reportes en materia ambiental	28
Buena práctica 14. Optimización del área de pintura electrostática	30
Buena práctica 15. Optimizar la organización de la producción del taller	33
Buena práctica 16. Contar con todos los permisos y registros requeridos por la autoridad ambiental para la operación de la empresa en materia de residuos peligrosos	35

Índice de imágenes

1. Representación gráfica de las 16 buenas prácticas	8
2. Equipos de emergencia y combate contra incendios	13
3. Placas de identificación de un transformador	17
4. Kit Colorimétrico Clor-N-Oil-50	17
5. Recolección y transporte de un transformador contaminado con BPCs	22
6. Almacén temporal de residuos peligrosos	25

Índice de figuras

1. Diagrama de flujo de procesos buena práctica 5	18
2. Diagrama de flujo de procesos buena práctica 6	20
3. Diseño de almacén temporal de residuos peligrosos	24
4. Distancia mínima de aplicación de pintura al transformador	31
5. Representación de cabina de pintado	32



Introducción

Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) son sustancias químicas que tienen propiedades tóxicas, son resistentes a la degradación, se bioacumulan y son transportadas por el aire y el agua, acumulándose en ecosistemas terrestres y acuáticos. A nivel mundial, estas sustancias se regulan a través del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes¹; como parte de la lista de sustancias reguladas se encuentran los Bifenilos Policlorados (BPCs).

Los BPCs fueron producidos por varias compañías en todos los países industrializados. Su uso más común fue como agente de enfriamiento y de aislamiento en transformadores y capacitores. Sin embargo, a inicios de los años 80 se determinó que dichos compuestos podían producir efectos adversos en la salud humana y el ambiente, fue así como a partir del año 1983 su uso fue restringido a nivel mundial. Actualmente, aún existen equipos de generación y distribución eléctrica con BPCs; es el caso de algunos transformadores que fueron fabricados antes de la prohibición o equipos contaminados en operaciones de mantenimiento por el personal de talleres dedicados al mantenimiento y reparación de los transformadores o refinación de aceite.

En México, el proyecto “Manejo y destrucción ambientalmente adecuados de BPCs, segunda Fase” liderado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través de la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), ha identificado la necesidad de concientizar a todos los involucrados en la cadena de valor, sobre la importancia de un manejo adecuado de BPCs. El objetivo de esta visión es que tanto las autoridades nacionales como las empresas o talleres, cuenten con un documento guía que oriente las medidas que se deben adoptar para evitar la contaminación cruzada². Estas medidas contribuyen a reducir los riesgos de exposición de los trabajadores y de la población en general, así como ayudar a proteger el ambiente.

Este documento está dirigido a todas las personas físicas y morales del sector público y privado, cuyas actividades involucren el servicio de mantenimiento, reparación y/o fabricación de transformadores eléctricos; así como aquellas prestadoras del servicio de refinación de aceite dieléctrico en transformadores. En este, los interesados pueden encontrar una serie de medidas preventivas en los procesos de operación y que por su naturaleza fueron denominadas como **buenas prácticas**³.

LOS BPCS REQUIEREN UN MANEJO ADECUADO PARA PROTEGER LA SALUD, A LOS TRABAJADORES Y EL AMBIENTE



1. El Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes es un acuerdo internacional que regula el tratamiento de las sustancias tóxicas. Fue firmado el 23 de mayo de 2001 en Estocolmo y entró en vigor el 17 de mayo de 2004. Inicialmente el convenio regulaba doce productos químicos incluyendo productos producidos intencionadamente, tales como: pesticidas, BPCs, dioxinas y furanos.

2. Es la contaminación accidental durante los trabajos de mantenimiento eléctrico a transformadores con aceite contaminado con BPCs. La contaminación cruzada se produce ya sea por el contacto directo o el uso de accesorios y elementos de equipos contaminados con esta molécula, transfiriendo de este modo el contaminante al aceite dieléctrico de un transformador que no lo esté.

A través de 16 buenas prácticas, este documento propone acciones técnicas y administrativas en la operación de las empresas o talleres para asegurar el cumplimiento de los siguientes aspectos: minimización y manejo adecuado de residuos, cumplimiento de las normas y las políticas establecidas en los sistemas de gestión ambiental, medidas sobre el riesgo y seguridad para los trabajadores, optimización de los procesos y cumplimiento administrativo. **La aplicación de estas medidas garantiza una operación segura, eficiente y libre de contaminación cruzada por BPCs.**



Objetivo

Orientar a las empresas, talleres o personas que realicen actividades relacionadas con el manejo de equipo, material o residuos que puedan contener Bifenilos Policlorados (BPCs) en las medidas que se deben llevar a cabo durante sus actividades de operación; con la finalidad de que conozcan los aspectos legales, administrativos y técnicos necesarios para dar un manejo ambientalmente adecuado de sus residuos.

Las acciones realizadas bajo estas orientaciones contribuirán a reducir el riesgo de exposición de las personas a los BPCs, además de prevenir los daños que estas sustancias pueden causar en el ambiente.



Alcance

Esta guía puede ser usada por cualquier empresa que tenga alguna actividad productiva o de servicio relacionado con el sector eléctrico; en vista de que este sector tiene el mayor número de equipos, materiales y residuos que se presume pueden estar contaminados con BPCs. Con el conocimiento de las buenas prácticas, los interesados podrán optar por acciones preventivas y correctivas para evitar causar daños severos por contaminación cruzada al realizar las actividades y manipulación de transformadores eléctricos.

Para aprovechar esta guía de buenas prácticas, el lector interesado deberá conocer sobre la naturaleza de la sustancia química que se está tratando, internalizar una actitud preventiva en su experiencia cotidiana, y crear conciencia respecto al cumplimiento de las normas ambientales nacionales e internacionales.

3. Las buenas prácticas ambientales se pueden definir como un conjunto de recomendaciones y/o tareas, prácticas, útiles y didácticas, que sirven para reducir al máximo el impacto negativo de las acciones y comportamientos de actividades habituales que involucran riesgo ambiental.

Guía de buenas prácticas

Las buenas prácticas son procedimientos administrativos y técnicos que conducen a disminuir tiempos de operación, optimizar el uso de materias primas y energéticas, eliminar desperdicios o uso excesivo de insumos, reducir la generación de residuos y, en este caso, minimizar el riesgo de exposición de las personas y el ambiente a sustancias como los BPCs.

Los criterios técnicos que aquí se presentan, tienen como finalidad que las empresas o talleres cuenten con procesos modernos de control de emisiones y liberaciones a la atmósfera, minimicen los residuos generados en su actividad, cumplan con las normas y políticas establecidas en los sistemas de gestión ambiental, apliquen medidas relacionadas con el riesgo y seguridad de sus trabajadores y den un manejo ambientalmente adecuado a los residuos generados. En conjunto, la aplicación de dichos criterios ayuda a prevenir la contaminación cruzada por BPCs.

A continuación, se presentan 16 buenas prácticas de operación para lograr un adecuado desempeño ambiental:

Buenas prácticas

Buena práctica 1.
Identificación de riesgos laborales



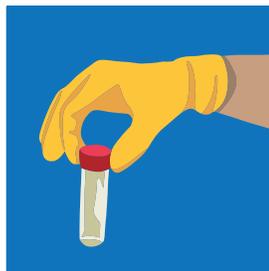
Buena práctica 4.
Implementación de un almacén de productos químicos

Buena práctica 2.
Equipo de protección personal (EPP)



Buena práctica 5.
Sistema de control de ingreso de transformadores

Buena práctica 3.
Equipos de emergencia y combate contra incendios



Buena práctica 6.
Manejo adecuado del aceite contaminado

Buena práctica 7.
Transporte adecuado de los residuos de BPCs



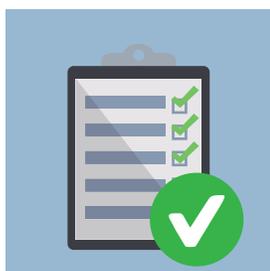
Buena práctica 12.
Ahorro energético



Buena práctica 8.
Implementación de un almacén temporal de residuos peligrosos



Buena práctica 13.
Cumplimiento de autorizaciones y reportes en materia ambiental



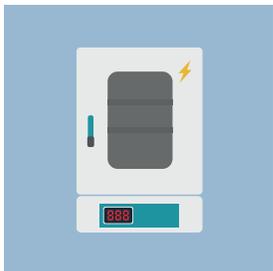
Buena práctica 9.
Valorización de residuos no peligrosos



