



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN TALLERES
MECÁNICOS AUTOMOTRICES**

Edgar Roberto Pérez Osorio

Asesorado por el ing. Calos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, junio de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN TALLERES
MECÁNICOS AUTOMOTRICES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

EDGAR ROBERTO PÉREZ OSORIO

ASESORADO EL POR ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JUNIO DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortíz
EXAMINADOR	Ing. Mynor Roderico Figueroa Fuentes
EXAMINADOR	Ing. Herbert Samuel Figueroa Avendaño
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN TALLERES
MECÁNICOS AUTOMOTRICES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 10 de agosto de 2023.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Edgar Roberto Pérez Osorio', with a stylized, cursive script.

Edgar Roberto Pérez Osorio

Guatemala, 13 de octubre de 2023

Ingeniero
Gilberto Enrique Morales Baiza
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Morales:

Por este medio hago constar que he revisado el trabajo de graduación del estudiante **EDGAR ROBERTO PÉREZ OSORIO**, con registro académico **201903914** y CUI **3064015680401**, titulado: **“PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN TALLERES MECÁNICOS AUTOMOTRICES”**.

En base a lo anterior, lo someto a su consideración a efecto de continuar con el trámite respectivo para su graduación.

Sin otro particular,

atentamente,



Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado 3071
ASESOR



Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.EIM.064.2023

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN TALLERES MECÁNICOS AUTOMOTRICES** desarrollado por el estudiante: **Edgar Roberto Pérez Osorio** con registro académico **201903914** y CUI **3064015680401** recomienda su aprobación.

"Id y enseñad a todos"



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador Área Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, octubre de 2023



SIST.LNG.DIRECTOR.1.EIM.2024

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área, al trabajo de graduación titulado: **PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN TALLERES MECÁNICOS AUTOMOTRICES**, presentado por: **Edgar Roberto Pérez Osorio**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Una firma manuscrita en tinta azul y un sello circular de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ingeniero Gilberto Enrique Morales Baiza
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, febrero de 2024



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.358.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN TALLERES MECÁNICOS AUTOMOTRICES**, presentado por: **Edgar Roberto Pérez Osorio** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, julio de 2024

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2024 Correlativo: 358 CUI: 3064015680401

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser el guía e influencia durante mi carrera.
Mi padre	Carlos Roberto Pérez López, por darme su apoyo incondicional durante todos estos años, sus consejos, paciencia, enseñanzas y mensajes de alientos.
Mi madre	Ana Mercedes Osorio Santizo de Pérez, quien ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles y por ser esa razón el más grande aliento para el cumplimiento de mis objetivos.
Mis hermanos	Ana María, Karla Elizabeth y Daniel Estuardo Pérez Osorio, por el apoyo incondicional brindado en estos años de estudio.
Mi abuelita	Magdalena Santizo, por sus sabios consejos.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de realizarme profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Por entregarme las herramientas para ser un profesional de éxito.
Mis amigos de la Facultad	Por estar conmigo en todas las situaciones vividas dentro de mi periodo de estudiante.
A mi asesor	Por haberme guiado en este proyecto, con base en sus conocimientos, experiencia y sabiduría ha sabido direccionar mis conocimientos para la realización de mi trabajo de graduación.
Mis catedráticos	Por compartir el valioso conocimiento que requiere uno para ser un profesional de éxito.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GESTIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS	1
1.1. Clasificación de residuos	2
1.1.1. Derivados del petróleo	2
1.1.2. Líquidos de freno	3
1.1.3. Refrigerantes de motores	5
1.1.4. Ácidos de batería	7
1.1.5. Lavado de carrocería, chasis y motor	8
1.2. Clasificación de desechos sólidos	10
1.2.1. Desechos urbanos comunes	10
1.2.2. Chatarra.....	11
1.2.3. Neumáticos.....	12
1.2.4. Baterías	13
1.3. Tratamiento para el desecho de residuos.....	14
1.4. Tratamiento para el desecho de objetos sólidos	15

2.	PROCEDIMIENTOS APROPIADOS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS.....	19
2.1.	Separación y almacenamiento de los diferentes tipos de residuos.....	19
2.2.	Implementación de un plan de gestión de residuos sólidos	21
2.3.	Identificación y contratación a proveedores de servicios especializados.....	23
2.4.	Implementación de prácticas de reducción y reutilización de residuos.....	25
2.5.	Gestión integral de residuos y desechos sólidos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.....	30
2.5.1.	<i>Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes</i>	<i>32</i>
2.5.2.	Dirección para el manejo de residuos y desechos sólidos	34
3.	PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS PARA TALLERES MECÁNICOS	37
3.1.	Identificación de residuos y desechos sólidos.....	40
3.2.	Separación de residuos y desechos sólidos	45
3.3.	Almacenamiento temporal.....	50
3.4.	Capacitación al personal del taller mecánico	54
3.5.	Reducción de residuos generados	58
3.6.	Reciclaje.....	62
3.7.	Tratamiento y disposición general.....	64
4.	PRUEBA DE PROGRAMA PILOTO EN EL TALLER MECÁNICO AUTOMOTRIZ AUTO SERVICIOS LOS DOS	67
4.1.	Caracterización del taller mecánico Auto Servicios Los Dos....	68

4.2.	Implementación del programa piloto en Auto Servicios Los Dos	86
4.3.	Resultados del programa piloto en Auto Servicios Los Dos	89
CONCLUSIONES		97
RECOMENDACIONES		99
REFERENCIAS		101
APÉNDICES		107
ANEXOS		121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Líquido de frenos para automóviles y camiones.....	4
Figura 2.	Refrigerantes para radiador de automóviles	6
Figura 3.	Batería de ácido plomo	8
Figura 4.	Neumáticos usados	12
Figura 5.	Código de colores de contenedores	20
Figura 6.	Depósito para el servicio de cambio de aceite y filtro	28
Figura 7.	Contaminación del río Motagua por falta de gestión de residuos y desechos	31
Figura 8.	Plazos en el cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 164-2021...	34
Figura 9.	Diagrama de puntos de generación de residuos en un taller mecánico	39
Figura 10.	Lista de códigos LER.....	42
Figura 11.	Esquema para clasificar residuos	43
Figura 12.	Rombo de seguridad de la norma NPFA 704	45
Figura 13.	Contenedores con cierre hermético para el almacenamiento de residuos	48
Figura 14.	Recipientes para el almacenamiento de desechos sólidos.....	49
Figura 15.	Señalización de equipo de protección personal.....	52
Figura 16.	Trituradora industrial de planta de reciclaje de filtros de aceite ...	64
Figura 17.	Organigrama del taller mecánico Auto Servicios Los Dos	69
Figura 18.	Contenedores de aceite con presencia de derrame	70
Figura 19.	Almacenamiento inadecuado de desechos de motores de combustión interna	71

Figura 20.	Mal almacenamiento de baterías usadas	71
Figura 21.	Gestión actual del manejo de residuos y desechos sólidos	73
Figura 22.	Clasificación actual de residuos y desechos como no peligrosos y peligrosos	74
Figura 23.	Residuos y desechos que se generan con mayor frecuencia	75
Figura 24.	Personal técnico con conocimiento de cómo manipular desechos	76
Figura 25.	Almacenamiento de residuos y desechos en el taller Auto Servicios Los Dos.....	77
Figura 26.	Inspecciones semanales al área de almacenamiento	78
Figura 27.	Etiquetado correcto de residuos peligrosos y no peligrosos.....	79
Figura 28.	Señalización de equipos de protección personal	79
Figura 29.	Disposición actual para el desecho de residuos y desechos sólidos	80
Figura 30.	Reutilización de piezas o componentes de motores en el taller ...	81
Figura 31.	Conocimiento de las regulaciones y normas sobre manejo de residuos.....	81
Figura 32.	Inspecciones al taller relacionadas con el manejo de residuos	82
Figura 33.	Capacitación al personal sobre correcta gestión de residuos y desechos	82
Figura 34.	Capacitación al personal sobre primeros auxilios para riesgos y peligros	83
Figura 35.	Información sobre prácticas de manejo de residuos a clientes y comunidad	84
Figura 36.	Compromiso del personal con gestión de residuos y desechos...	84
Figura 37.	Planes para mejoras a prácticas de manejo de residuos y desechos	85
Figura 38.	Implementación de programa para contenedores para el almacenamiento	86

Figura 39.	Aplicación de programa para el almacenamiento de baterías y combustible.....	87
Figura 40.	Implementación de programa para residuos no peligrosos	88
Figura 41.	Eficacia en manejo de residuos y desechos sólidos del programa	89
Figura 42.	Mayor concientización del personal acerca de la gestión de residuos	90
Figura 43.	Comunicación y colaboración del personal en relación con residuos	90
Figura 44.	Cumplimiento del personal con políticas y procedimientos piloto	91
Figura 45.	Mejora en la clasificación y separación de residuos en el taller...	92
Figura 46.	Ahorro de costos relacionados con la gestión de residuos	93
Figura 47.	Eficiencia de las prácticas de manejo de residuos	93
Figura 48.	Impacto positivo del programa con el medio ambiente	94
Figura 49.	Sostenibilidad de prácticas de manejo de residuos	95
Figura 50.	Impacto positivo en la percepción de la comunidad sobre el taller mecánico.	95

TABLAS

Tabla 1.	Descripción de etapas del programa de manejo de residuos y desechos.....	38
Tabla 2.	Residuos y desechos sólidos identificados como no peligrosos en talleres	40
Tabla 3.	Residuos y desechos sólidos identificados como peligrosos en talleres	41
Tabla 4.	Códigos de peligrosidad de los residuos	43

Tabla 5.	Clasificación de desechos sólidos de motores de combustión interna	46
Tabla 6.	Manejo adecuado de derrames	55
Tabla 7.	Plan de equipo de protección personal	56
Tabla 8.	Primeros auxilios en caso de una emergencia	57
Tabla 9.	Ejemplo de metas a implementar para la reducción de residuos generados	60
Tabla 10.	Reducción en el origen de residuos y desechos sólidos	61
Tabla 11.	Mejores maneras de tratar un desecho	65
Tabla 12.	Disposición final de desechos sólidos	66

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
L	Abreviatura de unidad de volumen: litro
C	Corrosividad
E	Explosividad
°C	Grados centígrados
I	Inflamabilidad
pH	Potencial de hidrógeno
R	Reactividad
As	Símbolo del arsénico
Cu	Símbolo del cobre
Hg	Símbolo del mercurio
Ni	Símbolo del níquel
Pb	Símbolo del plomo
Th	Toxicidad aguda
Te	Toxicidad ambiental
Tt	Toxicidad crónica

GLOSARIO

Ácido sulfúrico	Compuesto químico extremadamente corrosivo.
Aditivos	Productos químicos que se agregan al combustible para mejorar el rendimiento del motor y sus partes.
Bagaje	Expresión forense utilizada para significar que una medida judicial ha sido decretada con la advertencia o prevención de una consecuencia.
Balatas	También llamadas pastillas de freno, encargadas de generar fricción con el disco de frenado de los neumáticos.
Benceno	Líquido incoloro de olor dulce sumamente inflamable.
Biodegradabilidad	Proceso natural en que un material por acción biológica cambia y a nivel químico las moléculas que lo conforman se convierten en formas estables y simples.
Bujías	Componente esencial para dar marcha y mantener encendido el motor de combustión.
Carcinógenas	Sustancia, organismo o agente capaz de causar cáncer.

COV	Compuestos orgánicos volátiles.
Diluyentes	Líquido que aporta más volumen al medio volviéndose más denso.
Ebullición	Proceso físico en el que un líquido pasa a estado gaseoso.
Electrolito	Sustancia que se descompone en iones, partículas cargadas de electricidad, cuando son disueltas en agua o los líquidos del cuerpo.
Electroquímica	Rama de la química donde se estudia la transformación entre la energía eléctrica y la energía química.
Etilenglicol	Sustancia líquida sintética que absorbe agua.
Hidrocarburos	Compuesto químico formado por carbono e hidrógeno.
Incineración	Combustión completa de la materia orgánica hasta su conversión en cenizas.
LER	Lista Europea de Residuos.
NFPA	National Fire Protection Association.

Petroquímico

Líquido o gas que se obtiene del procesamiento del gas natural o de la refinación del petróleo.

SGA

Sistema globalmente armonizado.

Wipe

Paños de limpieza gruesos súper resistentes para todo tipo de trabajos.

RESUMEN

En una sociedad cada vez más consciente de preservar el medio ambiente, la gestión integral de residuos y desechos sólidos se ha convertido en un tema ineludible. Este trabajo se enfoca en la industria automotriz, específicamente en los talleres automotrices, en donde el mantenimiento y reparación de motores de combustión interna generan una gran variedad de residuos y desechos sólidos potencialmente dañinos al medio ambiente y a la salud. El objetivo es establecer un programa que no solo busque ofrecer soluciones de prácticas para la gestión de residuos, sino que también aspira a realizar un cambio cultural en la industria automotriz.

El trabajo se desarrolla a través de una metodología estructurada que abarca la clasificación de residuos y desechos sólidos, hasta la correcta identificación de los procedimientos adecuados, proponiendo un programa que conlleve etapas de clasificación eficiente, almacenamiento temporal, capacitación a personal y prácticas de reducción y reciclaje. Además, se analiza la legislación relevante incorporada en el programa para garantizar el cumplimiento del reglamentario.

Una parte esencial del trabajo implica la implementación del programa piloto en un taller mecánico automotriz. Este paso permite la evaluación del impacto real del programa propuesto en términos de eficiencia operativa, costos, cumplimiento normativo y sostenibilidad ambiental. Los resultados obtenidos en esta sección proporcionan una comprensión clara de la efectividad del programa piloto.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un programa de manejo de residuos y desechos sólidos de motores de combustión interna en talleres mecánicos automotrices.

Específicos

1. Describir la forma de gestión de residuos y desechos sólidos de los motores de combustión interna en talleres mecánicos.
2. Recolectar información para los procedimientos apropiados en el manejo de residuos y desechos sólidos en talleres automotrices y legislación nacional inherente.
3. Desarrollar el programa de manejo de residuos y desechos sólidos de motores de combustión interna en talleres mecánicos.
4. Probar cómo el programa piloto sí tiene incidencia en el desenvolvimiento en el taller mecánico automotriz Auto Servicios Los Dos.

INTRODUCCIÓN

En los talleres mecánicos automotrices se genera una gran cantidad de residuos y desechos sólidos, como aceites usados, filtros de aceite, baterías, neumáticos, metales, plásticos y productos químicos, entre otros. Estos residuos y desechos pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente y la salud humana si no se manejan de una forma adecuada.

Es importante que los talleres mecánicos implementen un sistema adecuado de manejo de residuos y desechos sólidos para minimizar el impacto ambiental y cumplir con las regulaciones locales y estatales. El manejo adecuado de estos residuos también puede ayudar a reducir costos y mejorar la imagen de la empresa. Una gestión adecuada de residuos y desechos sólidos no es solo cuestión del cumplimiento normativo, sino que, de igual manera, contribuye a la reducción de riesgos para la salud de los trabajadores, minimiza la contaminación ambiental y promueve prácticas sostenibles de manejo de residuos para la responsabilidad social corporativa de los talleres mecánicos.

Al implementar estas medidas, los talleres mecánicos pueden contribuir a un manejo más responsable de los residuos y desechos sólidos generados por su actividad, proteger el medio ambiente y cumplir con las regulaciones aplicables. A lo largo de las siguientes secciones, se detallará el proceso de investigación, desarrollo y prueba del programa de manejo de residuos y desechos sólidos, con el objetivo de contribuir a un futuro más limpio y responsable en la industria automotriz.

1. GESTIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS

La generación de residuos y desechos sólidos se encuentra enlazada al desarrollo de la sociedad y es uno de los principales problemas ambientales a los que el mundo se debe enfrentar. Las evidencias medioambientales son un golpe de realidad, ya que cada vez se generan más residuos en el mundo. Es importante señalar que todos los recursos disponibles en el mercado de la mecánica automotriz e industrial se convierten en residuos y desechos sólidos en algún momento, y que toda actividad que se realice en estas áreas generará de alguna forma residuos que puedan afectar al medio ambiente.

Algunos impactos ambientales son fácilmente identificables a causa de la generación de estos desechos sólidos debido a:

- Ocupación de terrenos
- Impacto visual
- Malos olores
- Contaminación de aguas superficiales
- Contaminación atmosférica
- Emisión de vapores contaminantes
- Fuga o emisiones de gas refrigerante
- Vertimientos de sustancias químicas
- Derrames de sustancias químicas

1.1. Clasificación de residuos

En primer lugar, se debe abordar el concepto de residuo.

Indican Ferrando y Granero (2007): “El concepto de residuo provenía de un tipo de sociedad denominada por hábitos de usar y tirar, donde se producían gran cantidad de materias que se desechaban, ya que su valor era mínimo, provocando importantes impactos ambientales” (p. 29).

Pero, algo que pierde su utilidad para el primer usuario, no precisamente tiene que considerarse como un residuo, ya que puede convertirse en materia prima para un segundo usuario, pasando a ser un subproducto derivado del primero. Por lo tanto, se puede indicar que el concepto residuo está directamente relacionado con el avance a la tecnología, que permite aprovechar la materia prima y ser utilizada en ciertos materiales de una forma no posible anteriormente.

Es por eso por lo que, a continuación, se presenta una clasificación de residuos y desechos sólidos derivados de los motores de combustión interna.

1.1.1. Derivados del petróleo

El petróleo es una de las fuentes de energía más importantes en el mundo, esto es debido a que presenta una alta densidad energética y una amplia variedad de usos. Es un líquido oscuro y viscoso, que se encuentra debajo de la superficie del suelo.

Además, se pueden describir algunos de los usos más comunes del petróleo:

- Combustibles: la gasolina y el diésel son algunos de los combustibles derivados del petróleo que se utilizan en los motores de combustión interna, ya sean vehículos, aviones o barcos.
- Productos petroquímicos: se utilizan para la producción de una gran cantidad de plásticos, fibras sintéticas, caucho sintético, pinturas, detergentes y disolventes.
- Lubricantes: usados para la fabricación de aceite para motores, maquinaria industrial, compresores y en otros equipos mecánicos.

Las consecuencias de la contaminación petrolera para el medio ambiente aún están en curso de estudio y de investigación. Los efectos en la flora y la fauna son los más perjudiciales, pues la mayoría de estos efectos son irreversibles.

1.1.2. Líquidos de freno

Dentro de un sistema de frenos, el líquido es de gran importancia, ya que cuando el conductor pisa el pedal el líquido de frenos transmite la presión ejercida sobre él a través del sistema hasta el sistema de frenos de las ruedas, debido a la fricción que se genera entre la parte fija del carro y un disco o tambor que gira con la rueda, con lo que se puede detener el vehículo.

Es un líquido contaminante a base de aceite (una sustancia química orgánica como en el aceite de motor o el aceite hidráulico), una mezcla de

hidrocarburos en alto punto de ebullición conocidos como destilados pesados del petróleo y que pueden contener una serie de metales tóxicos.

El líquido de frenos está clasificado oficialmente como residuo muy peligroso. Por lo tanto, existen dos formas legales de tratarlo, mediante procesos de reciclaje o supresión directa mediante los métodos especiales necesarios.

Figura 1.

Líquido de frenos para automóviles y camiones



Nota. Diferentes presentaciones de depósitos de líquido de frenos para automóviles. Obtenido de W. Brake (2019). *Datos acerca del líquido de frenos del vehículo.* (<https://www.wagnerbrake.com/es/parts-matter/automotive-repair-and-maintenance/facts-about-vehicle-brake-fluid.html>), consultado el 04 de mayo de 2023. De dominio público.

Si se drena líquido de frenos en el entorno natural y no se recicla, se pueden presentar consecuencias catastróficas para la naturaleza, dado que sus componentes pueden infiltrarse por el suelo e incluso puede llegar a

zonas donde discurra el agua, lo daños al entorno ambiente serían de extrema gravedad.

Contiene componentes altamente nocivos para la salud del ser humano, la necesidad de protegerse de sus componentes y la de poder utilizarlo para otros fines. Los líquidos de frenos se pueden destilar después de que se hayan analizado los niveles de calidad que presenten este líquido, se pueden aportar valores útiles, por medio de un tratamiento que permite aprovechar los residuos mediante reciclaje industrial. De tal manera se podrá conseguir la materia prima que pueda permitir la creación de un nuevo líquido de freno, para que pueda ser utilizado nuevamente en otro vehículo. Existen otras maneras de reciclar el líquido de frenos, convertirlo en refrigerante o en disolvente para pintura.

“El líquido de frenos debe guardarse en un recipiente separado, bien marcado y cerrado” (Departamento de Ecología, 2005, p. 11).

1.1.3. Refrigerantes de motores

“Es un fluido formado con agentes inhibidores de corrosión y anticongelantes, que le suministran al sistema de refrigeración una extraordinaria protección, aumentando la vida útil, disminuyendo su mantenimiento, proporcionando al motor una transferencia de calor estable y uniforme” (Lara, 2013, p. 5).

Figura 2.

Refrigerantes para radiador de automóviles



Nota. Aplicación de refrigerante a radiador de un automóvil. Obtenido de J. Mateos (2022). *Anticongelante: de qué tipos y cuál debes utilizar en tu coche.* (<https://www.autofacil.es/tecnica/anticongelante-de-que-tipos-existen/179242.html>), consultado el 09 de mayo de 2023. De dominio público.

El agua fue el líquido más común usado como refrigerante para motores de combustión interna a principios de la fabricación de automóviles, ya que el agua tiene la propiedad de una buena transmisión de calor y su costo relativamente bajo lo hacía un buen agente refrigerante. Lastimosamente, su punto de congelación y ebullición limitaban su uso, además de tener una acción corrosiva muy alta para los metales.

Los líquidos refrigerantes están formulados de un compuesto de etilenglicol, cuya función es disipar el calor del motor para evitar sobrecalentamientos. En algunos refrigerantes se incluyen aditivos, anticorrosivos, diluyentes, entre otros, que permiten soportar temperaturas muy bajas, evitando que las piezas no se congelen durante el invierno,

actuando también como un lubricante debido a las propiedades anticorrosivas que limpian y protegen de la oxidación al circuito de refrigeración.

1.1.4. Ácidos de batería

La contaminación de ácidos de batería es un problema importante en la industria de la energía y la investigación ambiental. Las baterías son dispositivos electroquímicos que se utilizan para almacenar y suministrar energía eléctrica en una variedad de aplicaciones, desde vehículos eléctricos hasta sistemas de respaldo de energía en edificios.

Las baterías están compuestas por materiales que pueden ser peligrosos para el medio ambiente y la salud humana, incluyendo ácidos y metales pesados. El ácido de batería es una solución altamente corrosiva de ácido sulfúrico y agua que se utiliza en baterías de plomo-ácido, que son las más comunes en la industria.

Cuando las baterías se descargan, los componentes del ácido pueden filtrarse y contaminar el medio ambiente. Si se liberan en grandes cantidades, estos ácidos pueden dañar el suelo y el agua subterránea, y pueden ser perjudiciales para la vida silvestre y los seres humanos.

Además, la fabricación y eliminación de baterías también pueden tener impactos ambientales significativos. La producción de baterías requiere la extracción y procesamiento de metales como el Pb, el Cu y el Ni, que pueden ser dañinos para el medio ambiente y la salud humana si se manejan incorrectamente.

Figura 3.

Batería de ácido plomo



Nota. Muestra de cambio de ácido de batería a acumulador. Obtenido de M. Landron (2018). *Mantenimiento práctico de baterías plomo ácido.* (<https://saberyhacer.com/mantenimiento-practico-de-baterias-plomo-acido>), consultado el 09 de mayo de 2023. De dominio público.

Por otro lado, la eliminación de baterías también es un problema importante, ya que, si se desechan incorrectamente, pueden contaminar el medio ambiente. La eliminación inadecuada de baterías puede contribuir a la acumulación de metales pesados y otros materiales tóxicos en vertederos y sitios de eliminación de residuos, lo que puede causar daños a largo plazo a la salud y al medio ambiente.

1.1.5. Lavado de carrocería, chasis y motor

El lavado de carrocería, chasis y motor es una actividad común en la industria automotriz y de reparación de automóviles, pero puede generar contaminación significativa si se realiza incorrectamente.

Durante el proceso de lavado, se utilizan una variedad de productos químicos, como detergente, solventes y desengrasantes, para eliminar la suciedad, la grasa y el aceite acumulados en la superficie del vehículo. Estos productos químicos pueden contener compuestos orgánicos volátiles, que son liberados a la atmósfera y pueden contribuir a la contaminación del aire. (Dávila, 2018, párr. 8)

Para abordar estos problemas se han desarrollado soluciones para la gestión sostenible del lavado de vehículos. Una de ellas es la implementación de sistemas de reciclaje de agua, que permiten la reutilización del agua utilizada en el lavado del vehículo. Estos sistemas pueden reducir significativamente la cantidad de agua utilizada para lavar un vehículo y minimizar la cantidad de contaminantes que se liberan al medio ambiente.

Además, los productos químicos utilizados en el lavado del vehículo también pueden ser reemplazados por alternativas más sostenibles, como productos de limpieza biodegradables y ecológicos. Estos productos son menos tóxicos y liberan menos COV, lo que puede reducir significativamente la contaminación del aire.

Otra solución es el uso de técnicas de lavado sin agua, que utilizan productos químicos especiales y toallas de microfibra para limpiar la superficie del vehículo sin utilizar agua. Esto puede reducir drásticamente el uso de agua y minimizar la liberación de contaminantes al medio ambiente.

1.2. Clasificación de desechos sólidos

En cuanto a la clasificación de desechos sólidos, se presenta una clasificación que se puede presentar en un taller mecánico, son numerosas las clasificaciones y agrupaciones que se pueden hacer de los diferentes residuos que se producen en los diferentes ámbitos.

1.2.1. Desechos urbanos comunes

Los motores de combustión interna, que se encuentran en automóviles, camiones, motocicletas y otros vehículos, generan una variedad de desechos urbanos comunes que pueden afectar el medio ambiente si no se gestionan adecuadamente. Algunos de estos desechos incluyen:

- Aceite usado: el aceite de motor usado es uno de los desechos urbanos más comunes generados por los motores de combustión interna. El aceite usado puede contener sustancias tóxicas y carcinógenas, como Pb, As, Hg y benceno. Si se vierte en el medio ambiente, el aceite usado puede contaminar el suelo y el agua, dañando los ecosistemas naturales y poniendo en riesgo la salud pública.
- Filtros de aire: los filtros de aire utilizados en los motores de combustión interna pueden contener materiales tóxicos, como metales pesados y aceite. Es importante que los filtros de aire usados se desechen de acuerdo con las regulaciones ambientales locales.
- Filtros de aceite: este es un elemento básico en el funcionamiento del motor, estos filtros están hechos de papel de celulosa, algodón y materiales sintéticos a través de un sistema simple. Los filtros de

aceite son dominados filtros ecológicos, ya que son repuestos fáciles de reciclar y respetuosos al medio ambiente.

1.2.2. Chatarra

Los talleres mecánicos suelen generar grandes cantidades de chatarra, que puede ser una fuente significativa de contaminación ambiental si no se maneja adecuadamente. La chatarra de los talleres mecánicos incluye piezas de vehículos y maquinarias, metales, vidrios, plásticos y otros materiales que se desechan durante los trabajos de reparación y mantenimiento.

La chatarra puede ser contaminante debido a los productos químicos que contienen los componentes metálicos, como el plomo, el mercurio y otros metales pesados. Además, la chatarra de los talleres mecánicos a menudo se almacena al aire libre en los patios traseros de los talleres, donde puede oxidarse y producir polvo y partículas finas que pueden ser inhaladas por los trabajadores y los vecinos cercanos. Estas partículas pueden contener metales pesados y otros contaminantes, lo que representa un riesgo para la salud de las personas expuestas.

Para abordar estos problemas, se han implementado medidas para el manejo adecuado de la chatarra en los talleres mecánicos. Estas medidas incluyen la separación de los materiales en diferentes contenedores para su posterior reciclaje, el almacenamiento adecuado de los líquidos y productos químicos, y el mantenimiento regular de las áreas de almacenamiento para prevenir la oxidación y la acumulación de polvo.

1.2.3. Neumáticos

Los neumáticos son un componente esencial de los vehículos que se utilizan en todo el mundo. Sin embargo, su impacto ambiental es significativo, ya que su producción, uso y disposición pueden afectar negativamente al medio ambiente. Los neumáticos desechados pueden ser un problema ambiental significativo si no se manejan adecuadamente. Los neumáticos abandonados en la naturaleza pueden contaminar el suelo y el agua, así como proporcionar un ambiente propicio para los mosquitos que transmiten enfermedades. Además, los neumáticos pueden ser un riesgo de incendios, ya que pueden arder durante largos periodos de tiempo y emitir gases tóxicos.

Figura 4.

Neumáticos usados



Nota. Acumulación de neumáticos usados. Obtenido de Ambientum (2018). *Reutilizar neumáticos usados.* (<https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/reutilizar-neumaticos-usados.asp>), consultado el 09 de mayo de 2023. De dominio público.

Sin embargo, los neumáticos también pueden tener un impacto positivo en el medio ambiente. Los neumáticos reciclados pueden ser utilizados para la fabricación de pavimentos de carreteras, materiales de construcción y otros productos. La reutilización de neumáticos también puede ayudar a reducir la cantidad de residuos que terminan en los vertederos y reducir la necesidad de extraer y procesar materias primas.

No son considerados peligrosos, la parte negativa es la difícil descomposición, que puede llegar a cientos de años mientras la producción de neumáticos sigue su curso. Es por eso la importancia del reciclaje de neumáticos usados y la correcta manipulación de estos por parte de los gestores de neumáticos usados.

1.2.4. Baterías

El tipo de baterías más convencionales son las de plomo-ácido. Las dos sustancias peligrosas que se encuentran en las baterías son, el electrolito y el plomo. El electrolito como es una mezcla de agua más ácido sulfúrico, es un compuesto altamente corrosivo, que puede causar quemaduras en el cuerpo. El plomo es una sustancia toxica, la cual es peligrosa cuando se inhala o ingiera. (Delgado y Ochoa, 2019, p. 23)

Las baterías de plomo-ácido son una fuente importante de contaminación si no se manejan adecuadamente en los talleres mecánicos.

A continuación se describen algunos de los principales impactos ambientales asociados con las baterías de plomo-ácido:

- Liberación de plomo y ácido: las baterías de plomo-ácido contienen plomo y ácido sulfúrico, que son tóxicos para la salud humana y el medio ambiente. Si las baterías se manipulan de manera incorrecta o se desechan inadecuadamente, pueden liberar estos compuestos en el aire, el suelo y el agua.
- Contaminación del suelo y el agua: si las baterías se desechan en la naturaleza, el plomo y el ácido pueden filtrarse en el suelo y el agua, por lo que puede ser perjudicial para la salud humana y animal. Además, el plomo es un contaminante persistente que puede persistir en el medio ambiente durante décadas o incluso siglos.
- Riesgo de explosiones e incendios: si las baterías de plomo-ácido se manipulan de manera incorrecta o se almacenan inadecuadamente, pueden generar gases inflamables que pueden explotar o causar incendios.