Buena práctica 14.
Optimización del área de pintura electrostática



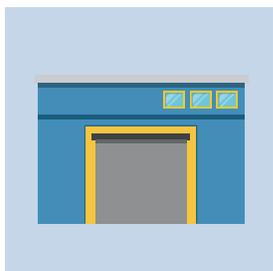
Buena práctica 10.
Uso adecuado de hornos de secado de núcleos



Buena práctica 15.
Optimizar la organización de la producción del taller



Buena práctica 11.
Uso adecuado del horno de pintura electrostática



Buena práctica 16.
Contar con todos los permisos y registros requeridos por la autoridad ambiental para la operación de la empresa en materia de residuos peligrosos



Imagen 1. Representación gráfica de las 16 buenas prácticas



Buena práctica 1. Identificación de riesgos laborales

Los riesgos laborales según el artículo 473 de la Ley Federal del Trabajo (LFT⁴) se definen como accidentes y enfermedades a los están expuestos los trabajadores en el ejercicio o con motivo del trabajo. Entre los principales factores que generan riesgos de trabajo se encuentran:

- a. Falta de equipo de protección personal.
- b. Falta de capacitación.
- c. Falta de mantenimiento a equipos e instalaciones.
- d. Desconocimiento sobre el riesgo de manejo de maquinaria.
- e. Desconocimiento de la naturaleza de los productos químicos.
- f. Falta de orden y limpieza.
- g. Obstrucción de vías de evacuación.
- h. Señalización inadecuada de riesgos y de equipos de respuesta a emergencias.

Medida: Es necesario elaborar un programa de seguridad y salud en el trabajo, el cual debe revisarse periódicamente y actualizarse por lo menos una vez al año y cuantas veces sea necesario. Dicho programa debe realizarse con base en un diagnóstico previo del centro de trabajo el cual considere las condiciones y agentes físicos, químicos y biológicos, que puedan representar un riesgo, así como las fuentes que lo generan, además deberá tomar en cuenta los requerimientos normativos en materia de seguridad y salud en el trabajo que resulten aplicables al centro de trabajo. Este documento debe comunicarse y estar disponible para todos los trabajadores y se deberán asignar a la o las personas responsables de su implementación y monitoreo. Se debe tomar como base lo establecido en las siguientes normas oficiales mexicanas:

- NOM-001-STPS-2008 Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad.⁵
- NOM-002-STPS-2010 Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.⁶
- NOM-004-STPS-1999 Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.⁷

4. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFT.pdf>

5. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3540/stps/stps.htm>

6. https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5170410

- NOM-005-STPS-1998 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- NOM-010-STPS-2014- Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral-Reconocimiento, evaluación y control.⁸
- NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.⁹
- NOM-018-STPS-2015- Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.¹⁰
- NOM-022-STPS-2015. Electricidad estática en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad.¹¹
- NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.¹²
- NOM-030-STPS-2009. Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo. Funciones y actividades.¹³

Es importante mencionar que, según el centro de trabajo podrán aplicar otras normas dependiendo de sus operaciones y los riesgos derivados de ellas.

Antes de que el personal operativo trabaje en alguna actividad con los transformadores que se encuentran en operación, es necesario que se revisen las siguientes condiciones de seguridad:

- Puesta a tierra:** antes de hacer contacto con la válvula de drenaje o muestreo, se debe verificar que el transformador esté puesto a tierra física, por lo que, al llegar a cada sitio, se debe ubicar el cable que realiza dicha función y rectificar la terminación de este.
- Verificación de indicadores** (temperatura y nivel de aceite): una vez rectificada la puesta a tierra del transformador, se debe observar los indicadores de temperatura y nivel de aceite. La temperatura debe oscilar entre 40 a 60 °C y el nivel de aceite no debe encontrarse en la zona roja o de alerta del indicador.
- Válvula de drenaje o de muestreo:** se debe revisar que la válvula esté en óptimas condiciones y no presente corrosión -de modo que, al momento de maniobrar, esta no se rompa o fracture dejando salir el aceite- y que no existan fugas (lo que podría indicar un mal funcionamiento de los sellos).

7. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4948965&fecha=31/05/1999#gsc.tab=0

8. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342372&fecha=28/04/2014#gsc.tab=0

9. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5072773&fecha=09/12/2008#gsc.tab=0

10. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5411121&fecha=09/10/2015#gsc.tab=0

11. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5435581&fecha=01/04/2016#gsc.tab=0

12. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3541/stps.htm>

13. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3923/stps>

- d. **Derrames:** cuando se observen fugas de aceite se deben activar los protocolos de contención de la empresa.
- e. **Delimitar la visita a la zona de mantenimiento:** solo deben estar en la zona de mantenimiento el número de personas indispensables para realizar las actividades. Se recomienda evitar permanecer en zonas de alto riesgo como subestaciones eléctricas, cerca de los tableros de control, interruptores de potencia, cajas derivadoras, así como en transformadores ubicados cerca de cables de distribución.
- f. **Condiciones meteorológicas:** cuando exista riesgo de lluvia o tormenta eléctrica NO se debe dar mantenimiento a los equipos.



Buena práctica 2. Equipo de protección personal (EPP)

El equipo de protección personal es indispensable para la seguridad e higiene de los trabajadores. Este debe proveerse por la alta dirección y debe ser asignado individualmente a cada trabajador, en función de los riesgos asociados a sus actividades. La falta de este equipo o su mal uso deriva en un riesgo elevado que puede conducir a lesiones, intoxicaciones o incluso fatalidades.

Medida: El taller deberá proporcionar a todo el personal, equipo de seguridad tanto para el interior de la oficina, el almacén de residuos peligrosos como para las actividades que se realizan en campo; de acuerdo con lo establecido en la NOM-017-STPS-2008 “Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo”¹⁴. Este debe cumplir con los requisitos mínimos para que el personal operativo pueda protegerse durante el desarrollo de su trabajo. Es importante que se capacite al personal acerca de la importancia de utilizar todo el tiempo EPP.

El EPP adecuado para el personal que da mantenimiento a los transformadores eléctricos consta de:

- Botas de seguridad dieléctricas.
- Traje overol tipo Tyvek.
- Guantes de nitrilo.
- Mascarilla con filtros para partículas.
- Gafas de seguridad.
- Casco de seguridad.

14. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5072773&fecha=09/12/2008#gsc.tab=0

En caso de que se tenga certeza, mediante un estudio cromatográfico, de que el transformador es un equipo contaminado con BPCs, se deberá agregar al EPP lo siguiente (ver imagen 2):

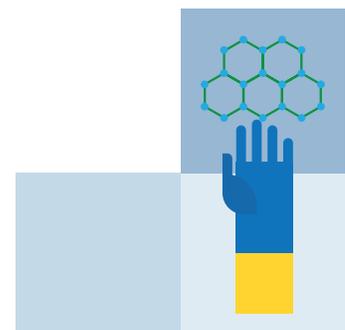
- Traje Tyvek tipo Tychem
- Guantes de Nitrilo para manejo de químicos
- Mascarilla de gases y vapores



EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL, ASIGNADO SEGÚN LOS RIESGOS LABORALES, ES VITAL PARA PREVENIR LESIONES, INTOXICACIONES O FATALIDADES.



Imagen 2. Equipo de seguridad personal para manipulación de equipos contaminados.





Buena práctica 3.

Equipos de emergencia y combate contra incendios

Las actividades de reparación, mantenimiento, fabricación o refinación del aceite, de transformadores eléctricos son altamente riesgosas, en las que el manejo de material inflamable como aceites, cartón, papel o residuos derivados de esas actividades incrementan la probabilidad de incendios. Se han documentado casos donde la cantidad de extintores no es suficiente tal como lo establece la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), o están caducos o sin señalamiento de donde se encuentran; lo que deriva de una respuesta tardía en caso de emergencia.