1.3. Tratamiento para el desecho de residuos

A continuación se describen algunos tratamientos para desechos de residuos de motores de combustión interna en talleres mecánicos automotrices.

- Reciclaje de aceite usado: el aceite usado se puede reciclar y reutilizar como lubricante o combustible. Los talleres mecánicos pueden enviar su aceite usado a una instalación de reciclaje o utilizar equipos de filtración para limpiar el aceite y reutilizarlo.

- Disposición adecuada de los residuos peligrosos: los residuos peligrosos, como los solventes de limpieza y los líquidos de frenos, deben ser manejados con cuidado y enviados a instalaciones de tratamiento adecuadas para evitar la contaminación del suelo y el agua. Los talleres mecánicos deben seguir las regulaciones ambientales y los procedimientos de eliminación adecuados para los residuos peligrosos.
- Tratamiento químico: los líquidos de frenos y otros residuos químicos pueden ser tratados químicamente para reducir su toxicidad antes de su eliminación. Los tratamientos químicos pueden incluir la neutralización de ácidos o la separación de componentes tóxicos.

1.4. Tratamiento para el desecho de objetos sólidos

Los talleres mecánicos generan una variedad de desechos sólidos que provienen de motores de combustión interna, tales como piezas de motor, pistones, árboles de levas, cigüeñales, cabezales, entre otros. Estos desechos sólidos pueden ser peligrosos para el medio ambiente y la salud humana si no se manejan adecuadamente. Posteriormente, se describen algunos de los principales tratamientos para el desecho de objetos sólidos de motores de combustión interna en talleres mecánicos:

- Recolección y almacenamiento adecuado: la recolección y el almacenamiento adecuado de los desechos sólidos es fundamental para prevenir la contaminación. Es importante utilizar contenedores adecuados y seguros para el almacenamiento temporal de los desechos, tales como cajas, tambores y paletas. Los desechos deben ser almacenados en áreas adecuadas y separadas de otros residuos, así como líquidos, baterías y neumáticos.

- Reciclaje: la mayoría de los objetos sólidos que provienen de los motores de combustión interna pueden ser reciclados. Es posible vender los objetos sólidos como chatarra a empresas especializadas en reciclaje de metales, las cuales procesarán el material para obtener nuevos productos.
- Reutilización: algunos objetos sólidos, como pistones y cabezales, pueden ser reutilizados en otros motores. Para ello, se debe llevar a cabo un proceso de inspección y limpieza adecuado para asegurar que las piezas estén en condiciones adecuadas para su uso.
- Eliminación segura: si los objetos sólidos no pueden ser reciclados o reutilizados, entonces es necesario seguir las regulaciones locales y nacionales para su eliminación segura. Es importante que los talleres mecánicos identifiquen la empresa o institución autorizada para el manejo de residuos peligrosos en su localidad y entreguen los objetos sólidos para su disposición final.
- Programas de gestión de residuos: es importante que los talleres mecánicos implementen programas de gestión de residuos que permitan monitorear el manejo y eliminación de los objetos sólidos generados en el taller. Estos programas pueden incluir la capacitación del personal, el seguimiento del manejo de residuos y la contratación de empresas especializadas en la eliminación de residuos peligrosos.
- Reciclaje de baterías: las baterías de plomo-ácido de los automóviles contienen plomo y ácido, que pueden ser altamente tóxicos si se manejan incorrectamente. Los talleres mecánicos pueden enviar las baterías a instalaciones de reciclaje especializadas que separan y recuperan los materiales valiosos, como el plomo y el ácido.
- Reciclaje de neumáticos: los neumáticos viejos pueden ser reciclados para hacer nuevos productos, como asfalto modificado, relleno de

superficie deportiva o combustible. Los talleres mecánicos pueden enviar sus neumáticos usados a una instalación de reciclaje o venderlos a empresas de reciclaje.

- Reciclaje de metal y plástico: las piezas de metal y plástico de los automóviles pueden ser recicladas para hacer nuevos productos. Los talleres mecánicos pueden enviar sus piezas de metal y plástico a una instalación de reciclaje o venderlas a empresas de reciclaje.

2. PROCEDIMIENTOS APROPIADOS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS

El estudio de composición y caracterización de residuos y desechos sólidos debe ser realizado con base en una metodología confiable para la identificación de los tipos de residuos y desechos más generados y valorizados en un taller mecánico

Se debe establecer como base la clasificación primaria, en otros casos podrá usarse la clasificación secundaria, donde se utilice más de dos contenedores para metal, plástico o vidrio, lo que propicia una mejor calidad para la recuperación de los residuos.

La industria que genera residuos peligrosos debe tratarlos de manera responsable con el medio ambiente y la sociedad. Por tanto, cuando se generan estos residuos, es necesario continuar con su separación, almacenamiento y el correspondiente tratamiento final.

2.1. Separación y almacenamiento de los diferentes tipos de residuos

El concepto de separación es definido por Dávila (2020):

Consiste en clasificación de los residuos en el sitio donde se generan.

Para poder realizar la separación de manera correcta se debe disponer de recipientes adecuados, de un material resistente para que

no se deteriore con facilidad y que además su diseño y capacidad optimicen el proceso de almacenamiento. (párr. 3)

La base fundamental de la adecuada gestión de residuos y desechos sólidos consiste en la separación inicial de manera selectiva de los residuos procedentes de cada uno de los talleres mecánicos automotrices, iniciando pasos de actividades y procesos en donde la efectividad depende de la adecuada clasificación de los residuos.

Figura 5.

Código de colores de contenedores



Nota. Código de colores de contenedores y la clasificación de residuos. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021). *Guía para la clasificación gráfica de los residuos y desechos sólidos comunes*. (<https://www.marn.gob.gt/reglamento-164-2021/#>), consultado el 04 de mayo de 2023. De dominio público.

Los recipientes utilizados deben ser visibles y estar ubicados estratégicamente en las instalaciones de la organización.

El generador se encarga de colocar temporalmente los residuos o contenedores dentro de sus propias instalaciones. Estos residuos pueden ser procesados para su transformación, aprovechamiento o comercialización, pero también pueden presentarse al servicio de recolección por parte de una agencia especializada para su tratamiento o disposición final.

Según Dávila (2020): “El almacenamiento es el depósito temporal de residuos peligrosos en un espacio físico definido y almacenados por un tiempo determinado para ser valorados y conocer las acciones posteriores según el tipo de residuo” (párr. 5).

Para que se realice el proceso de aislar y confinar de una forma definitiva los residuos es la disposición final, pues en algunas ocasiones no pueden ser aprovechados en lugares especialmente seleccionados para evitar la contaminación, daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

Finalmente, a través de un manejo integral de residuos, se pueden aprovechar los materiales recuperados para un ciclo productivo y económico en forma eficiente.

2.2. Implementación de un plan de gestión de residuos sólidos

Es importante, por medio de un plan de gestión para los desechos y residuos sólidos, orientar a las empresas para los talleres mecánicos automotrices en la generación de desechos en distintas clasificaciones, contemplando todas las áreas en general. Para ello el plan de gestión se basa en los diversos procesos de generación, almacenamiento, valorización,

reciclaje, separación, reutilización, minimización, entre otros, ofreciendo un programa final de aspectos importantes a tomar en cuenta para el correcto manejo de los desechos y residuos de motores de combustión interna, para obtener un beneficio mutuo, tanto para los talleres automotrices como para el medio ambiente.

Existen ventajas para la implementación de un programa de gestión de residuos sólidos y desechos:

- Se siguen las normas ambientales según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- La empresa se vuelve ambientalmente responsable.
- Proteger el medio ambiente.
- Garantizar que el destino de los residuos se ajusta a la ley.
- Lograr un equilibrio en términos de generación de residuos, impactos sociales y ambientales.

Para implementar un efectivo plan de gestión de residuos, se podría requerir de unos pasos como la identificación de los residuos, etapa fundamental en la caracterización de residuos generados, en donde hay que considerar las variables como el tipo de residuos, clasificación, cantidad, nivel de peligrosidad, impacto, esto permitirá el establecimiento de acciones eficiente y eficaces. El paso de proponerse objetivos y alcances, que estén basados en la reducción de residuos y desechos sólidos y minimizar su impacto, tomando en cuenta las regulaciones legales y normativas. Tomar medidas de control, en donde se deben establecer y evaluar medidas de control que ayuden a no incrementar la generación de residuos.

En el almacenamiento, transporte y disposición final, parte de la implementación del plan, debe especificarse dónde van a almacenar los residuos y desechos sólidos, considerando como mínimo el tipo, la clasificación y la cantidad, además de la organización de cómo se realizará el retiro y la disposición final.

Para finalizar, se debería verificar la efectividad, validar la eficiencia y eficacia del plan, considerando el desempeño y el cumplimiento de los objetivos, para poder tomar decisiones futuras para garantizar la mejora continua de la gestión de residuos y desechos sólidos.

2.3. Identificación y contratación a proveedores de servicios especializados

Es un aspecto importante para la gestión adecuada para los residuos y desechos sólidos en talleres mecánicos. Estos proveedores pueden brindar servicios especializados en la gestión de residuos, como la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos y no peligrosos.

A continuación se describen algunos aspectos clave que los talleres mecánicos automotrices deben considerar al identificar y contratar a proveedores de servicios especializados para la gestión de residuos y desechos sólidos:

- **Licencias y certificaciones:** es importante que los proveedores de servicios especializados cuenten con las licencias y certificaciones necesarias para llevar a cabo la gestión de residuos de acuerdo con las regulaciones locales y nacionales. Los talleres mecánicos

automotrices deben verificar la validez de estas licencias y certificaciones antes de contratar a un proveedor.

- Experiencia y capacidad técnica: los talleres mecánicos automotrices deben considerar la experiencia y la capacidad técnica de los proveedores de servicios especializados. Es importante que los proveedores tengan conocimientos técnicos y experiencia en la gestión de residuos y desechos sólidos de talleres mecánicos automotrices. Los talleres mecánicos automotrices también pueden considerar la capacidad de los proveedores para manejar diferentes tipos de residuos y desechos sólidos.
- Seguridad y salud ocupacional: la gestión de residuos y desechos sólidos puede ser peligrosa para la salud y la seguridad de las personas involucradas en el proceso. Los talleres mecánicos automotrices deben verificar que los proveedores cuenten con programas de seguridad y salud ocupacional adecuados y que sigan las mejores prácticas para minimizar los riesgos asociados con la gestión de residuos y desechos sólidos.
- Costos y presupuesto: los talleres mecánicos automotrices deben considerar el costo de los servicios de gestión de residuos y desechos sólidos al seleccionar un proveedor. Es importante que establezcan un presupuesto para la gestión de residuos y desechos sólidos y que evalúen los costos de los proveedores en función de los servicios ofrecidos.
- Referencias y recomendaciones: pueden solicitar referencias y recomendaciones de otros talleres mecánicos automotrices que hayan utilizado los servicios de un proveedor en particular. También pueden buscar opiniones y comentarios de otros clientes a través de sitios web y redes sociales.

2.4. Implementación de prácticas de reducción y reutilización de residuos

Toda actividad u operación dentro del taller mecánico deberá generar algún mínimo de residuos peligrosos o no peligroso. Aplicar buenas prácticas para poder generar la menor cantidad de accidentes es una de las maneras correctas en la gestión de residuos generados en un taller mecánico. Se deberán tomar las siguientes precauciones:

- Fugas: en todo vehículo que presente fugas de aceite o refrigerante, que ingrese para servicio, se deberá colocar una bandeja para capturar el líquido, mientras se realiza la revisión mecánica. Evitar el uso de cartones, y emplear aserrín en las operaciones de limpieza de aceite, ya que así se evita la generación de mayor volumen de residuos peligrosos.

El producto de la fuga deberá ser vaciado en el contenedor que corresponda. Se debe tener especial cuidado con los derrames, ya que toda fuga de aceite o refrigerante contaminará el suelo y habrá necesidad de remover la tierra contaminada, y si la afectación del suelo es mayor a un metro cúbico, habrá la necesidad de llevar a cabo una remediación del sitio.

- Afinaciones de motor: es muy común en las afinaciones de motor sustituir partes automotrices como filtros de aire, filtros de gasolina, bujías, el único objeto considerado peligroso es el filtro de gasolina por la presencia de la inflamabilidad. En caso de los filtros de aire, son considerados peligrosos si contienen residuos de aceite, sin embargo, si solo tienen presencia de polvo, no son considerados peligrosos.

- Las bujías usadas pueden estar contaminadas de aceite o gasolina, por lo que se deben limpiar con un trapo y manejarse con un residuo no peligroso; el trapo empleado se manejará como un residuo peligroso una vez alcance el volumen de impregnación del residuo.
- Otras reparaciones mecánicas: estas operaciones pueden dar origen a generar residuos peligrosos, son las que requieren llevar a cabo reemplazos de acumulador, aceite de transmisión, líquido de frenos, cambio de anticongelantes.

Las balatas no se consideran residuos peligrosos, aunque estas contengan asbesto; el único caso donde se considerarían peligrosos es cuando exista alguna ruptura de pasta que ocasione desprendimiento de polvo o fibras de asbesto con la simple acción de presionar con la mano, el asbesto en ese estado se considera tóxico y cancerígeno.

Los recipientes vacíos de aerosoles empleados para limpieza del sistema de frenos, inyectoros o carburadores son considerados peligrosos. Igualmente, recipientes que contenían líquido de frenos y anticongelantes. Toda tornillería y demás partes metálicas que se hayan tenido que reemplazar, deben de limpiarse en caso hayan tenido contacto con aceites o grasas.

- Lavado de partes metálicas: para lavar las partes mecánicas que tengan impregnada grasa o aceite, es conveniente el uso de solución desengrasante. Esto permite reducir la cantidad de residuos peligrosos. Evitar lavar las piezas metálicas contaminadas con el uso de detergentes, ya que da origen a problemas de contaminación de agua.

- Lavado de carrocería, chasis y motor: en este tipo de operaciones se generan residuos de aceite y grasa, que se dirigen a los drenajes provocando un problema de contaminación. Esto se ha estado remediando mediante el uso de trampas de sólidos, grasas y aceites, por lo que se podrían diseñar trampas donde se pueda separar de manera más eficiente los residuos sólidos de las grasas y aceites.
- Recipientes para residuos peligrosos dentro de un taller mecánico automotriz: los únicos residuos peligrosos que se manejarían dentro de un taller mecánico serían los siguientes:
 - Residuos líquidos: aceite usado, anticongelante, líquido de frenos, residuos de trampas de grasas y aceite.
 - Residuos sólidos: filtros de aceite y gasolina, trapos o wiper con aceite, baterías usadas, filtros usados de aire impregnados de aceite, recipientes vacíos que contuvieron anticongelante y líquido de frenos, recipientes vacíos de aerosoles como limpiadores de sistema de frenos e inyectores.
- Cambio de aceite y filtro: durante los servicios de cambio de aceite de motor, se debe evitar que el aceite usado caiga al suelo, se recomienda usar depósitos que permitan captar el aceite directamente de la aceitera. El filtro usado debe ser escurrido y colocarse en el recipiente específico para este residuo.

Figura 6.