Medida: El taller deberá tener en sus instalaciones aquellos protocolos que establezcan los criterios en materia de protección y seguridad en los centros de trabajo; lo que incluye los señalamientos, planes de emergencia y la distribución de los equipos de seguridad para combatir incendios:

- NOM-002-STPS-2010 Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.¹⁵
- NOM-003-SEGOB-2011 Señales y avisos para protección civil: colores, formas y símbolos a utilizar.¹⁶
- NOM-005-SCT/2008 Información de emergencia para el transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.¹⁷
- NORMA Oficial Mexicana NOM-008-SEGOB-2015, Personas con discapacidad. - Acciones de prevención y condiciones de seguridad en materia de protección civil en situación de emergencia o desastre.¹⁸
- NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.¹⁹
- Ley General de protección Civil²⁰
- Reglamento de la Ley General de Protección Civil²¹

15. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4228/stps/stps.htm>

16. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5226545&fecha=23/12/2011#gsc.tab=0

17. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5056547&fecha=14/08/2008#gsc.tab=0

18. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5447778&fecha=12/08/2016#gsc.tab=0

19. <https://asinom.stps.gob.mx/upload/noms/Nom-026.pdf>

20. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC.pdf>

21. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPC_091215.pdf

Las normas, leyes y reglamentos antes citadas explican lo siguiente:

- Estudio de grado de riesgo de incendio.
- El tipo y número de extintores requeridos.
- Ubicación idónea de extintores.
- Señalamientos.
- El tipo y número de extintores requeridos.
- Ubicación de los extintores.
- Señalización.
- Inclusión de detectores de humo en caso de que el centro de trabajo lo permita.
- Implementación de bitácoras de mantenimiento.

Finalmente se recomienda leer la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia 2024 (GRE)²², dirigida a las personas que atienden la fase inicial de un incidente en el que se involucre materiales peligrosos/mercancías peligrosas. La guía fue elaborada en conjunto por los gobiernos de Canadá, Estados Unidos de América y México.



Buena práctica 4. Implementación de un almacén de productos químicos

El uso de sustancias químicas como disolventes, aceites, ácidos, entre otras, para el funcionamiento de un taller de reparación, mantenimiento, fabricación o refinación del aceite de transformadores eléctricos, involucra el riesgo de emergencias químicas. En ocasiones, los talleres no siguen las medidas mínimas de seguridad indispensables para reaccionar de manera adecuada ante emergencias; una emergencia química puede derivar en la generación de un sitio contaminado, del cual serán responsables los propietarios de este.

Medida: La empresa deberá contar con un área específica donde se almacenen los productos químicos que utiliza para el mantenimiento o reparación de los transformadores. Los trabajadores deberán estar capacitados sobre la compatibilidad de los productos químicos que utilizan, su composición química y reacciones ante otros productos químicos, así como conocimiento básico sobre el CRETIB.²³

22. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4228/stps/stps.htm>

23. CRETIB es el código de clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico infeccioso. El Artículo 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece que en la clasificación de estas actividades se deberán tomar en cuenta: "Las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (CRETIB)".

El taller deberá tener en sus instalaciones aquellos protocolos que establezcan los criterios en básicos para almacenar de manera correcta aquellas sustancias que son utilizadas para las actividades que realizan tanto dentro de las instalaciones del taller como en campo, considerando la compatibilidad y las características CRETIB correspondientes revisando las siguientes normas:

- NOM-018-STPS-2015 Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.²⁴
- NOM-005-STPS-1998 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.²⁵



Buena práctica 5. Sistema de control de ingreso de transformadores

La identificación de equipos contaminados con BPCs es fundamental para garantizar su manejo adecuado. Se ha observado que muchas empresas carecen de la información técnica o experiencia necesaria para determinar la presencia de estos compuestos. Esta falta de conocimiento puede exponer al personal a riesgos, causar daños al medio ambiente e incluso propiciar contaminación cruzada entre equipos.

Medida: El taller de mantenimiento debe solicitar información a la persona poseedora del equipo y realizar una inspección al momento de recibirlo, con el fin de garantizar un control interno adecuado. Al respecto, se proponen las siguientes actividades:

1. Elaborar una base de datos para el registro de todos los equipos a los que se les ha dado servicio de mantenimiento.
2. Solicitar a la persona poseedora del equipo la última cromatografía de gases que le hicieron al transformador, así como la bitácora correspondiente.
3. En caso de que sea el primer mantenimiento a un equipo se deberá registrar la información en la base de datos, capturando número de serie, marca, fecha de fabricación, capacidad eléctrica, volumen de aceite y fecha de recepción.

24. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5411121&fecha=09/10/2015#gsc.tab=0

25. <https://asinom.stps.gob.mx/upload/noms/Nom-005.pdf>

- Al revisar el equipo verifique la información de la placa, es importante registrar la siguiente información en la base de datos: número de serie, marca, fecha de fabricación, capacidad eléctrica, volumen de aceite y fecha de recepción; en caso de que no cuente con la placa correspondiente se puede realizar una prueba colorimétrica que cumpla con el método 9079 de la EPA. Esta permite determinar si el aceite analizado rebasa la concentración de 50 mg/kg (o 50 partes por millón).

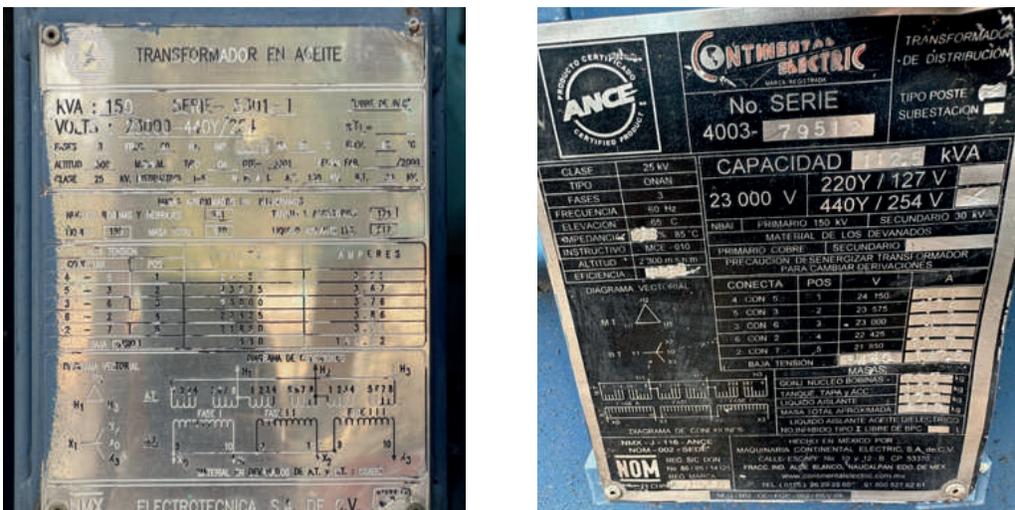


Imagen 3. Placas de identificación de un transformador.

- Si la prueba con el kit colorimétrico Clor-N-Oil-50 realizada al equipo da positiva y este no ha sido verificado con anterioridad, se debe enviar una muestra del aceite dieléctrico para el análisis cromatográfico en un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y aprobado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), tal y como establece la NOM-133-SEMARNAT-2015²⁶.

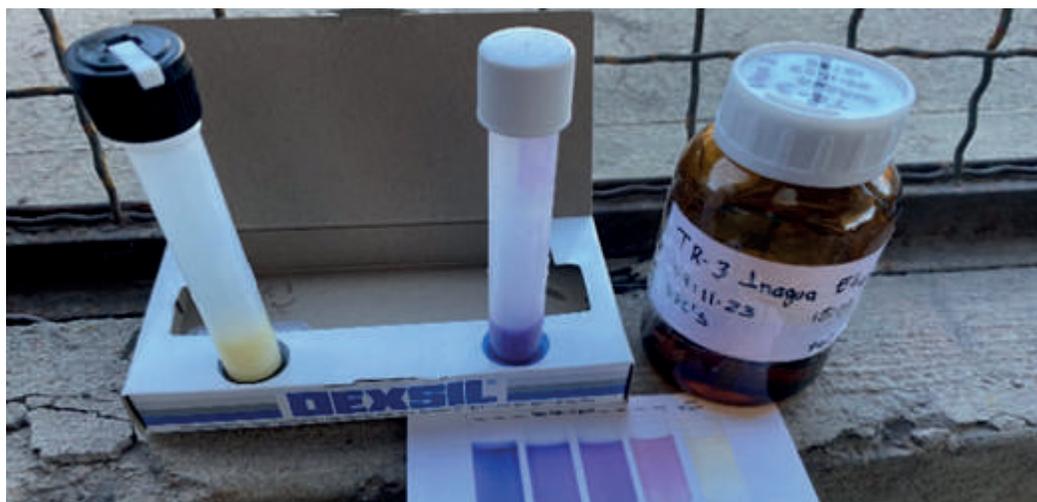


Imagen 4. Kit colorimétrico Clor-N-Oil-50.

26. Norma Oficial Mexicana NOM-133-SEMARNAT-2015, Protección ambiental-Bifenilos Policlorados (BPCs)-Especificaciones de manejo. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5426547&fecha=23/02/2016#gsc.tab=0

6. Si la prueba colorimétrica resulta negativa, se considera que el aceite está libre de BPCs y se dispone como residuo de manejo especial.
7. El resultado del análisis colorimétrico debe anotarse en la base de datos y -de ser el caso- se debe dar seguimiento al resultado de la cromatografía para completar el registro del equipo en cuestión.
8. El taller tiene la obligación -antes de dar mantenimiento al transformador- de solicitar una cromatografía de gases con un laboratorio acreditado por la EMA y aprobado por PROFEPA. Esta medida con el fin de asegurar que el transformador no este contaminado con BPCs.

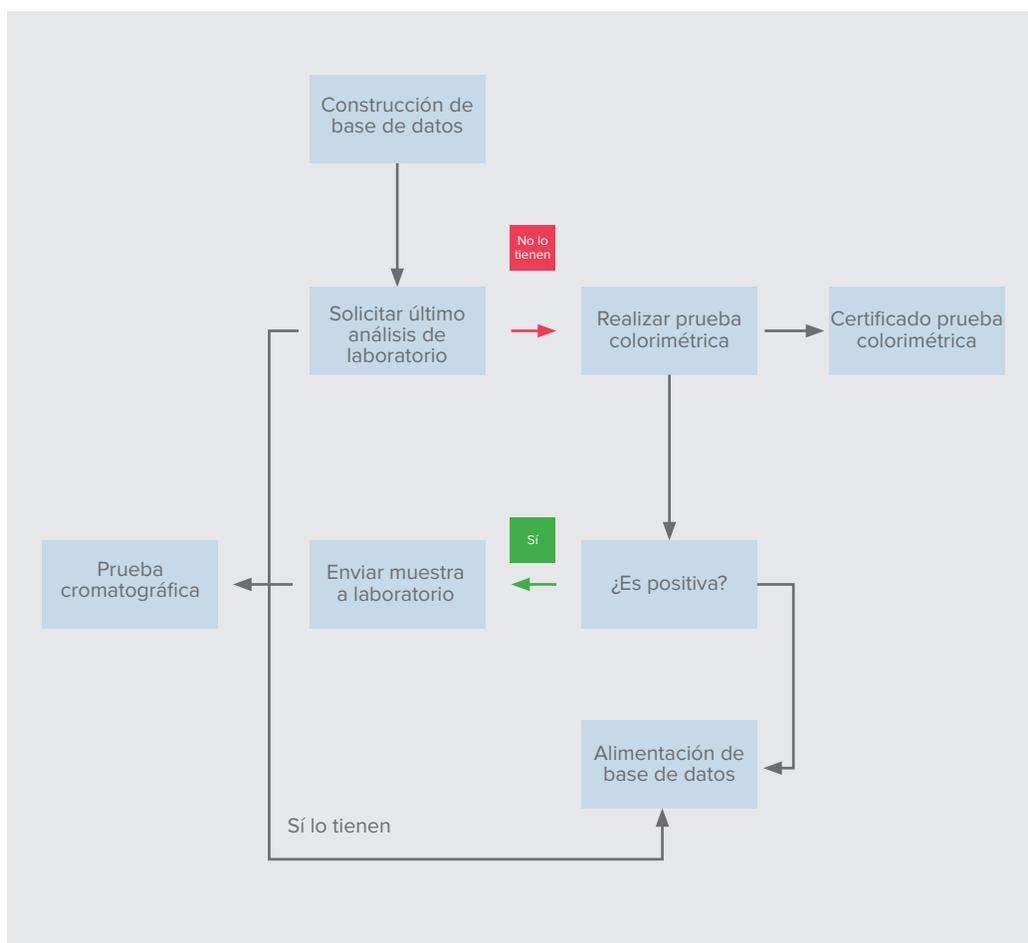


Figura 1. Diagrama de flujo de procesos de la buena práctica 5



Buena práctica 6.

Manejo adecuado del aceite contaminado

Si el aceite dieléctrico da positivo en la prueba colorimétrica, pero el análisis de cromatografía da como resultado una concentración menor a las 50 ppm, se denomina “falso positivo”. Es importante que mientras se reciben los resultados del análisis de laboratorio, el aceite en cuestión se mantenga separado y etiquetado para después clasificarlo como “residuo de manejo especial” o como “residuo BPCs” dependiendo los resultados obtenidos.

Medida: El taller de mantenimiento debe llevar un control de los envases en los que se recolecta el aceite y los deben identificar con un sistema de clasificación único. Se debe evitar en todo momento que el aceite se derrame o libere, situación que expondría tanto al personal como al ambiente. A continuación, se describen actividades recomendadas:

1. Establecer un área de almacenamiento temporal para ubicar los transformadores que tendrán mantenimiento. Los equipos deben estar claramente identificados y ubicados en un sitio protegido de la intemperie, bien ventilado y con canaletas para la contención de derrames. En esta área también pueden almacenar los aceites recolectados durante el retrolavado²⁷.
2. Una vez recibido el análisis cromatográfico, el taller deberá orientar al poseedor del equipo sobre su manejo ambientalmente adecuado. En caso de que la concentración de BPCs en el aceite resulte menor a 50 mg/kg, se puede descontaminar para reducir esta concentración.

En caso de que la concentración de BPCs en el aceite sea igual o mayor a 50 mg/kg, este equipo debe enviarse a destrucción por alguna de las técnicas disponibles (destrucción térmica, deshalogenación, confinamiento). En caso de que el poseedor no cuente con un equipo de reemplazo, y este presente condiciones físicas adecuadas, se puede optar por un retrolavado, siempre y cuando la concentración de BPCs no rebase los 500 mg/kg, ya que por encima de este nivel, la técnica no será eficiente para reducir la concentración por debajo del límite normativo.

3. Los envases que se utilizarán para almacenar los aceites deben estar previamente identificados con: datos del generador, número de serie del equipo proveniente, fecha de recepción, clave de prueba colorimétrica y fecha de envío de la muestra al laboratorio para el análisis cromatográfico.

27. Proceso de descontaminación del aceite que hace referencia a limpiar el aceite del transformador para quitarle las partículas contaminadas con BPCs.

4. Cuando el transformador tenga menos de 50 ppm de BPCs, su carcasa se debe someter a un proceso de descontaminación a través de un lavado a presión con aceite limpio. Al finalizar el lavado, se debe tomar una muestra para realizar una prueba cromatográfica que certifique una concentración de BPCs menor a 50 ppm.
5. Tres meses después de haber realizado mantenimiento correspondiente, el taller debe tomar una nueva muestra de aceite al equipo que le dio mantenimiento para confirmar que la concentración de BPCs sea menor al valor inicial. De lo contrario, el mantenimiento no fue realizado con éxito, por lo que se debe investigar presunta contaminación cruzada y se debe solicitar un nuevo mantenimiento hasta que la concentración disminuya.