Depósito para el servicio de cambio de aceite y filtro



Nota. Depósito para captar aceite usado de la aceitera de un motor automotriz. Obtenido de Solarsa (2021). *Depósito neumático para aceite usado 20 Gal.* (<https://solarsa.com.gt/producto/deposito-neumatico-para-aceite-usado-20-gal/>), consultado el 09 de mayo de 2023. De dominio público.

La implementación para la gestión de residuos y desechos sólidos se puede practicar en varias etapas para poder lograr una minimización de desechos peligrosos para el ser humano y el medio ambiente.

- Separación y clasificación de los residuos, para comenzar a implementar prácticas de reducción y reutilización se da la separación correcta de los desechos. Se pueden establecer sistemas de separación para jerarquizar los residuos y desechos en diferentes tipos, como aceites usados, filtros de aceite, filtros de aire, baterías, llantas y piezas metálicas. Esto para tener la facilidad de recolección y el manejo apropiado de cada tipo de desecho y residuo.
- Análisis de los procesos generadores: se debe recoger en forma clara la entrada de materiales, productos, repuestos, aceites, herramientas,

así como la salida y los desechos como filtros, baterías usadas, trapos, paños y envases contaminados.

- Se puede participar en programas de retorno de baterías y neumáticos usados, estos programas facilitan la recolección y el reciclaje adecuado de estos elementos, evitando que terminen en vertederos y se comience en un fenómeno de invasión.
- Educación y entrenamiento del personal, las buenas prácticas de reducción y reutilización de residuos en talleres mecánicos depende en gran medida de la conciencia y la capacitación de los empleados. Ofrecer una capacitación acerca de la importancia de la sostenibilidad, el manejo de residuos y las técnicas de reutilización puede motivar a los trabajadores a adoptar estas buenas prácticas.
- Monitoreo y evaluación continua: es importante establecer sistemas de seguimiento y de evaluación para medir el progreso de la implementación de prácticas sostenibles. Esto para permitir identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias según sean convenientes.

La implementación de estas prácticas en los talleres mecánicos no solo ayuda a la reducción de residuos y al impacto ambiental, sino que también puede ser beneficioso económicamente a largo plazo para la empresa, al disminuir costos asociados con la eliminación y mejorar la reputación del taller como un negocio sostenible.

2.5. Gestión integral de residuos y desechos sólidos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

“En el marco legal normativo aún se aboga por una *Ley para la gestión integral de los residuos y desechos*, considerando como punto de partida para el desarrollo del ordenamiento jurídico específico” (Ministerio De Ambiente y Recursos Naturales, 2023, párr. 2).

Pero, para la legislación nacional, se cuenta con un bagaje legal que establece la importancia de accionar una gestión integral de residuos y desechos sólidos, tomando en cuenta la *Constitución Política de la Republica de Guatemala*, que establece en los artículos 3 y 97 que el estado garantiza y protege la vida humana desde su concepción, así como la seguridad e integridad de la persona, declarando que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a proporcionar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

Entre los problemas ambientales de mayor impacto en la población guatemalteca y ecosistemas, sin duda sobresale la exposición y presión que provocan los residuos y desechos sólidos. El manejo de estos por sí solo no basta y por consecuencia se debe aplicar una gestión integral que incluya la implementación de estrategias que estén encaminadas a la minimización a impactos ambientales negativos al ambiente y a la salud.

Figura 7.

Contaminación del río Motagua por falta de gestión de residuos y desechos



Nota. Fotografía de contaminación de río Motagua. Obtenido del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2023). *Dirección para el manejo de residuos y desechos sólidos.* (<https://www.marn.gob.gt/viceministro-de-recursos-naturales-y-cambio-climatico/los-residuos-y-desechos-solidos/>), consultado el 17 de agosto de 2023. De dominio público.

La gestión integral de los residuos y desechos sólidos trata de ser, más que una nueva descripción, un marco que proporciona una forma más inclusiva y completa de implementar iniciativas destinadas a corregir y tratar los problemas de una manera en que los sectores relevantes puedan apoyar, solucionar y mantener un equilibrio ambiental sostenible.

El desarrollo sostenible del país depende de la conservación y el uso racional de los recursos naturales y la protección de los ecosistemas, por lo que se debe continuar con los esfuerzos para crear un sistema de prevención y generación de residuos ordinarios y de residuos integrales peligrosos, comunes y especiales, que sean técnicamente viables, económicamente factibles y socialmente aceptables, en función de su operación y la falta de interferencia de todas las partes involucradas.

2.5.1. *Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes*

El *Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes* indica que en Guatemala todas las personas deben clasificar la basura de su hogar, antes de que pase el camión recolector. En el artículo 12 se indica: “Todas aquellas personas, individuales o jurídicas, públicas o privadas, nacionales o extranjeras que, como resultado de sus actividades produzcan residuos o desechos sólidos comunes, deberán separarlos al momento de su generación” (Acuerdo Gubernativo 164-2021 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2021, párr. 3).

La clasificación será de acuerdo con una clasificación primaria y una clasificación secundaria, en donde durante los primeros dos años la separación se realizará como mínimo con la clasificación primaria.

Nuestro país ha presentado un desarrollo en las últimas décadas que se evidencia por medio del crecimiento económico, expansión urbanística y en el incremento del sector industrial. Esto va directamente asociado con la demanda de recursos para producir

bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la población, creando un patrón de consumo que produce un aumento en la generación de los residuos y desechos sólidos. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2023, párr. 7)

En el marco de la legislación, se sigue apoyando el desarrollo de la *Ley de Gestión Integral de Residuos y Residuos* como punto de partida para el desarrollo de regímenes jurídicos específicos.

El MARN, como medio para contrarrestar la contaminación en las fuentes hídricas, creó y divulgó el Acuerdo Gubernativo 164-2021: *Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes*, en el cual se da un giro a la disposición final de los desechos sólidos, para aprovechar los materiales de los productos que, en la mayoría de los casos, se convierten en basura.

El Acuerdo Gubernativo 164-2021 es un documento que aborda las fuentes de residuos y regula la recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los desechos y residuos sólidos.

Figura 8.

Plazos en el cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 164-2021



Nota. Plazos en el cumplimiento del acuerdo. Obtenido de Acuerdo Gubernativo 164-2021 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021). *Reglamento para la gestión integral de residuos y desechos sólidos.* (<file:///C:/Users/Luis/Downloads/AG-164-2021-Reglamento-para-la-Gestion-Integral-de-Residuos-y-Desechos-Solidos-Comunes.pdf>), consultado el 04 de mayo de 2023. De dominio público.

2.5.2. Dirección para el manejo de residuos y desechos sólidos

En el Acuerdo Gubernativo Número 73-2021 del Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales se crea la Dirección para el Manejo de Residuos y Desechos Sólidos, como el órgano responsable de elaborar los planes, programas, proyectos,

guías y la normativa nacional para el fomento de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos. (Ministerio De Ambiente y Recursos Naturales, 2023, párr. 10)

Lo anterior corresponde a las siguientes funciones:

- Elaborar planes de inspección para verificar el cumplimiento de las obligaciones establecidas por el Estado en materia de manejo de productos residuales y residuos sólidos.
- Realizar inspecciones de oficio a vertederos o rellenos sanitarios ilegales o interponer denuncia en coordinación con el cumplimiento de la ley.
- Emitir opiniones técnicas sobre la planificación, programas y proyectos relacionados con la gestión integral de residuos y residuos sólidos.
- Desarrollar las medidas necesarias para la modernización de la gestión integrada de residuos y desechos sólidos.
- En coordinación con la Secretaría de Educación y Participación Social, realizar procesos de capacitación a nivel nacional sobre manejo integral de residuos y manejo de residuos sólidos.
- Brindar asistencia técnica en el manejo de productos residuales y desechos sólidos al sector público o privado según sea necesario.
- Las demás funciones y atribuciones que le confiera el cargo superior de conformidad con la ley.

La Dirección para el Manejo de Desechos Sólidos, para el cumplimiento de las funciones, está constituida por los siguientes departamentos:

- Departamento de Fortalecimiento de Capacidades: este departamento es responsable de fortalecer las capacidades del recurso humano del sector público y privado, por medio del proceso de capacitación e incorporación de estrategias acerca de la gestión de residuos y desechos sólidos a nivel nacional.
- Departamento de Normatividad y Monitoreo: es responsable de elaborar la normativa, lineamiento y guías que cooperen con el manejo integral de los residuos y desechos sólidos, realizando inspecciones de monitoreo y vigilancia.
- Departamento de Mecanismos de Sostenibilidad: responsable de elaborar planes, programas, políticas y proyectos para procurar la sostenibilidad del manejo integral de los residuos y desechos sólidos a nivel nacional.

3. PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS PARA TALLERES MECÁNICOS

En este capítulo se planteará aspectos importantes para el desarrollo del programa de manejo de residuos y desechos sólidos para talleres mecánicos. Se detallarán pasos para un desarrollo de alternativas para la minimización y gestión de residuos y desechos generados por motores de combustión interna en talleres mecánicos.

Para conocer el concepto de un programa o plan de gestión, indican Ferrando y Granero (2007): “Un plan de gestión de residuos, es un documento que recoge todas y cada una de las actuaciones que debe llevar a cabo una organización para la correcta gestión de sus residuos” (p. 109).

El objetivo es orientar a los talleres mecánicos sobre cómo gestionar y controlar la generación de desechos sólidos y residuos que generan los motores de combustión interna. Para ello es necesario abordar temas de la identificación, separación, almacenamiento, capacitación de personal, reducción, reciclaje, tratamiento y disposición final. Esto para obtener un beneficio mutuo, para el medio ambiente y para los talleres automotrices.

El programa de manejo de residuos y desechos sólidos está estructurado por siete etapas, pensadas para una correcta gestión de todos los desechos que se almacenan durante un periodo de tiempo en un taller mecánico. Es importante proteger el medio ambiente, así como cumplir con las normativas ambientales y hacer que las empresas puedan minimizar la

cantidad de desechos peligrosos que pueden ocasionar un impacto al medio ambiental y a la sociedad.

Tabla 1.

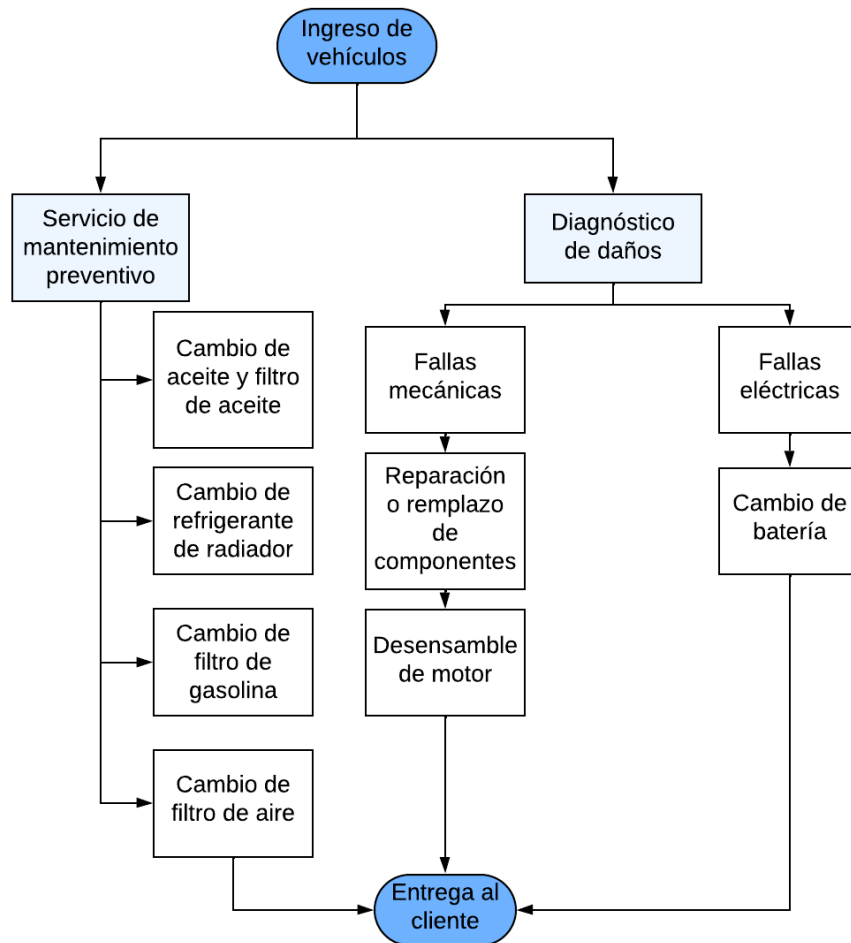
Descripción de etapas del programa de manejo de residuos y desechos

Etapas	Descripción
Identificación de residuos y desechos sólidos	Para la identificación de residuos y desechos sólidos, debemos de clasificarlos en peligrosos y no peligrosos. Se pueden clasificar según su origen, ya sea domésticos, municipales, industriales de construcción, entre otros.
Separación de residuos y desechos	La separación y la clasificación de residuos o desechos sólidos se debe de hacer de acuerdo con la clasificación primaria y una clasificación secundaria.
Almacenamiento temporal	Las empresas deben de disponer de unas zonas de almacenamiento seguras e higiénicas, esto supone que se almacenarán en un lugar exclusivo y específico para un asilamiento entre residuos peligrosos y no peligrosos.
Capacitación de al personal del taller mecánico	El personal debe de aprender los conocimientos acerca del adecuado manejo y gestión de los residuos contaminantes producidos en los talleres automotrices, manejo adecuado de derrames y la protección personal.
Reducción de residuos generados	Organizar residuos y almacenarlos en contenedores diferenciados e identificados, supervisión periódica de contenedores, mantener área de trabajo limpio y ordenado para evitar derrames.
Reciclaje	Recolección y transformación de materiales en unos nuevos productos y así evitar de otro modo que sean desechados como basura.
Tratamiento y disposición general	Seguimiento para tratar en un lugar los residuos y desechos sólidos, donde comienza la última etapa para el manejo de forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.

Nota. Descripciones breves de las etapas de la estructura del programa de manejo de residuos y desechos sólidos. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Figura 9.

Diagrama de puntos de generación de residuos en un taller mecánico



Nota. Diagrama que muestra el proceso de manera esquemática la generación de residuos en un taller mecánico automotriz. Elaboración propia, realizado con Lucidchart.

Uno de los propósitos del programa es el manejo de residuos y desechos sólidos de motores de combustión interna, además de implementar las etapas del programa, y reducir considerablemente el volumen de residuos y desechos sólidos con el sensato ahorro económico.

3.1. Identificación de residuos y desechos sólidos

Para la identificación de residuos y desechos sólidos se debe clasificarlos en dos grupos: peligrosos y no peligrosos. Incluso con los desechos no peligrosos es importante gestionarlos adecuadamente para minimizar su impacto ambiental y cumplir con la legislación nacional inherente. Esto puede incluir prácticas de separación, almacenamiento adecuado y disposición responsable, como reciclaje cuando sea posible.

Tabla 2.

Residuos y desechos sólidos identificados como no peligrosos en talleres

Categoría de residuo	Ejemplo de residuos
Partes metálicas	Piezas de metal gastadas
Plásticos y gomas	Envases de plástico, revestimiento de goma
Vidrios y cristales	Fragmento de vidrio
Neumáticos	Neumáticos usados
Residuos de limpieza	Suciedad y escombros generados por limpieza
Componentes plásticos	Paneles de plástico y componentes interiores

Nota. Residuos y desechos sólidos clasificados como no peligrosos, de motores de combustión interna en un taller mecánico automotriz. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Los residuos y desechos sólidos clasificados como peligrosos son creados por diferentes actividades industriales que contienen sustancias químicas que pueden ser nocivas para la salud y el medio ambiente. Todos estos residuos y desechos sólidos se deben gestionar mediante la entrega a

gestores autorizados o realizar un tratamiento adecuado para el manejo de estos desechos.

Tabla 3.

Residuos y desechos sólidos identificados como peligrosos en talleres

Área	Residuo	Características físicas, químicas o biológicas
Servicio	Aceite usado	Tóxico e inflamable
	Filtros de aceites usados	Tóxico e inflamable
	Filtros de gasolina usados	Tóxico e inflamable
	Filtros de aire impregnados de aceite	Tóxico e inflamable
	Recipientes vacíos de aceite, anticongelante	Tóxico
	Residuos de anticongelante	Tóxico
	Baterías usadas	Corrosivo

Nota. Residuos peligrosos que se generan en un taller mecánico automotriz. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Hay casos en donde un mismo residuo se puede considerar a veces peligroso y otras como no peligroso, depende del propósito de su uso, por ejemplo, un envase de plástico es un residuo no peligroso, pero si ese envase se ha usado para contener algún residuo peligrosos, aunque este envase ya no lo contenga, se considera un envase peligroso. Todos los filtros deben ser previamente drenados para no provocar un derrame dentro del depósito correspondiente para este tipo de desecho sólido.

Para diferenciar un residuo peligroso de otro que no lo es, se debe tomar en consideración la lista llamada códigos LER, en donde aparecen

todos los residuos y un código número para poder clasificar cada uno de los residuos y desechos sólidos. Los residuos peligrosos vienen señalados con un asterisco y los no peligrosos sin asterisco. Pero si el residuo aparece marcado con un asterisco o sin asterisco, se puede determinar si es peligroso comprobando si reúne uno o más características de peligrosidad.

Figura 10.

Lista de códigos LER

CÓDIGO H	PALABRA DE RIESGO	LETRA	PICTOGRAMA	CÓDIGO H	PALABRA DE RIESGO	LETRA	PICTOGRAMA
H1	Explosivo	E		H8	Corrosivo	C	
H2	Comburente:	O		H9	Infeccioso		
H3a	Fácilmente inflamable	F+		H10	Tóxico para la reproducción	T	
H3b	Inflamable	F		H11	Mutagénico		(1)
H4	Irritante	XI		H12	Sustancias que emiten gases tóxicos	T	
H5	Nocivo	Xn		H13	Sustancias o preparados susceptibles, después de su eliminación, de dar lugar a otra sustancia por un medio cualquiera, por ejemplo un lixiviado, que posea alguna de las características enumeradas anteriormente.		(2)
H6	Tóxico	T					
H7	Carcinogénico		(1)	H14	Peligroso para el medio ambiente	N	

(1) En general, a los residuos que tienen este riesgo les es atribuido el riesgo de Tóxico, por tanto procede asignar el pictograma de Tóxico.

(2) El pictograma que le corresponde es aquel asociado a la(s) característica(s) de peligrosidad de la sustancia generada

Nota. Lista Europea de Residuos (LER) para considerar un residuo como peligroso. Obtenido de Recytrans (2013). *Cómo saber si un residuo es peligroso.* (<https://www.recytrans.com/blog/como-saber-si-un-residuo-es-peligroso/>), consultado el 24 de agosto de 2023. De dominio público.

Tabla 4.

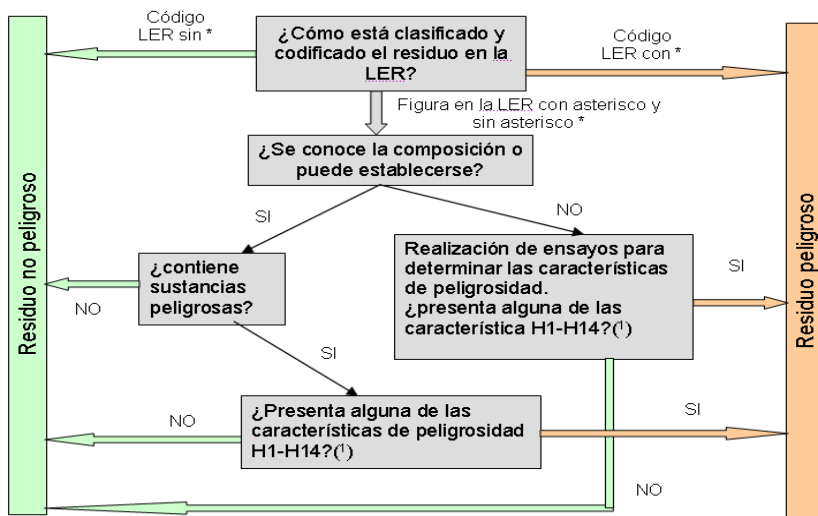
Códigos de peligrosidad de los residuos

Código de peligrosidad de los residuos	Característica de peligrosidad
C	Corrosividad
R	Reactividad
E	Explosividad
Te	Toxicidad ambiental
Th	Toxicidad aguda
Tt	Toxicidad crónica
I	Inflamabilidad

Nota. Caracterización para que un residuo sea considerado peligroso. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Figura 11.

Esquema para clasificar residuos



Nota. Diagrama para poder clasificar si un residuo es peligroso o no peligroso. Obtenido de Recytrans (2013). *Cómo saber si un residuo es peligroso.* (<https://www.recytrans.com/blog/como-saber-si-un-residuo-es-peligroso/>), consultado el 24 de agosto de 2023. De dominio público.

Asimismo, se debe tener el conocimiento acerca del rombo de seguridad o el rombo NFPA 704, se trata de un símbolo de identificación usado a nivel internacional, con el propósito de señalar gráficamente el riesgo que puede presentar una sustancia química. El rombo está formado por cuatro partes de distintos colores, muestra el tipo de peligro que representan, así como un número o grado del riesgo.

Este rombo es implementado para medir el riesgo con una escala numérica fácil de entender y descifrar por el personal. Esto con el propósito de mejorar la detección de riesgos y poder tomar medidas de manejo, prevención y cuidado para trabajar con este tipo de sustancias. Ayuda a la elección correcta de equipo de protección, información para prevenir accidentes y riesgos a tomar en cuenta con la sustancia, la limpieza e higiene de la estación de trabajo.

Utiliza un esquema de colores de amarillo, azul, rojo y blanco para señalar los peligros potenciales. El azul representa el riesgo a la salud, quiere decir que es la capacidad con que el material puede llegar a causar daño a la salud a través del contacto o entrada al cuerpo. El color rojo representa el riesgo de la inflamabilidad, advierte qué facilidad tiene el objeto a incendiarse. El amarillo simboliza la inestabilidad o reactividad de los materiales, y el color blanco advierte de riesgos específicos que causen algún problema especial.

Figura 12.

Rombo de seguridad de la norma NFPA 704



Nota. Rombo de seguridad con descripción de cada categoría, con su equivalencia del 0 al 4. Obtenido de FNLS (s.f). *Identificación de riesgo/código NFPA.* (http://www.fnls.com.ar/SENALES_POR_GRUPO/RIESGOS/NFPA/nfpa.html), consultado el 24 de agosto de 2023. De dominio público.

3.2. Separación de residuos y desechos sólidos

Los motores de combustión interna están formados por una gran variedad de piezas sólidas que están en constantes esfuerzos y cumplen con un determinado periodo de vida útil, es por eso por lo que deben ser reemplazados para que el vehículo y el motor estén en óptimas condiciones para su funcionamiento. A estas piezas que cumplieron su periodo de vida útil se les denomina desechos sólidos.

Tabla 5.*Clasificación de desechos sólidos de motores de combustión interna*

Área	Plástico	Chatarra		Cauchos	Otros	Aluminio
Motor	Ventilador	Válvulas	Bloque motor	Fajas	Batería	Bloque motor
	Sensores	Múltiple de escape	Camisas	Retenedor	Residuo de taller	Culata
	Tapadera de válvulas	Aceitera	Biela	Manguera de agua		Pistón
		Filtro	Cojinete	Bujes		Múltiple de admisión
		Bombas	Cigüeñal	Sellos		Carburador
		Termostato	Volante motor			Aceitera
		Distribuidor	Eje de levas			Radiador
		Bujía	Inyector			
		Cadena	Tapa de válvulas			
		Bancadas	Tejas			
		Tornillos	Anillos de pistón			

Nota. Separación de desechos sólidos de los motores de combustión interna. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Para no atrasar la labor del taller mecánico automotriz, el personal debe contar con recipientes para depositar los residuos y desechos sólidos que se generen durante las actividades diarias. Se debe contar con recipientes claramente identificados y etiquetados.

Algunas veces la única manera para determinar si un desecho es peligroso es haciéndole un estudio en un laboratorio para un análisis, podrían ser análisis de pH, orgánicos volátiles, hidrocarburos petroleros totales y los metales pesados.

En el caso de los residuos peligrosos dentro del taller mecánico, se debe contar con recipientes claramente identificados para los siguientes residuos:

- Aceite gastado: el aceite debe almacenarse dentro de un recipiente sellado y sin derrame, la mayoría de aceite gastado puede mezclarse con otro aceite para almacenarlo en el mismo recipiente. El recipiente debe de identificarse indicando que es solo para aceite usado, datos de peligrosidad y equipo de protección.
- Anticongelante: todo residuo de una destiladera, sólidos filtrados y recuperados de un anticongelante debe considerarse como desecho peligroso. El agua residual después de lavar un radiador no se considera peligrosa. Se debe determinar si el anticongelante es reutilizable, guardarlo dentro de recipientes cerrados y puestos encima de una superficie impermeable. Se puede reciclar por medio de destilación y filtración. No botar el anticongelante en alcantarillas, pozos secos, ni en el suelo.
- Combustibles: los combustibles deben guardarse dentro de recipientes bien cerrados y a prueba de derrames, no se debería mezclar el combustible con otros desechos. Los filtros de combustibles, de igual manera que los filtros de aceite, deben ser agujereados y drenados antes de almacenarlos en el respectivo contenedor.

Figura 13.

Contenedores con cierre hermético para el almacenamiento de residuos



Nota. Ejemplos de tipos de contenedores para residuos peligrosos en talleres mecánicos automotrices. Obtenido de Loctite Teroson (2020). *Manual de gestión de residuos en talleres mecánicos.* (<https://blog.reparacion-vehiculos.es/residuos-en-el-taller-sabes-como-gestionarlos/>), consultado el 29 de agosto de 2023. De dominio público.

Para los desechos sólidos generados en los talleres automotrices se debe contar con recipientes claramente identificados para los siguientes residuos:

- Filtros usados de aceite: los filtros deben ser drenados antes de almacenarlos en el recipiente correspondiente, los recipientes pueden ser los mismos contenedores de los residuos peligrosos, debido a la gran densidad y peso de esta clase de desecho sólido. Los filtros de aceite de motor y para transmisión pueden almacenarse en el mismo recipiente, siempre y cuando se drene todo el aceite en su contenido.

- Filtros usados de combustible: el combustible dentro de los filtros debe drenarse en un recipiente adecuado. Los filtros deben ser guardados en un recipiente separado dentro de un contenedor a prueba de fuego y debidamente identificado. Se deben manejar como desechos peligrosos y botarlos de una manera apropiada.
- Trapos, wipes y filtros de aire impregnados de aceite: estos pueden ser recipientes de polietileno de alta densidad, con tapadera, con ruedas y agarraderas para su fácil traslado, y claramente con su correcta etiquetación.
- Envases plásticos que contuvieron alguna sustancia peligrosa: todo plástico que haya tenido alguna sustancia anticongelante, líquido de frenos, aceite de motor y aceite de transmisión, se debe depositar en el recipiente adecuado.

Figura 14.

Recipientes para el almacenamiento de desechos sólidos



Nota. Ejemplo de tipo de contenedor para desechos sólidos en talleres mecánicos automotrices. Obtenido de Recilock (2019). *Contenedores de plásticos para desechos industriales.* (<https://www.recilock.cl/blog/basureros-plasticos-para-desechos-industriales>), consultado el 30 de agosto de 2023. De dominio público.

- Baterías usadas: contar con una tarima de material de plástico, esto para que resista la corrosión del ácido de baterías. Se debe limpiar las baterías de cualquier fuga de plomo ácido con un paño, luego desechar este paño al recipiente de trapos impregnados de aceite.
- Chatarra: todos aquellos desechos, formados por trozos de metal de aparatos viejos, repuestos o equipo que se pueda transformar en material útil. Se debe almacenar en un recipiente que pueda resistir la cantidad y peso de estos objetos.
- Aluminio: estos elementos para las recicladoras son muy convenientes, porque se pueden reciclar y convertir de nuevo en el mismo componente, se pueden almacenar en contenedores similares a los de chatarra, ya que no son catalogados como residuos peligrosos.

3.3. Almacenamiento temporal

Es de especial importancia el almacenamiento temporal, ya que es el área donde se concentran los diferentes residuos y desechos sólidos de motores de combustión interna, antes del proceso de tratamiento y disposición final, por lo que es necesario las condiciones de orden y limpieza. El suelo donde se almacenarán los residuos y desechos sólidos debe estar impermeabilizado y antideslizante, principalmente en áreas donde se depositen los aceites lubricantes usados y los otros residuos. El área de almacén deberá tener ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores inflamables en su interior.

Todos los recipientes deben estar claramente identificados especificando su contenido, para evitar confusión. Es recomendable que los

residuos peligrosos no permanezcan por más de seis meses en almacenamiento dentro del taller automotriz y no llenar los recipientes más del 80 % de su capacidad.

Las baterías deben estar sobre tarimas de un material de plástico para evitar la corrosión en el piso por el ácido en su interior. No se debe colocar las baterías junto a residuos inflamables o combustibles, ya que se podría generar reacciones químicas violentas con riesgo de incendio.

Los contenedores de aceite usado no se deben de contaminar con otras sustancias como desengrasadores, solventes, anticongelante, pintura, líquido de frenos u otros desechos semejantes, ya que pueden cambiar el aceite reciclable en un desecho peligroso. Los aceites gastados incluyen aceite de motor, aceite de diferenciales, aceite de engranajes, aceite hidráulico, aceite para lubricación y líquido para transmisiones.

Es importante mencionar que, incluso durante el almacenamiento temporal, los residuos peligrosos y no peligrosos deben seguir separados para prevenir la contaminación cruzada. Se deben realizar inspecciones regulares, para verificar el estado de los contenedores y recipientes, asegurándose de que no exista fugas o derrames, garantizando que se cumplan los plazos de almacenamiento. La persona que tenga la responsabilidad de esta tarea también debe vigilar y registrar el ingreso y salida de los diferentes residuos.

En cuanto al equipo de protección personal, es necesario para poder manipular estos residuos y desechos sólidos y así poder prevenir enfermedades o lesiones, esto para garantizar un entorno seguro y saludable para los trabajadores dentro del taller automotriz. Es necesario que el

empleado, al querer manipular o acercarse a residuos peligrosos, use equipo de protección personal como: protección ocular, gafas de seguridad o protectores faciales; protección respiratoria, respiradores de cara completa, máscaras respiratorias o máscaras quirúrgicas; y protección de manos, guantes de seguridad, para evitar quemaduras en manos y pies o absorción de sustancias tóxicas. Además, se debe señalizar el equipo de protección obligatorio a usar para poder acercarse a estos desechos.

Figura 15.

Señalización de equipo de protección personal



Nota. Señales de equipo de protección personal para la manipulación de residuos y desechos peligrosos. Obtenido de MEES (2021). *Señalamiento de uso obligatorio de casco, guantes y lentes.* (<https://www.mees.com.mx/producto/sob-038-senalamiento-uso-obligatorio-de-casco-guantes-y-lentes/>), consultado el 02 de septiembre de 2023. De dominio público.