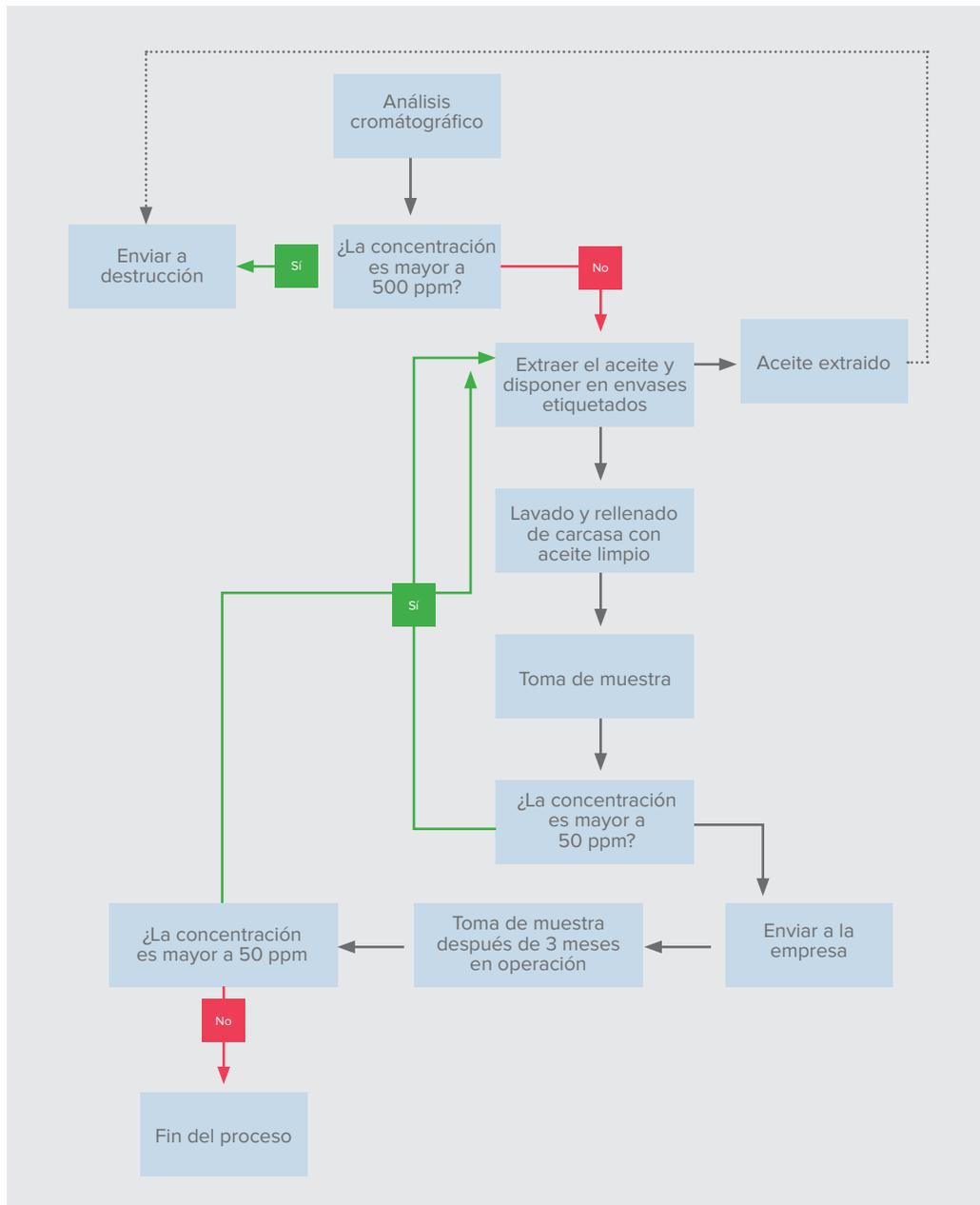


Figura 2. Diagrama de flujo de procesos de la buena práctica 6.



Buena práctica 7. Transporte adecuado de los residuos de BPCs

En ocasiones, el taller puede prestar el servicio de lavado en sitio, lo que implica trasladar la maquinaria y materiales para poder realizar el cambio de aceite dieléctrico en donde se ubican los transformadores. Al final del mantenimiento de los equipos, la empresa que brinda el servicio debe transportar los residuos peligrosos para disponerlos como establece la regulación ambiental.

Medida: El taller deberá contar con una empresa prestadora de servicios para el Transporte de Residuos Peligrosos, la cual debe estar dada de alta ante el Padrón de la SEMARNAT y con el permiso de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Se deberá dar el seguimiento correspondiente hasta la disposición final del mismo y entregar el manifiesto; durante el proceso los trabajadores deberán verificar que los residuos que serán transportados se encuentren debidamente clasificados, embalados y etiquetados según la NOM-010-SCT2/2009²⁸ “Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos”.

Adicionalmente, conforme a lo indicado en la normatividad, si un taller desea ofrecer este servicio, debe contar con las autorizaciones para el retrolavado de transformadores, así como de manejo y transporte de residuos peligrosos; tal y como establece el artículo 50° de la LGPGIR²⁹. Las empresas interesadas en brindar estos servicios pueden realizar los trámites consultando la página de la SEMARNAT, como se indica:

- Trámite SEMARNAT-07-033-I³⁰, Autorización para el manejo de residuos peligrosos, Modalidad I: transporte.
- Trámite SEMARNAT-07-033-D, Autorización para el manejo de residuos peligrosos, Modalidad D- Tratamiento.³¹

La persona física o moral interesada en gestionar su(s) autorización(es) debe hacerlo a través de los siguientes formatos:

- FF-SEMARNAT-035 Autorización para el manejo de residuos peligrosos.³²
- FF-SEMARNAT-038 Autorización para el manejo de residuos peligrosos modalidades: A centros de acopio, B reutilización, C reciclaje y/o co-procesamiento y D tratamiento.³³

28. https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5107654

29. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Los Residuos <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>

30. <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-07-033-i>

31. <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-07-033-d>

32. https://conamer.gob.mx/tramites/Fileuploads/Formato_Trámite_201910217254298.pdf

33. <https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGGIMAR/FF-SEMARNAT-038-SEMARNAT-07-033-A-B-D.pdf>

Es importante mencionar que los talleres no solo generan residuos con BPCs, si no también algunos residuos sólidos urbanos y de manejo especial, los cuales deben manejarse siguiendo la regulación ambiental correspondiente (Artículo 9 y 10 de la LGPGIR) para evitar la contaminación del sitio o afectación del personal o usuarios, de igual forma deberán contratar a una empresa de servicios autorizada para la recolección y transporte de residuos peligrosos la cual deberá estar en el padrón de [empresas autorizadas por SEMARNAT](#).



Imagen 5. Recolección y transporte de un transformador contaminado con BPCs.



Buena práctica 8. Implementación de un almacén temporal de residuos peligrosos

Cuando el aceite dieléctrico de un equipo es identificado como contaminado con BPCs, se considera un residuo peligroso. El artículo 84° de la LGPGIR señala que los residuos peligrosos no deben almacenarse por un periodo mayor a seis meses, por lo cual se deben enviar a disposición final.³⁴

Medida: Los talleres deben contar con un área específica donde tengan los residuos peligrosos generados en las actividades del taller y deberán desarrollar un plan de almacenamiento que incluya lo establecido en el artículo 82° de la LGPGIR:

- a. Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.

34. Es la acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir y/o evitar su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

- b. Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- c. Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d. Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño.
- e. Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- f. Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g. Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles.
- h. El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios.
- i. La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

De acuerdo con el Artículo 42° de la LGPGIR, según la cantidad de residuos peligrosos generados de manera anual, las empresas se clasifican en 3 categorías: microgenerador (hasta 400 kg al año), pequeño generador (de 400 kg a 10 t al año) o gran generador (igual o superior a 10 t al año).

Una vez identificada esta información se recomienda lo siguiente:

1. Los talleres deben implementar una zona de almacén temporal de residuos peligrosos, tal como lo indica el Reglamento de la LGPGIR Capítulo IV Secc. I, Artículo 82 fracción II:
 - a. Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,
 - b. Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
 - c. En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y
 - d. En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

El almacén temporal de residuos peligrosos debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Los envases deben llenarse al 90% de su capacidad como máximo.
- No deben almacenar residuos peligrosos por más de 6 meses en el almacén temporal.
- Debe contar con dispositivos de contención de derrames y NO deben tener conexiones con el drenaje.
- Los pisos deben ser impermeables y con pendiente para guiar los líquidos a las fosas de retención.
- La capacidad de las fosas de retención debe poder almacenar al menos una quinta parte de los residuos almacenados.
- Debe tener pasillos con espacio de maniobra para el personal de seguridad y los bomberos.
- Debe estar señalizado claramente.
- La altura máxima de las estibas debe ser de tres tambores apilados en forma vertical.