Para que exista un adecuado cumplimiento de manejo de residuos y desechos sólidos durante el periodo de almacenamiento, se debe llevar a cabo un registro semanal o mensual de la cantidad de residuos generados en el taller automotriz, en el mismo se verificará la disposición final y el correcto almacenamiento de los desechos.

La bitácora es un documento importante y debe permanecer cerca del almacenamiento temporal a disposición de la persona encargada de realizar las inspecciones reguladas. No debe ser alterada o modificada y se debe conservar en buen estado. Para tal documento se debe registrar el nombre del residuo, las características de peligrosidad, fecha de salida de almacenamiento temporal, nombre de la empresa encargada de disposición final, firma del responsable técnico de la bitácora y firma de gerente general.

En cada uno de los residuos y desechos sólidos se debe especificar la forma de manejo que se le dará, ya sea reutilización, reciclaje, tratamiento, incineración, confinamiento, entre otros, seguido de las características físicas, químicas o biológicas de los residuos y especificando en qué estado físico se almacena.

El etiquetado para la identificación de contenedores para residuos y desechos sólidos de los motores de combustión interna, deberá llevar la información del nombre del residuo, características de peligrosidad, la fecha de inicio de almacenamiento, el equipo de protección personal requerido y el rombo de seguridad para las medidas de prevención y seguridad del trabajador.

3.4. Capacitación al personal del taller mecánico

Es importante que los empleados del taller comprendan la importancia de gestionar adecuadamente los residuos en un taller mecánico automotriz y esto contribuye a la protección del medio ambiente y la salud humana. A continuación se indica los temas que deben ser tratados para todos los empleados en los talleres mecánicos.

- El adecuado manejo y gestión de los residuos contaminantes producidos en los talleres automotrices: en este proceso de capacitación, se debe impartir toda la información estructurada de los primeros capítulos plasmados en la investigación.
- Manejo adecuado de derrames, en el caso de que se produzca un derrame de fluido, debido a que se haya sobrepasado de la capacidad de los contenedores, alguna fuga de aceite que presente el motor, por alguna pérdida durante el transvase o durante alguna operación dentro del taller mecánico.

Tabla 6.

Manejo adecuado de derrames

Manejo adecuado de derrames	
Elementos necesarios para atender la situación	Equipo de protección personal, material absorbente, escobas, palas, embudos, entre otros.
Identificar sustancia y evaluar el incidente	Evaluar el área, localizar el origen de la fuga o derrame, buscar la etiqueta de sustancia peligrosa para la debida identificación y riesgo, comunicar al mando superior, intentar de detener el derrame solo si se puede hacer de una manera segura, evitar contacto directo con el residuo.
Notificación a jefe superior	Entregar información que a jefe inmediato.
Asegurar el área	Alertar a compañeros de trabajo el incidente, ventilar el área, rodear el derrame con material absorbente, apagar equipo o fuente de ignición, disponer de extintores.
Manejo adecuado de derrames	
Controlar el derrame	Colocarse el equipo de protección personal, evitar la contaminación de recursos naturales.
Limpieza de zona contaminada	Intentar recuperar sustancia, absorber o neutralizar en caso de ácido, lavar la zona contaminada.
Descontaminar equipo y personal	Disponer de una zona de descontaminación, lavar equipo y ropa, personas que intervinieron deben de descontaminarse.

Nota. Plan de capacitación de derrames. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- La capacitación de equipo de protección personal debe cubrir el uso de equipo para la piel, ojos y la adecuada ropa de trabajo, para poder laborar dentro del taller mecánico automotriz.

Tabla 7.

Plan de equipo de protección personal

Equipo de protección personal	
Protección de la piel	Evitar el contacto prolongado con los fluidos contaminantes u otras sustancias agresivas, no usar gasolina o diésel para lavar herramientas ni las manos o cualquier parte del cuerpo.
Protección de manos	Usar guantes cuando se realicen tareas en la manipulación de estos desechos. Evitar uso de anillos, pulseras y cadenas. Tener precaución al momento de levantar pesos, teniendo en cuenta que las manos no deben estar cubiertas de alguna sustancia aceitosa.
Protección de pies	Usar un calzado con certificado de seguridad, con la finalidad de proteger los pies de alguna lesión o fractura. Con Planta de zapato antideslizante y antiestático.
Protección de ojos	Usar gafas ara tareas que implican un riesgo de cambio de fluidos contaminantes, operaciones a realizar debajo del vehículo, carga de batería, etc.
Equipo de protección personal	
Controlar el derrame	Colocarse el equipo de protección personal, evitar la contaminación de recursos naturales
Ropa de trabajo	La ropa debe mantenerse de lo más limpia posible, en prevención de riegos higiénicos. Las prendas no deben presentar roturas ni que presenten partes sueltas. No utilizar gasolina u otro elemento solvente inflamable para limpiar la ropa.

Nota. Plan de capacitación de equipo de protección personal. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Es importante dejar en claro que no se debe mezclar el anticongelante, combustible, desengrasante o cualquier otro líquido dentro del contenedor específico para aceite gastado. No mezclar desechos, ya que existe menos probabilidades para reciclar los

desechos y será más costoso manejarlos, mezclar los desechos podría causar alguna reacción química que podría producir alguna explosión o gases tóxicos.

- **Primeros auxilios.** Con esta etapa de la capacitación para los trabajadores del taller mecánico, se busca establecer recomendaciones básicas y complementarias sobre los pasos a seguir para la atención de personas en el caso de un accidente. Cabe señalar que se recomienda colocar en un lugar visible números de teléfonos de organismos de control, para que puedan llegar al área de trabajo para brindar ayuda en caso de emergencia.

Tabla 8.

Primeros auxilios en caso de una emergencia

Primeros auxilios para riesgos y peligros	
Botiquín de primeros auxilios	Debe estar ubicado en un lugar fácil de acceso y señalizado, debe de contar con agua destilada, bicarbonato de sodio, agua oxigenada, gasa esterilizada, vendas, alcohol y analgésicos.
Cuerpo extraño y salpicadura en los ojos	Realizar un lavado intenso y continuo de los ojos, evitar frotar los ojos, ubicar el cuerpo extraño dentro del ojo y retirarlo con la punta de un pañuelo limpio. En caso de salpicadura de ácido de batería, lavar los ojos con abundante agua y evitar el movimiento del ojo afectado.
Intoxicación por hidrocarburos	Los hidrocarburos pueden penetrar el organismo por las siguientes vías: dérmica, inhalatoria o digestiva. La dermatitis, es causa cuando se usa solventes, grasa, entre otros. Sin la protección necesaria, para evitarla deben utilizar guantes; crisis de sofocación, se produce por medio de gases o líquidos cuando se aspiran; gastritis, cuando se ingieren hidrocarburos oralmente, algunos trabajadores realizan operaciones de combustible con una manguera para succionar, y esto conlleva los casos de ingesta del hidrocarburo.

Continuación de la tabla 8.

Protección de ojos	Usar gafas para tareas que implican un riesgo de cambio de fluidos contaminantes, operaciones a realizar debajo del vehículo, carga de batería, entre otros.
Quemaduras	Quitar objetos como anillos, pulseras o zapatos que estén cerca de la zona lesionada. En quemaduras de primer y segundo grado, se debe colocar paños de agua fría. Las quemaduras provocadas por ácido de batería, lavar la zona afectada con agua. No tocar la zona quemada y no reventar ampollas.
Ropa de trabajo	La ropa debe mantenerse de lo más limpia posible, en prevención de riegos higiénicos. Las prendas no deben presentar roturas ni que presenten partes sueltas. No utilizar gasolina u otro elemento solvente inflamable para limpiar la ropa.

Nota. Plan de capacitación de primeros auxilios para riesgos y peligros. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Para el manejo de residuos con los clientes, es necesario mostrar a estos los repuestos que fueron necesarios de reemplazo durante el mantenimiento de su vehículo, con el propósito de que los clientes observen que fueron reemplazados por nuevos. Además de mostrar cuál es el almacenamiento, tratamiento y disposición final que tendrán los desechos sólidos y residuos, el cliente tendrá la decisión final si deja o no los residuos en los centros de servicio del taller automotriz.

3.5. Reducción de residuos generados

La sección de reducción de residuos generados es esencial para promover prácticas sostenibles en el taller mecánico automotriz y minimizar la cantidad de residuos producidos. Se tendría que iniciar con una auditoría de residuos para comprender en qué áreas del taller se generan más residuos y desechos sólidos, área de servicio o área de diagnóstico, se

usaría la bitácora de entrada o salida de los residuos y desechos para poder identificar oportunidades de mejora.

Es ideal promover el uso eficiente de los materiales, como el reciclaje de partes desgastadas o dañadas siempre que sea posible, en lugar de reemplazarlas automáticamente. Un ejemplo sería que los recipientes de aceite se pueden reciclar utilizándolos como bandeja de tornillos o piezas de partes metálicas para el resguardo, al momento de un desensamble de un motor.

Con el apoyo de la bitácora de registro de residuos y desechos sólidos, se podrán implementar registros permanentes que permitan cuantificar los residuos que se generan, peligrosos y no peligrosos, todo ello con base en el número de órdenes de servicio realizadas por el taller mecánico automotriz, con el objetivo de determinar los indicadores de desempeño ambiental y la evolución que se vaya teniendo con el tiempo.

Los indicadores de desempeño servirían para establecer metas a corto y mediano plazo, con el objetivo de detectar posibles declives e implementar acciones correctivas, con el fin de alcanzar las metas propuestas. Con esto se pretende reducir el volumen de residuos y desechos peligrosos capacitando al personal de taller durante las actividades diarias y vigilar que no se generen más residuos de los necesarios o inevitables.

Tabla 9.

Ejemplo de metas a implementar para la reducción de residuos generados

Concepto	Indicador ambiental inicial (Kg/número de servicios)	Meta
Reducir la generación de recipientes vacíos de plástico que almacenaron aceite, anticongelante, combustible, entre otros.		
Reducir la generación de material sólido impregnado con aceite.		
Reducir la cantidad de derrames de aceite, combustible o refrigerante.		

Nota. Ejemplos de metas propuestas para reducir la cantidad de residuos generados. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Una vez analizada la situación del taller automotriz y cuantificada la cantidad de residuos y desechos sólidos generados, se pueden buscar posibles alternativas de minimización, aunque no todos los desechos que se generan pueden ser minimizados, como por ejemplo los aceites y filtros o baterías, esto debido a que depende principalmente del proceso de servicio del taller automotriz, entre más aumenten las actividades en el taller mayor será la posibilidad de que incremente el volumen de desechos generados.

Además de aplicar buenas prácticas y métodos más eficaces de trabajo, limpieza, mantenimiento y la manipulación del producto, se podrían proponer innovaciones tecnológicas que puedan ayudar a reducir el origen de la generación del residuo.

Tabla 10.

Reducción en el origen de residuos y desechos sólidos

	Reducción en origen		
	Buenas prácticas	Mejoras tecnológicas	Modificación del producto
Filtros usados	Correcta extracción, etiquetado, almacenamiento y vertidos.	Escoger el método más adecuado para prensar y remover el exceso de aceite para drenar el aceite, evitar que filtros de aceite, gasolina y aire se mezclen.	Uso de aceites sintéticos que permitan prolongar el recambio.
Envases contaminados con sustancias peligrosas	Correcto almacenamiento para evitar fugas y mezclas.	Acogimiento de tecnologías más limpias, minimizar la generación.	Buscar la sustitución de productos químicos por biodegradables. Se debería buscar adquirir productos en tambores de 200 L de capacidad, para evitar la compra de recipientes plásticos.
	Reducción en origen		
	Buenas prácticas	Mejoras tecnológicas	Modificación del producto
Baterías usadas	Guardar la batería en un área segura, cubierta de ventilación, pueden ser apiladas sobre un material plástico o de madera debido a que son un aislante eléctrico.	Mantener en condiciones óptimas su almacenamiento, para evitar el deterioro, para que mantengan sus condiciones, para su posterior reciclaje.	Adquirir marcas que garanticen la funcionalidad y disponibilidad durante años, y que permitan hacerles mantenimiento.

Continuación de la tabla 10.

Derrames accidentales	Limpiar inmediatamente los derrames y tener a la mano todos los materiales necesarios para limpiar el derrame.	Adopción de suelos impermeables.	Entrenar a los empleados cómo enfrentarse a un derrame accidental.
Drenaje completo de líquidos y aceites de motores	Usar recipientes debajo de los carros para recuperar todos los líquidos vaciados.	Reciclar líquidos.	Uso de aceites sintéticos que permitan prolongar el recambio.

Nota. Mejoras en prácticas de manejo y reducción de origen de residuos y desechos sólidos. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

La reducción de residuos es un proceso continuo que puede generar ahorros tanto económicos como ambientales.

3.6. Reciclaje

La etapa de reciclaje es esencial para abordar la gestión sostenible de residuos y poder tener un impacto positivo tanto en el medio ambiente como en la reputación de un taller mecánico automotriz.

El reciclaje consiste en la transformación de los residuos, para que vuelvan a ser utilizables. Esto implica una serie de procesos industriales, partiendo de residuos y desechos sólidos sometiéndolos a tratamientos químicos, físicos o biológicos, dando como resultado la adquisición de una serie de materiales que puedan pasar nuevamente como proceso de materia prima o como nuevo producto, con la clasificación y separación de los

residuos y desechos sólidos en cada uno de los contenedores específicos para la facilidad del proceso de reciclaje.

El reciclaje es una de las mejoras soluciones para el problema de la acumulación de residuos y desechos sólidos. Se trata de una serie de procedimientos que permiten aprovechar de una mejor manera los productos al recolectarlos y separarlos de una manera directa o indirecta. Reciclar conlleva beneficios generales como la disminución de la contaminación, ahorro de energía y fomenta el consumo responsable, pero también beneficios económicos de materias primas más baratas, fomento de empleo y economía circular.

- El aceite gastado podría ser reciclado por recuperación y refinamiento por medio de un transportador de aceite o vendedor de combustible, que lo quema dentro de un aparato de calefacción aprobado y ubicado en el área de la empresa, o puede que se mande afuera del área para quemarse y recuperar energía.
- El anticongelante puede reciclarse por medio del reúso, de la destilación, de la filtración, o del intercambio de iones. El reciclaje del anticongelante puede hacerse dentro del taller mecánico o fuera de la empresa por un servicio profesional que recicle el anticongelante.
- Para determinar si una batería puede reutilizarse o revenderse deben probarse primero. Si están desgastadas, deben sacarse las terminales de plomo de los cables y guardarlos dentro de un recipiente como para aguantar el peso del plomo. Las terminales de las baterías deben dejarse como están para que se reciclen junto con las baterías.
- Para los filtros de aceite usados, solamente se deben reciclar cuando hayan sido drenados y aplastados.

Figura 16.

Trituradora industrial de planta de reciclaje de filtros de aceite



Nota. Procesos de trituración, molición, separación, clasificación y limpieza de filtros de aceite. Obtenido de SOYU (s.f). *Planta de reciclaje de filtros de aceite.* (<http://shredder-crushers.com/2-4-oil-filter-recycling-plant.html>), consultado el 07 de septiembre de 2023. De dominio público.

- El reciclaje plástico, desafortunadamente, está compuesto de muchos materiales diferentes que no son compatibles y que no deben mezclarse. Para tener éxito en el reciclaje hay que separar los diferentes tipos de plástico.