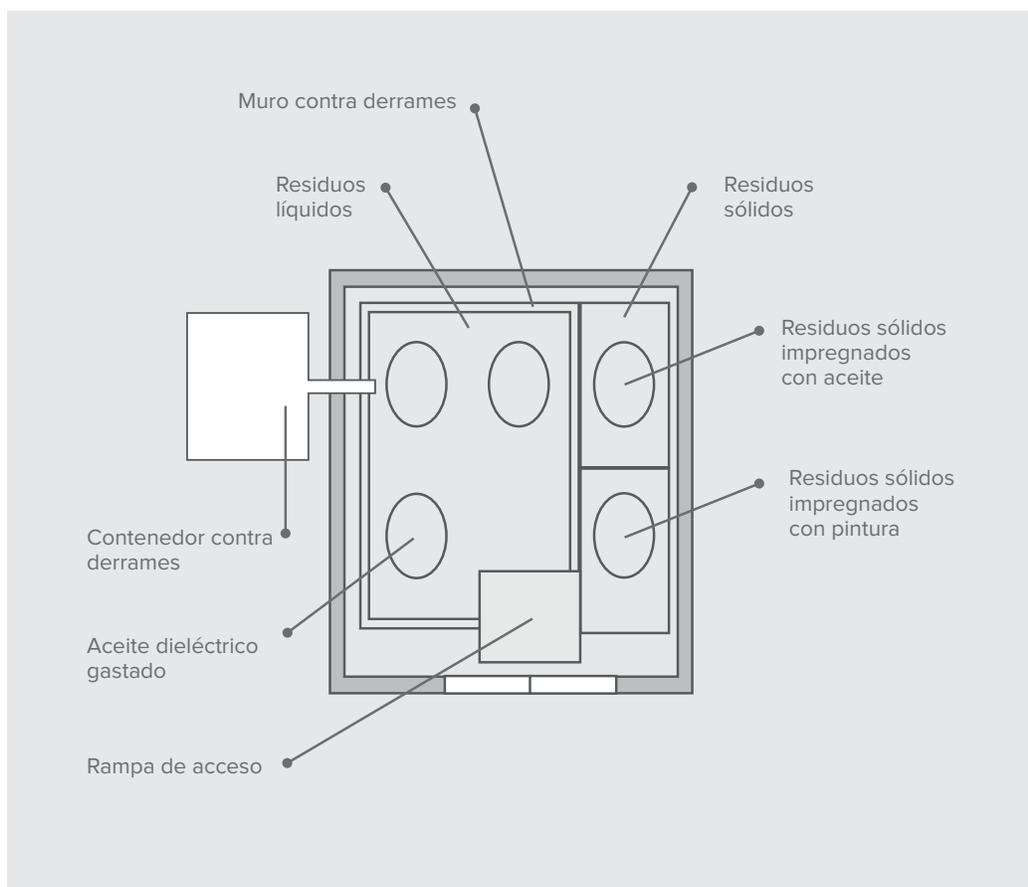


Figura 3. Diseño de almacén temporal de residuos peligrosos.

2. El almacén temporal de residuos debe estar debidamente señalizado, se recomienda revisar las siguientes normas:
 - NOM-003-SEGOB-2011 Señales y avisos para protección civil: colores, formas y símbolos a utilizar.³⁵
 - NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.³⁶
3. Los recipientes deben seleccionarse de acuerdo con el residuo almacenado y revisar su incompatibilidad con otros residuos tomando como referencia la NOM-054-SEMARNAT-1993³⁷, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.³⁸
4. El taller debe contar con sistemas contra incendios y equipo de respuesta a emergencias químicas, es recomendable revisar las siguientes normas:
 - NOM-001-STPS-2008 Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad.³⁹
 - NOM-002-STPS-2010 Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.⁴⁰
 - NOM-005-STPS-1998 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.⁴¹
5. La información de los servicios de mantenimientos, almacenamiento temporal y acondicionamiento de residuos peligrosos debe registrarse en bitácoras físicas con respaldo electrónico, debe conservarse por al menos cinco años.



Imagen 6. Almacén temporal de residuos peligrosos.

35. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5226545&fecha=23/12/2011#gsc.tab=0

36. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3541/stps.htm>

37. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680165/NOM-054-SEMARNAT-1993.pdf>

38. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNAT/SEMARNAT-1993.htm>

39. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3540/stps/stps.htm>

40. https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5170410

41. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69360.pdf>



Buena práctica 9. Valorización de residuos no peligrosos

El aceite dieléctrico se debe manejar como residuo peligroso hasta que no se compruebe que está libre de BPCs; una vez obtenido el resultado de la cromatografía de gases, se le debe dar una disposición ambientalmente adecuada.

Si bien aceite dieléctrico no es considerado como residuo peligroso, si es considerado un residuo de manejo especial (por sus características químicas). Este requiere de un espacio específico de almacenamiento temporal mientras se envía al sitio de disposición final.

Medida: Los talleres de mantenimiento o retrolavado suelen recolectar grandes cantidades de aceite dieléctrico, este tiene un valor comercial y puede generar ingresos extras a través de su venta; en esta actividad es indispensable tener la certeza de que el aceite no está contaminado con BPCs.

Los talleres deben contactar a empresas autorizadas para la reprocesamiento de los aceites dieléctricos. Mientras el taller gestiona el procesamiento del aceite, debe mantenerlo envasado adecuadamente en un espacio con ventilación y medidas de contención de accidentes.



Buena práctica 10. Uso adecuado de hornos de secado de núcleos

La mayoría de los talleres utilizan hornos eléctricos o de gas LP para remover la humedad de los núcleos reparados. Estos hornos trabajan con resistencias y con ayuda de un termostato regulan la temperatura interna. En caso de que no se cuente con un termostato, la temperatura de operación depende de la experiencia del trabajador, lo cual provoca un mayor consumo de energía eléctrica o calorífica. Adicionalmente, si estos hornos no se cargan al 100% de su capacidad, el desperdicio de energía eleva los costos de operación.

Medida: El taller debe implementar un control en la operación del horno por medio de bitácoras en las cuales se registren las fechas de mantenimiento, fechas de reemplazo de cada una de las piezas, carga de piezas en el horno, temperatura de operación, fecha, hora de la actividad y nombre del responsable, con la finalidad de lograr su eficiencia y eficacia durante la operación.



Buena práctica 11. Uso adecuado del horno de pintura electrostática

Otro de los principales problemas de operación, es el uso del horno de cocido para la pintura electrostática, que al igual que los hornos de secado de núcleos, su falta de mantenimiento y desaprovechamiento de capacidad, hacen que el consumo energético crezca considerablemente.

Medida: El taller debe delimitar un área de trabajo para este equipo e implementar una bitácora de mantenimiento y uso, donde registre el código de las piezas que ingresa, fecha, nombre del responsable, temperatura del horno y carga total de las piezas. Además, se deben considerar las instrucciones del manual de usuario del horno para no rebasar el tiempo de permanencia de las piezas dentro de él y el personal de operación del equipo debe usar el EPP necesario.



Buena práctica 12. Ahorro energético

Los equipos con los que cuentan los talleres, el mantenimiento adecuado de los mismos, el diseño de las instalaciones, la iluminación, así como la cultura de ahorro de energía del personal, son factores que influyen y que deben ser considerados por las empresas para poder equilibrar el consumo de luz. Estos factores pueden incrementar los costos de operación además de causar efectos adversos en la salud de los trabajadores.

Medida: La empresa debe buscar iluminar naturalmente sus instalaciones, en caso de que esto no sea posible, puede instalar sensores de luminarias de ahorro energético, sobre todo en áreas como bodegas, almacenes o zonas de hornos. Otra opción es implementar luminaria de tecnología de bajo consumo como el LED e ir registrando en una bitácora el consumo energético total.

Es necesario considerar las características del área donde se instalarán las luminarias, ya que podría requerir luminaria especial para zonas con algún riesgo de explosión o elevadas temperaturas. Se recomienda revisar la Norma Oficial Mexicana NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones.⁴²

42. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5227363&fecha=29/12/2011#gsc.tab=0



Buena práctica 13.

Cumplimiento de autorizaciones y reportes en materia ambiental

Es responsabilidad de cada empresa o taller que se dedique al mantenimiento, reparación, fabricación, o refinado del aceite, cumplir con las normativas ambientales tanto nacionales como internacionales para dar un manejo correcto de los residuos peligrosos que se generan durante las actividades que desempeña.

Medida: Cualquier persona física o moral interesada en establecer un taller debe conocer la normatividad ambiental y elaborar los procedimientos para operar adecuadamente. A continuación, se listan las principales regulaciones que deben conocer:

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.⁴³
- Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes (COPs).
- NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-Ecol-1993. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- NOM-133-SEMARNAT-2015 Bifenilos Policlorados (BPCs)- Especificaciones de manejo.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS)

- NOM-005-STPS-1998 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- NOM-011-STPS-2001 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- NOM-001-STPS-2008 Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad.
- NOM-002-STPS-2010 Condiciones de seguridad- Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

43. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>

- NOM-010-STPS-2014 Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral- reconocimiento, evaluación y control.
- NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal- Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- NOM-018-STPS-2015 Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-019-STPS-2011 Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.
- NOM-025-STPS-2018 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- NOM-027-STPS-2008 Actividades de soldadura y corte-condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-029-STPS-2011 Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condición de seguridad.
- NOM-030-STPS-2009 Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo- funciones y actividades.

Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT)

- NOM-004-SCT/2008 Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- NOM-005-SCT/2008 Información de emergencia para el transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- NOM-010-SCT2/2009 Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- NOM-003-SEGOB-2011 Señales y avisos para protección civil: colores, formas y símbolos a utilizar.

Trámites:

- SEMARNAT-07-017 Registro como generador de residuos peligrosos.
- SEMARNAT-07-022-A Prórroga de la vigencia de tu autorización de residuos peligrosos Modalidad A -Prórroga a autorización de manejo de residuos peligrosos.
- SEMARNAT-07-033-D Solicitud de autorización para el manejo de residuos peligrosos Modalidad D: tratamiento.
- SEMARNAT-07-033-F Solicitud de autorización para el manejo de residuos peligrosos. Modalidad F: incineración.
- SEMARNAT-07-033-I Autorización para el manejo de residuos peligrosos, Modalidad I: transporte.
- SEMARNAT 05 003 Licencia de funcionamiento.

Entrega de documentos y reportes como:

- Cédula de operación anual (COA).
- Registro de fuentes fijas.
- Plan de manejo de residuos peligrosos.
- Bitácora de manejo de residuos peligrosos.
- Certificados de destrucción de BPCs.



Buena práctica 14. Optimización del área de pintura electrostática

Los transformadores son equipos con una vida útil de aproximadamente 50 años, pero su pintura original no durará este tiempo; pintar un transformador nuevo resulta importante para prolongar la vida útil del equipo. El proceso de recubrimiento de la pintura electrostática utiliza las propiedades físicas de la electricidad para mejorar los recubrimientos de los transformadores cuando las empresas lo están fabricando.

El área de pintura representa un riesgo a la salud humana, ya que la pintura electrostática se presenta en polvo. El uso de este producto sin un control adecuado genera partículas cargadas que ingresan al organismo por vía respiratoria cuando el personal no cuenta con el equipo de protección necesario. Adicionalmente, en esta actividad se pueden liberar resinas conformadas por compuestos orgánicos volátiles como alcoholes o fenoles -los cuales se volatilizan fácilmente- y estos por ser precursores de ozono generaran un impacto al ambiente.

Para proteger la salud humana y el ambiente, se proponen las siguientes medidas:

1. Equipo de protección personal

- Mascarillas contra vapores: Este equipo impide el paso de los vapores generados en el proceso hacia las vías respiratorias del trabajador con ayuda de cartuchos de carbón activado. Debe utilizarse en áreas con uso de sustancias químicas con baja presión de vapor, por ejemplo: el área de pintura, donde se entra en contacto con vapores ácidos y corrosivos.
- Mascarillas contra polvos: impide la entrada de partículas sólidas al sistema respiratorio. El uso de este tipo de mascarillas retiene las partículas menores a 5 micrómetros. Es recomendable su uso en las actividades de rectificado, donde se desprenden partes oxidadas del equipo y en la zona de pintura electrostática
- Lentes o goggles de seguridad: Equipo fabricado a base de policarbonato para resistir disolventes, debe ser además resistente a impactos. Esto con el fin de

proteger la visión de los operadores especialmente de partículas, vapores y gases generados en el proceso.

- Guantes de vinilo: este tipo de protección para las manos debe utilizarse en áreas donde la manipulación de máquinas y herramientas sea constante, ya que resisten más que los guantes de nitrilo. Además, cuentan con una superficie antiderrapante.
- Guantes de nitrilo: están hechos de polímeros resistentes ante sustancias químicas, tales como disolventes y lubricantes. Son indispensables para el manejo de materiales y sustancias peligrosas.
- Traje tyvek: Este traje, además de proteger la ropa del trabajador, cubre la mayor parte del cuerpo, evitando su exposición a la pintura y disolventes, que pueden causar irritación en la piel.

2. Tratamiento de la lámina previo a la aplicación de la pintura.

Esta etapa consta de 3 pasos:

1. Limpieza de la superficie. Debido a que la superficie se ha expuesto al contacto con diversos materiales como grasas, vapores y gases. Esta debe ser limpiada con un disolvente para eliminar todos los remanentes que eviten una buena fijación de la pintura.
2. Lijado. Es probable que, debido a la corrosión, la superficie cuente con relieves que deben ser removidos hasta dejar uniforme el área de pintado.
3. Aplicación de abrasivos. Estos materiales terminarán de pulir la superficie. Todas las actividades deben llevarse a cabo en lugares ventilados con controles de partículas y aplicando técnicas de limpieza constante que eviten la mayor parte de liberación de partículas y vapores al ambiente.

3. Distancia óptima entre la pieza a pintar y la boquilla de la pistola de aplicación: la distancia óptima para aplicar la pintura, protegiendo la salud del operador e impregnando la mayor superficie posible es de 20 cm.

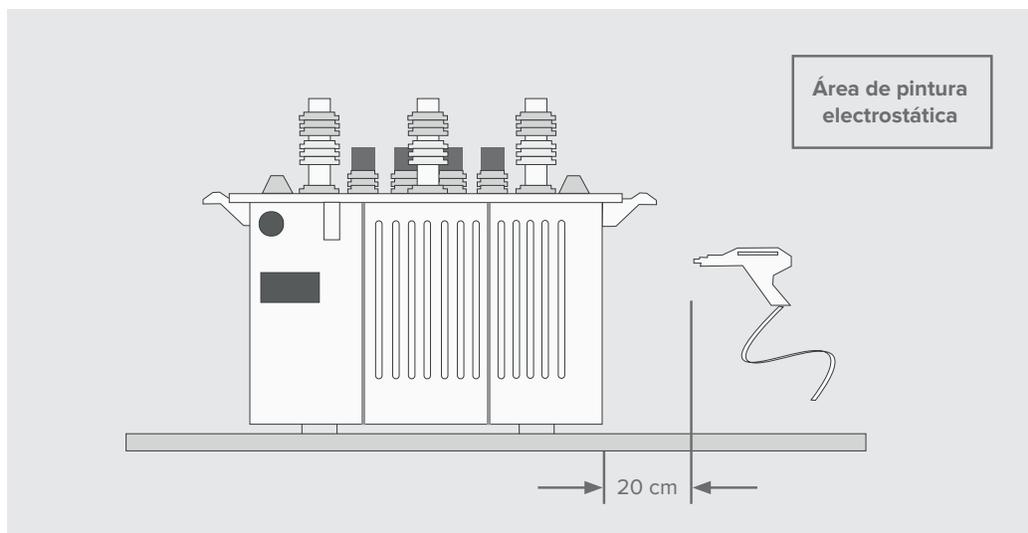


Figura 4. Distancia mínima de aplicación de pintura al transformador

4. Supervisión del área de pintura:

- Designar un responsable para el área de pintura
- Realizar un programa de mantenimiento de los equipos y accesorios utilizados.
- Realizar inspecciones del área diariamente.
- Localizar rutas de fugas y derrames de materiales.
- Estandarizar la técnica de pintado para reducir remanentes de materiales.
- Asegurar que todos los recipientes queden completamente cerrados, almacenados e identificados de manera adecuada.
- Supervisar que el personal porte de manera correcta el EPP.

5. Cabina de pintado

Se recomienda implementar una cabina de pintado, así se evita la dispersión al ambiente de partículas sólidas y algunos vapores. La cabina debe cumplir como mínimo con las siguientes características:

- Instalar un polipasto para el transporte de los equipos hacia la cabina y fuera de ella.
- El tamaño de la cabina debe considerar el espacio suficiente para que pueda maniobrar la entrada y salida de transformadores con equipos como montacargas o polipastos.
- Instalar un monorraíl aéreo para deslizar las piezas hacia adentro y afuera de la caseta.
- La cabina debe tener cerraduras herméticas para controlar las emisiones que deriven de ella tanto en operación como fuera de operación.
- La cabina deberá contar con un recuperador con filtros de papel o bolsas filtrantes para absorber las nieblas de pintura, aspirar y rechazar los vapores de pintura. Instalar un ventilador-extractor que aspire los vapores a través del filtro y los retire de la cabina.

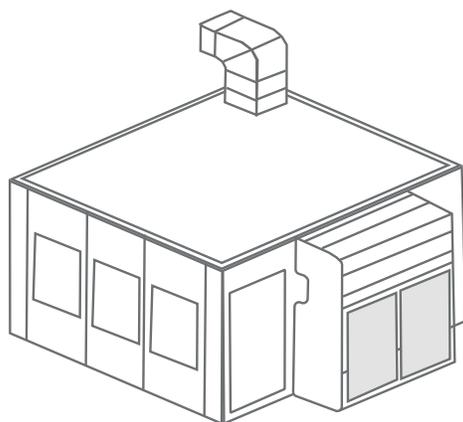


Figura 5. Representación de cabina de pintado



Buena práctica 15.

Optimizar la organización de la producción del taller

Diseñar indicadores de desempeño para medir la calidad de los procesos y servicios es fundamental para garantizar la eficiencia y efectividad de un taller de mantenimiento de equipos eléctricos.

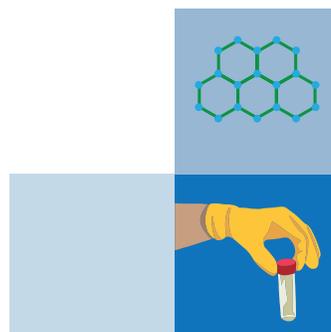
A continuación se mencionan algunos lineamientos que pueden ayudar en esta buena práctica:

1. Definir objetivos: se deben establecer claramente los objetivos que desean alcanzar con los indicadores ¿Qué aspectos de la calidad desean medir?
2. Identificar procesos clave: se deben identificar los servicios más críticos para el taller. Estos serán el foco principal de los indicadores.
3. Seleccionar los indicadores: se recomienda escoger indicadores que sean relevantes, fáciles de medir a un mínimo costo y que además reflejen el desempeño real. Estos pueden ser:
 - Cuantitativos: números y estadísticas (por ejemplo; tiempo de respuesta, cantidad de errores por equipo).
 - Cualitativos: opiniones y percepciones (por ejemplo; encuestas de satisfacción del cliente).
4. Establecer líneas base: se debe definir el valor o valores iniciales para tener un punto de comparación y evaluar el progreso.
5. Recopilar datos: es recomendable establecer métodos y herramientas para recoger los datos necesarios de manera consistente.
6. Analizar y reportar: definir cómo se analizarán los datos y cómo se reportarán los resultados, asegurando que la información sea comprensible y útil para la toma de decisiones.
7. Revisión continua: es relevante que se implemente un proceso de revisión periódica para ajustar los indicadores según sea necesario y responder a cambios en el entorno o en los objetivos del taller.
8. Involucrar al personal: asegurar que el personal esté capacitado y comprometido con el uso de los indicadores, fomentando una cultura de mejora continua.
9. Evaluación comparativa (benchmarking): es de utilidad comparar los indicadores elegidos, con los estándares de la industria o con competidores para evaluar el desempeño relativo.

A continuación, se proponen algunos indicadores adecuados para talleres de mantenimiento de transformadores:

Indicador	¿Qué mide?
Tiempo de respuesta	Tiempo promedio desde la recepción de la orden de trabajo hasta el inicio del mantenimiento.
Tiempo de mantenimiento	Tiempo promedio requerido para completar el mantenimiento de los transformadores.
Tasa de cumplimiento de plazos	Porcentaje de órdenes de trabajo completadas dentro del plazo establecido.
Tasa de repetición de fallas	Porcentaje de transformadores que presentan fallas recurrentes después del mantenimiento.
Costos de mantenimiento	Costo promedio por mantenimiento de transformador, incluyendo materiales y mano de obra.
Satisfacción del cliente	Resultados de encuestas de satisfacción realizadas a clientes después del servicio
Tasa de Disponibilidad de Equipos	Porcentaje de tiempo que los transformadores están operativos en comparación con el tiempo total.
Eficiencia del Personal	Cantidad de órdenes de trabajo completadas por técnico en un período determinado.
Número de Incidentes de Seguridad	Total de incidentes de seguridad registrados en el taller durante un periodo específico.
Calidad de la Documentación	Porcentaje de informes de mantenimiento que cumplen con los estándares de calidad establecidos.
Tasa de Desperdicio de Materiales	Porcentaje de materiales utilizados que no se aprovechan adecuadamente durante el mantenimiento.
Tasa de Capacitación del Personal	Porcentaje de técnicos que han recibido capacitación adicional en nuevas tecnologías o procedimientos.

Estos indicadores permitirán tener una visión clara del desempeño del taller de mantenimiento y facilitarán la toma de decisiones para mejorar la eficiencia y la calidad del servicio.





Buena práctica 16.

Contar con todos los permisos y registros requeridos por la autoridad ambiental para la operación de la empresa en materia de residuos peligrosos.

Toda empresa o taller que realice las actividades mencionadas en la presente guía está obligada a dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente, con el fin de que la población tenga un medio ambiente sano. Así lo establece el artículo 4° constitucional en 1999 “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar”.

1. Registro de generadores de residuos peligrosos

- La empresa deberá registrarse como generador de residuos peligrosos de acuerdo con lo que genera anualmente. Las categorías de dicho trámite son; microgenerador, pequeño generador y gran generador.
- Llenar (original y copia) del formato con Homoclave FF-SEMARNAT-090: Registro de generadores de residuos peligrosos SEMARNAT-07-017.⁴⁴
- El formato FF-SEMARNAT-090 tiene tres secciones las cuales se deberán diligenciar conforme a lo que solicita cada sección: I. Datos generales, II. Datos para recibir notificaciones, III. Datos de información del trámite.

2. Modificación del registro de generadores de residuos peligrosos

Los talleres que estén dados de alta, autocategorizados y que deseen cambiar su registro porque superaron las toneladas de la categoría de la cual tenían registro, deben presentar el trámite ante la SEMARNAT para modificar su registro como generador de residuos peligrosos en cualquier categoría (micro generador, pequeño y gran generador). Para este trámite se debe:

Diligenciar el formato disponible en la página⁴⁵. Con este formato se puede modificar el registro o la autorización de cualquier actividad de manejo (acopio, transporte, ampliar la capacidad de manejo, adición de incineradores, ampliar la gama de residuos tratados, ampliación o reducción de equipos o procesos) y de importación o exportación de residuos peligrosos. Los requisitos adicionales que deben anexarse a este formato son:

- Si hay un cambio de razón social o transferencia de autorizaciones, debe adjuntar la constancia del RFC del nuevo titular del registro o autorización a efecto de actualizar el Número de Registro Ambiental (NRA).

44. <https://www.gob.mx/tramites/ficha/registro-de-generadores-de-residuos-peligrosos/SEMARNAT1738>

45. <https://www.gob.mx/tramites/ficha/modificacion-a-los-registros-y-autorizaciones-en-materia-de-residuos-peligrosos/SEMARNAT42>.

- Con relación al giro de su empresa solo se tratará el tema de modificación como generador de residuos peligrosos.
- El formato FF-SEMARNAT-093, se deberá llenar conforme a lo que solicita la página; debe contener la descripción breve de las causas que motivan la modificación y la nueva categoría que solicita (en caso de que aplique).

Para entregar los formatos y documentos requeridos, deberá presentarse en el Espacio de Contacto Ciudadano (ECC) aplicable de acuerdo con la ubicación de su empresa.

En el caso del ECC de la Dirección General Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) ubicado en Miguel Hidalgo, Ciudad de México, sólo se podrán presentar empresas ubicadas en la CDMX y en algunos municipios del Estado de México (EDOMEX), como son: Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán Izcalli, Coacalco, Cuautitlán, Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacán, Ecatepec, Huixquilucan, Ixtapaluca, La Paz, Nicolás Romero, Naucalpan, Nezahualcóyotl, Tecámac, Tlalnepantla, Tultitlán y Valle de Chalco. Los demás municipios del EDOMEX deberán presentarse en el ECC ubicado en Toluca, Estado de México.

Para dejar los documentos y poder realizar el trámite correspondiente es necesario hacer cita⁴⁶ y la persona solicitante deberá acudir a la cita presencial.⁴⁷

46. <https://citas.semarnat.gob.mx/cita>

47. En caso de no ser el representante legal, deberá llevar una carta poder firmada ante dos testigos acompañada de copias simples de las identificaciones oficiales vigentes.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
Montes Urales 440, Lomas de Chapultepec
Alcaldía Miguel Hidalgo. C.P.11000
Ciudad de México

www.undp.org/es/mexico



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