3.7. Tratamiento y disposición general

Parte fundamental del programa de manejo de residuos y desechos sólidos es definir cómo se manejarán estos desechos una vez hayan sido segregados, almacenados temporalmente y reciclados, si es posible. Es importante recordar que no se deben mezclar los desechos, al mezclarlos

hay menos posibilidades para reciclarlos y sería más costoso manejarlos, por lo cual es importante marcar e identificar los contenedores.

Tabla 11.

Mejores maneras de tratar un desecho

Tipo de desecho	Mejores maneras para manejarlo
Aceite gastado	Reciclarlo.
Anticongelante	Reutilizarlo o reciclarlo dentro o fuera del taller.
Baterías	Reciclarlas, no deben guardarse por más de 6 meses.
Combustible gastado	Botarlo usando una compañía autorizada de recibir desechos peligrosos.
Filtros de aceite usados	Drenarlos y reciclar los filtros por medio de un comprador de desechos metálicos.
Recipientes vacíos	Reutilizarlos dentro del taller después de vaciar todo el producto. Los recipientes más grandes como barriles deben ser reciclados. En la recicladora se debe de informar si aceptan los recipientes vacíos.

Nota. Mejores formas para manejar un desecho de motor de combustión interna. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Los procesos de disposición final de desechos peligrosos sólidos pueden ser a través de compactación, reciclaje, tratamiento, confinamiento, incineración o desintegración. Se debe aclarar que los talleres automotrices deben obligatoriamente realizar la separación de los desechos, evitando una contaminación cruzada en la disposición final. Además, se debe prohibir los siguientes procesos para contaminantes sólidos y líquidos:

- Quema de desechos sólidos producidos en los talleres automotrices.
- Abandono, derrames o vertido de cualquier material residual en orillas de ríos o barrancos.

- Mezclar diferentes tipos de desechos en un mismo recipiente.

Tabla 12.

Disposición final de desechos sólidos

Desecho sólido	Disposición final
Filtros de aceite	Los filtros, luego de ser escurridos y compactados, pueden ser entregados a personas que realizan la recolección de aceite gastado.
Baterías	Pueden ser entregadas a las empresas distribuidoras de este componente o a las mismas compañías que brindan la adecuada disposición final y el correcto reciclado.
Trapos, wipe, aserrín	Se deben desechar en una bolsa plástica, identificando que es un residuo contaminado y peligroso.
Envases vacíos de plástico, filtro de combustible y recipientes metálicos	Deben ser previamente escurridos dependiendo de su contenido en el recipiente correspondiente. Tratados por organismos especializados para darle una disposición final.
Chatarra	Puede ser entregado por entidades recicladoras para que puedan garantizar la adecuada disposición final que brindan a este tipo de desecho y reciclaje.

Nota. Disposición final de los desechos sólidos. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

4. PRUEBA DE PROGRAMA PILOTO EN EL TALLER MECÁNICO AUTOMOTRIZ AUTO SERVICIOS LOS DOS

El propósito de la prueba del programa piloto de manejo de residuos y desechos sólidos es comprobar si existe incidencia en el desenvolvimiento y reducción de residuos y desechos en un taller mecánico automotriz, poniendo a prueba el programa en el taller Auto Servicios Los Dos. Los resultados de la prueba podrían no ser generalizables a otros talleres, ya que la muestra es limitada a un solo taller.

La duración de la prueba es de una semana, esto proporcionará un marco temporal claro para la implementación y evaluación en la duración prevista de la prueba piloto. La razón por la cual se decidió implementar el programa piloto en la agencia mencionada es porque no cumple con la mayoría de las regulaciones legales para reducir el impacto ambiental y con un manual de gestión ambiental para residuos y desechos sólidos de motores de combustión interna.

Los recursos necesarios para implementar el programa de residuos y desechos sólidos de motores de combustión interna son contenedores específicos para el almacenamiento de residuos, la señalización de equipo de protección personal y peligrosidad de los residuos, así como el material de capacitación de personal para las buenas prácticas para el manejo de residuos y desechos peligrosos.

4.1. Caracterización del taller mecánico Auto Servicios Los Dos

El taller está ubicado en el municipio de Chimaltenango, departamento de Chimaltenango. Con un trayecto de más de treinta años en el área de servicios automotrices, el taller cuenta con la capacidad aproximada de almacenamiento de quince vehículos livianos.

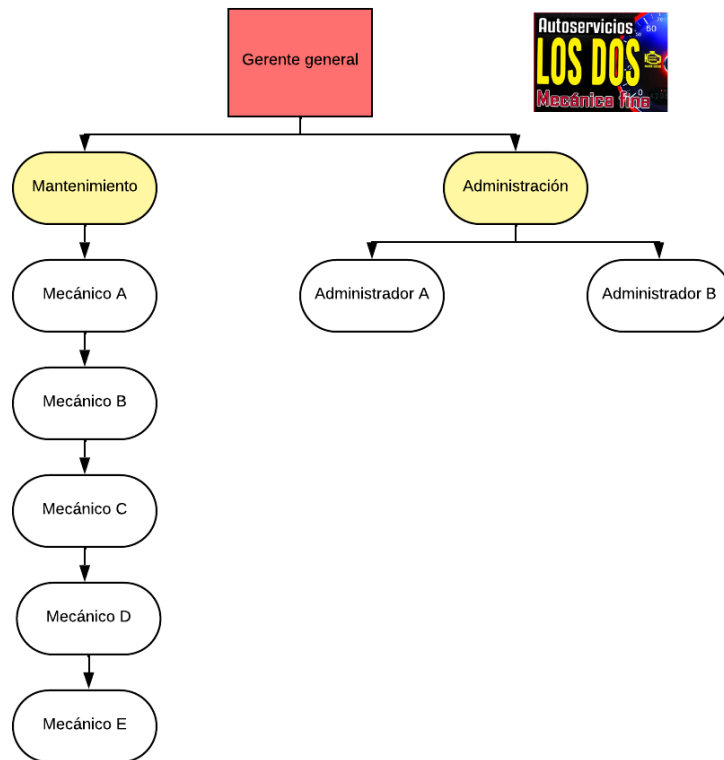
Se enfoca en servicios de diagnóstico, reparaciones y mantenimiento general de vehículos automotores livianos y camiones ligeros. Ofrece servicios de reparación de motores a gasolina y diésel, mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, cambios de aceite y filtro de motor, revisión de suspensión, transmisión y sistema de frenos. Su horario de funcionamiento es de lunes a viernes de 8:00 a.m. a 5:30 p.m. y sábados de 8:00 a.m. a 1:00 p.m.

El taller mecánico cuenta con equipos neumáticos, puentes hidráulicos, herramientas manuales para llevar a cabo el mantenimiento de los vehículos y equipo de diagnóstico para realizar el mantenimiento preventivo y predictivo. Los clientes del taller mecánico, en su mayoría, son propietarios de vehículos particulares que han depositado su confianza tras años de trayecto y experiencia que ofrece el taller mecánico automotriz.

El personal del taller cuenta con cuatro mecánicos, encargados del diagnóstico y mantenimiento a los vehículos; dos administradores encargados de la recepción del vehículo hasta la entrega del cliente, así como la planificación y dirección de actividades de la empresa; y un gerente general, encargado de la supervisión total de las dos áreas, dirigiendo y controlando las actividades del área de mantenimiento y de administración.

Figura 17.

Organigrama del taller mecánico Auto Servicios Los Dos



Nota. Organigrama del taller mecánico automotriz, Auto Servicios Los Dos. Elaboración propia, realizado con Lucidchart.

La gestión actual de residuos y desechos sólidos que presenta el taller es ineficiente, no cuenta con contenedores específicos para desechos de motores de combustión interna, con una gran acumulación de repuestos y chatarra, contenedores con presencia de derrames y sin la presencia de señalización de prevención y seguridad para la manipulación de residuos y desechos sólidos de los motores de combustión interna. También tiene una

incorrecta manera para almacenamiento de baterías, contendedores de residuos y desechos sólidos de motores.

Figura 18.

Contenedores de aceite con presencia de derrame



Nota. Depósitos de aceite sin la debida señalización y con la presencia de derrames.
Elaboración propia.

Figura 19.

Almacenamiento inadecuado de desechos de motores de combustión interna



Nota. Acumulación de recipientes plásticos y desechos de repuestos de motores. Elaboración propia.

Figura 20.

Mal almacenamiento de baterías usadas



Nota. Acumulación de baterías usadas e inadecuada forma de almacenamiento. Elaboración propia.

El taller mecánico Auto Servicios Los Dos no cuenta con una correcta señalización de residuos y desechos sólidos peligrosos y no peligrosos, tampoco con un etiquetado correcto para la identificación de estos residuos, ni con la señalización de equipo de protección personal para los empleados del taller mecánico. La presencia de derrames de aceite gastado y la acumulación de repuestos de motores hace que en el taller se vea que no hay orden jerarquizado en su generación de residuos y desechos sólidos, ni un correcto cumplimiento de la legislación inherente nacional.

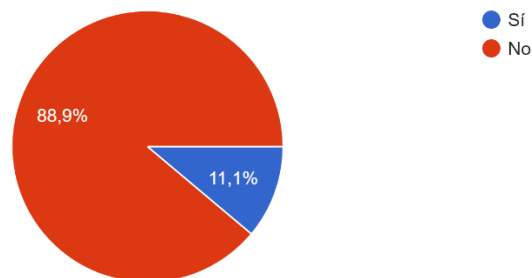
Al realizar una encuesta inicial, en donde el objetivo era conocer la situación actual del manejo de residuos y desechos sólidos en el taller, para llevar a cabo el programa piloto e implementar las buenas prácticas en el taller, se obtuvieron respuestas de dos empleados del área de administración, cinco de empleados técnicos, un pasante en el área de mantenimiento y una del propietario del taller automotriz.

Figura 21.

Gestión actual del manejo de residuos y desechos sólidos

¿El taller tiene actualmente un programa o políticas establecidas para el manejo de residuos y desechos sólidos?

9 respuestas



Nota. El gráfico muestra los resultados de que el taller no cuenta con políticas para el manejo de desechos de motores de combustión interna. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

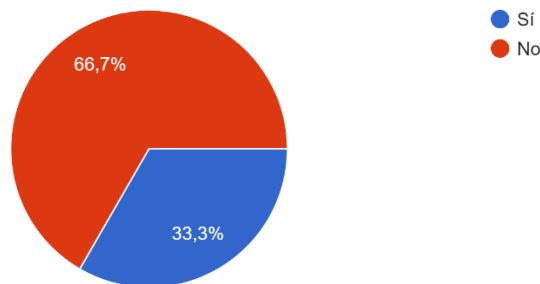
Ocho de los nueve encuestados han contestado que el taller no cuenta con un programa ni políticas para el manejo de residuos y desechos sólidos de motores de combustión interna, ya que no posee una política referente a un plan para el desecho de los residuos, es decir que efectúa el manejo sin ningún tipo de criterio.

Figura 22.

Clasificación actual de residuos y desechos como no peligrosos y peligrosos

¿El taller clasifica los residuos y desechos en categorías como peligrosos y no peligrosos?

9 respuestas



Nota. El gráfico muestra los resultados que el taller en su mayoría no clasifica los desechos en peligrosos y no peligrosos. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

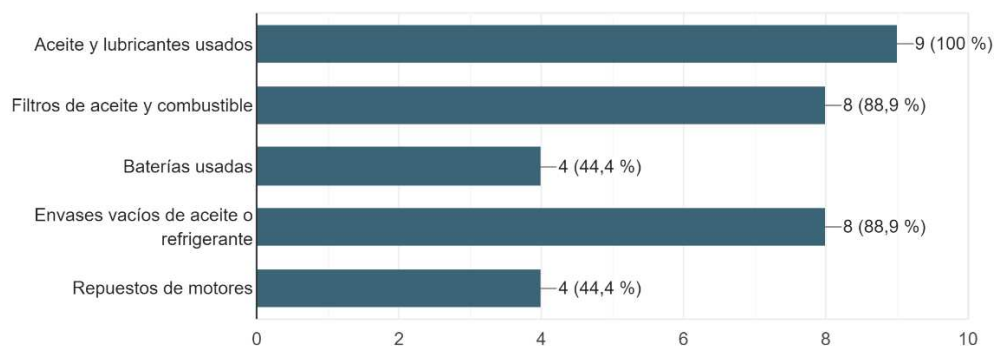
El 33.3 % de los encuestados manifiesta que clasifican los residuos en peligrosos y no peligrosos, sin embargo, en la observación actual en el área de trabajo se puede observar que no se tiene ninguna señalización, ni advertencias acerca de cómo identificar los residuos peligrosos y no peligrosos. Esto puede ser debido al desconocimiento o una despreocupación por el medio ambiente y la salud.

Figura 23.

Residuos y desechos que se generan con mayor frecuencia

¿Qué tipo de residuos o desechos sólidos se generan con mayor frecuencia en el taller? (Marca todas las que correspondan)

9 respuestas



Nota. El gráfico muestra los resultados de que en el taller el aceite usado, filtros y envases son los desechos más generados en el taller. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Según lo que contestaron los encuestados, demuestran que los desechos y residuos que se generan con mayor frecuencia en el taller son el aceite usado de motores, los filtros de aceite y combustible, y los envases vacíos de aceite o refrigerante.

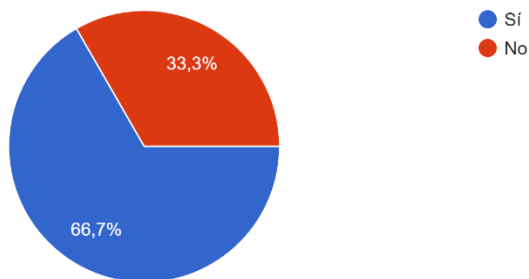
Por otra parte, los desechos sólidos, baterías usadas y los repuestos de motores no se generan con mayor frecuencia en el taller automotriz.

Figura 24.

Personal técnico con conocimiento de cómo manipular desechos

¿Su personal técnico conoce como manipular desechos contaminantes con seguridad?

9 respuestas



Nota. El gráfico muestra los resultados de la cantidad de personal que cuenta con conocimiento de cómo manipular desechos con seguridad. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

El 66.7 % expone que tiene conocimiento de cómo manejar los desechos contaminantes con seguridad, ya que en el caso que exista un derrame de algún tipo de fluido, proceden a utilizar aserrín como objeto absorbente, y los técnicos tienen el equipamiento necesario para cuidar su integridad.

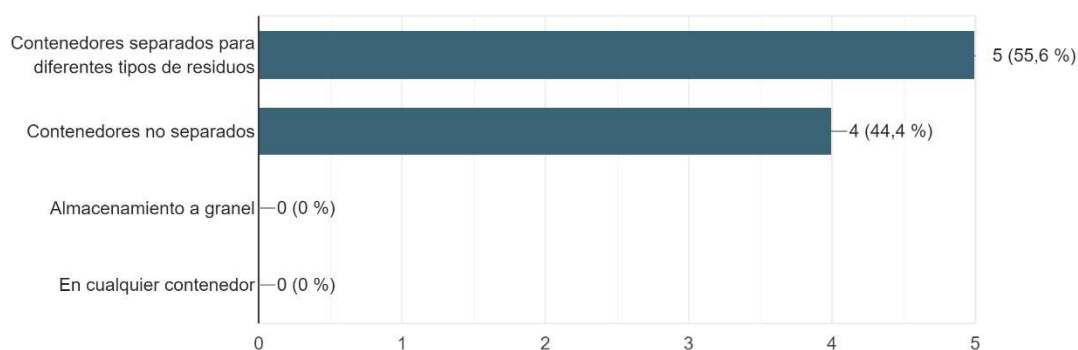
El 33.3 % encuestados demuestra que tienen un bajo conocimiento de los daños que podrían provocar los residuos contaminantes, ya que estos realizan sus labores sin mayor cuidado y los sólidos los acumulan en cualquier lugar del taller. No obstante, es necesario recordar y señalar el equipo de seguridad personal obligatorio para la manipulación de desechos contaminante. Por lo tanto, es necesario aplicar el plan de capacitación de manejo de residuos y desechos sólidos.

Figura 25.

Almacenamiento de residuos y desechos en el taller Auto Servicios Los Dos

¿Cómo se almacenan actualmente los residuos y desechos sólidos en el taller? (Marca todas las que correspondan)

9 respuestas



Nota. El gráfico muestra los resultados de la manera en que se almacenan los residuos y desechos sólidos en el taller. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

El 55.6 % contestó que el almacenamiento se realiza con contenedores separados, teniendo un contenedor específico para el aceite usado, pero tiene presencia de derrames. Un contenedor de chatarra, pero con una acumulación excesiva. Un depósito de combustible, pero con presencia de derrames y sin señales de prevención.

El 44.4 % expresa que no almacena sus desechos y residuos en contenedores separados. Almacenan filtros de aceite y combustible en los contenedores para los desechos comunes que se generan dentro del área de administración. Por ende, se debe adquirir los contenedores y recipientes

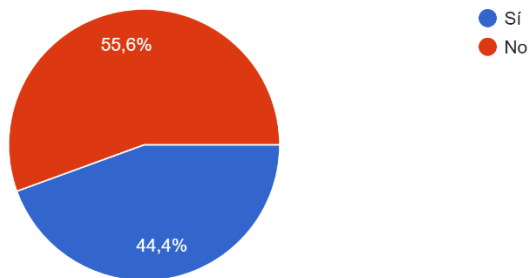
específicos necesarios para el almacenamiento de estos residuos y desechos.

Figura 26.

Inspecciones semanales al área de almacenamiento

¿Se hacen inspecciones semanales del área de almacenamiento de residuos para verificar que no existan derrames de fluidos?

9 respuestas



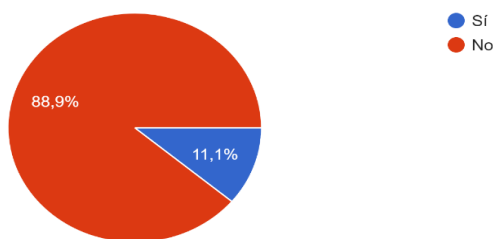
Nota. El gráfico muestra los resultados de si se ha realizado supervisiones semanales en búsqueda de presencia de derrames de fluidos en contenedores. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

El 55.6 % de los encuestados indica que no se hacen inspecciones semanales al área de almacenamiento para verificar si no existen derrames de fluidos, esto puede ser por el trabajo acumulado que tiene el taller y que no dispongan del tiempo necesario o una correcta organización para poder coordinar la supervisión del estado del almacenamiento de residuos.

Figura 27.

Etiquetado correcto de residuos peligrosos y no peligrosos

¿Su taller cuenta con el etiquetado correcto de residuos peligrosos y no peligrosos?
9 respuestas

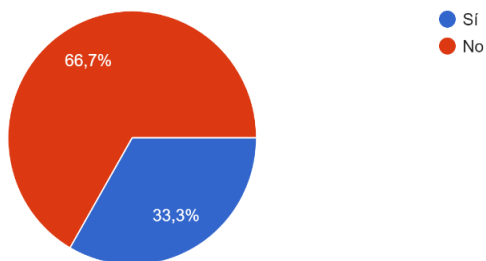


Nota. El gráfico muestra como resultado una deficiencia en el etiquetado de residuos peligrosos. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Figura 28.

Señalización de equipos de protección personal

¿Su taller cuenta con el señalamiento correcto de equipo de protección personal para la manipulación de residuos peligrosos?
9 respuestas



Nota. El gráfico muestra como resultado la falta de señalización de equipo de seguridad personal. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

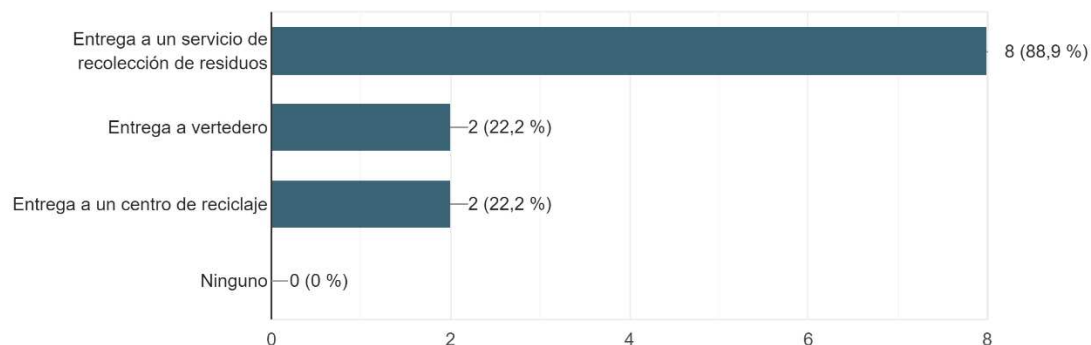
El taller no cuenta con señalización y etiquetado para la identificación de residuos peligrosos y no peligrosos en el área de almacenamiento. Tampoco cuenta con la completa señalización del uso de equipo de protección personal para manejar los residuos y desechos peligrosos que se almacenan en el taller automotriz.

Figura 29.

Disposición actual para el desecho de residuos y desechos sólidos

¿Cómo se desechan actualmente los residuos y desechos sólidos del taller? (Marca todas las que correspondan)

9 respuestas



Nota. El gráfico muestra la forma en que el taller desecha los residuos y desechos sólidos generados en el taller mecánico. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

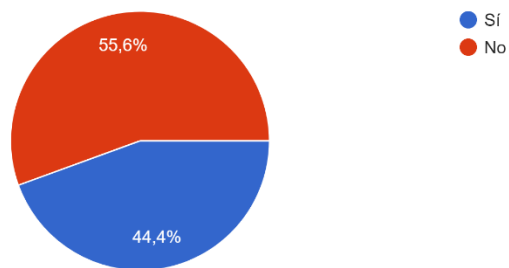
Los encuestados expresan que la mayoría de los desechos sólidos y residuos de motores de combustión interna son desechados por medio de la entrega de un servicio de recolección de residuos. Pero sí tienen la buena práctica de la entrega de fluidos a un vertedero adecuado para la disposición de estos residuos y el desecho de chatarra a un centro de reciclaje.

Figura 30.

Reutilización de piezas o componentes de motores en el taller

¿Se han considerado prácticas de reutilización de piezas o componentes de motores en lugar de desecharlos?

9 respuestas



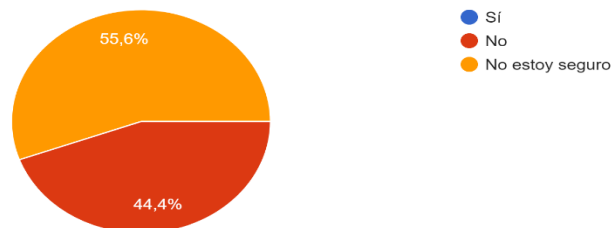
Nota. El gráfico muestra como resultado que en su mayoría no se tienen prácticas de reutilización de piezas o componentes. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Figura 31.

Conocimiento de las regulaciones y normas sobre manejo de residuos

¿El taller está al tanto de las regulaciones y normativas locales, estatales o nacionales relacionadas con el manejo de residuos?

9 respuestas



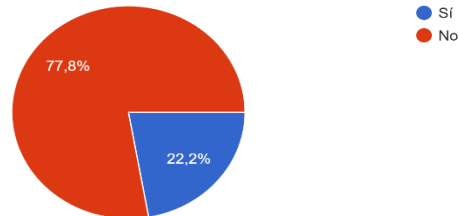
Nota. El gráfico muestra como resultado que el taller desconoce acerca de las regulaciones nacionales sobre el deber del manejo de residuos. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Según los resultados de la encuesta inicial, los miembros que conforman el taller desconocen las regulaciones y reglamentos nacionales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos.

Figura 32.

Inspecciones al taller relacionadas con el manejo de residuos

¿El taller ha recibido alguna inspección o sanción relacionada con el manejo de residuos en los últimos 12 meses?
9 respuestas

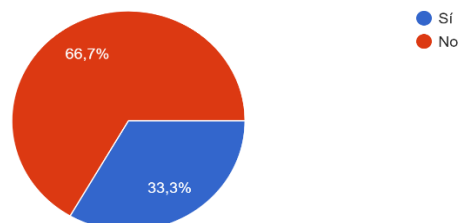


Nota. El gráfico muestra como resultado que el taller no ha recibido una inspección de gestión de residuos. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Figura 33.

Capacitación al personal sobre correcta gestión de residuos y desechos

¿Se ha llevado a cabo alguna capacitación o concientización sobre la gestión de residuos con el personal del taller?
9 respuestas



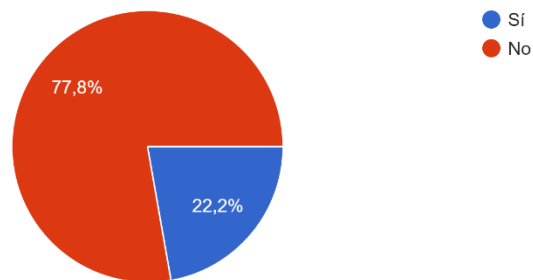
Nota. El gráfico muestra como resultado que en su mayoría no se ha llevado a cabo una capacitación al personal del taller. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Figura 34.

Capacitación al personal sobre primeros auxilios para riesgos y peligros

¿Se ha llevado a cabo alguna capacitación sobre primeros auxilios para riesgos y peligros con el personal del taller?

9 respuestas



Nota. El gráfico muestra como resultado que en su mayoría no se ha llevado a cabo una capacitación al personal del taller. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

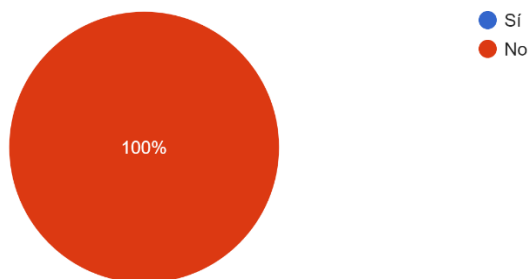
Según los resultados de la encuesta inicial, el taller no ha brindado la suficiente capacitación o concientización al personal de taller acerca de las buenas prácticas en el manejo de residuos y desechos sólidos, así como las actuaciones que deben hacer en el momento que se presente un accidente y peligros que pueden ocasionar estos desechos.

Figura 35.

Información sobre prácticas de manejo de residuos a clientes y comunidad

¿El taller ha compartido información sobre sus prácticas de manejo de residuos con los clientes o la comunidad local?

9 respuestas



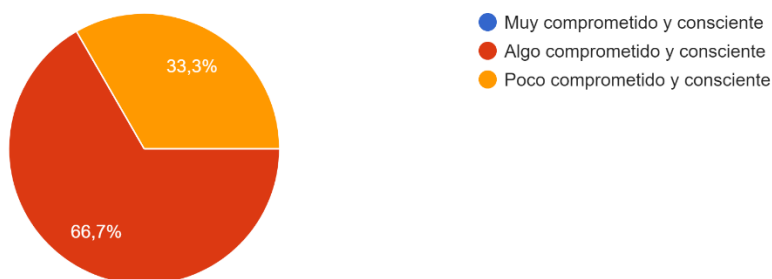
Nota. El gráfico muestra como resultado que no se comparte información a los clientes sobre la gestión de residuos y desechos sólidos. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Figura 36.

Compromiso del personal con la gestión de residuos y desechos

¿Cómo describiría el nivel de conciencia y compromiso del personal del taller en relación con la gestión de residuos?

9 respuestas



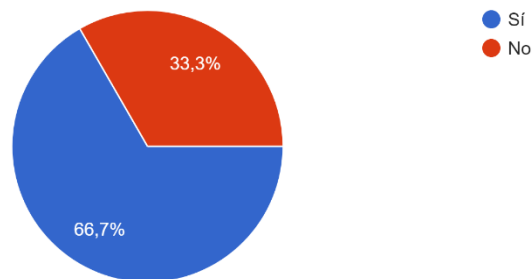
Nota. El gráfico muestra como resultado que el taller no está totalmente comprometido con la gestión de residuos. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Figura 37.

Planes para mejoras a prácticas de manejo de residuos y desechos

¿El taller tiene planes para implementar mejoras futuras en sus prácticas de manejo de residuos?

9 respuestas



Nota. El gráfico muestra como resultado que el taller sí tiene planes futuros para mejorar su gestión de residuos y desechos sólidos. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Tras haber recolectado los resultados de la encuesta final, se puede comprobar que el taller Auto Servicios Los Dos está consciente de que su gestión de manejo de residuos de motores de combustión interna es deficiente y no cumple con la mayoría de los reglamentos nacionales que establece el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

No cuenta con un etiquetado y señalización correctos para identificar los desechos y residuos como peligrosos o no peligrosos, del mismo modo que no cuenta con los suficientes recipientes y contenedores para separar de una manera correcta todos los desechos que se generan en el taller. Hay recipientes de fluidos con presencia de derrames y una acumulación excesiva de contenedores de lubricantes y refrigerantes.

4.2. Implementación del programa piloto en Auto Servicios Los Dos

La fecha de inicio de prueba del programa piloto fue el de 30 de septiembre de 2023.

Se requirieron recursos necesarios para la implementación del programa, como dos contenedores, uno para filtros usados y otro para recipientes vacíos. Se adquirió una estantería para la colocación de baterías usadas y depósitos de combustible. Se puso carteles para la señalización y etiquetado requerido para la identificación de cada uno de los residuos y desechos sólidos.

Figura 38.

Implementación de programa para almacenamiento de residuos y desechos



Nota. Separación y señalización correcta para recipientes, filtros y aceite usados.
Elaboración propia.

Figura 39.

Aplicación de programa para almacenamiento de baterías y combustible



Nota. Separación y señalización correcta para baterías y combustibles, con una correcta ventilación. Elaboración propia.

Al implementar el programa, se observa que en el taller mecánico se tiene un área más ordenada y limpia. Con la aplicación del programa piloto, el taller mejora la imagen hacia el cliente y demuestra que el taller tiene un compromiso con la conservación del medio ambiente y el cumplimiento de las regulaciones nacionales.

Figura 40.

Implementación de programa para residuos no peligrosos



Nota. Separación y señalización correcta para chatarra y desechos inorgánicos de motores de combustión interna. Elaboración propia.

Se llevó a cabo la capacitación al personal del taller mecánico acerca de los procedimientos del programa de manejo de residuos, primeros auxilios y el cumplimiento de reglamentos nacionales. Se procedió con una serie de acciones para implementar el programa, entre estas la capacitación inicial hasta la limpieza del área asignada para la colocación de residuos peligrosos y no peligrosos, como también las buenas prácticas en las operaciones diarias del taller.

Para supervisar el correcto cumplimiento del programa se realizaron revisiones para que no exista ningún tipo de derrame o una mala manera de separación de desechos, esto para que los empleados y superiores del taller comiencen a tener la costumbre y el buen hábito de promover la correcta gestión y disposición final de desechos que se generan en las actividades diarias del taller.

4.3. Resultados del programa piloto en Auto Servicios Los Dos

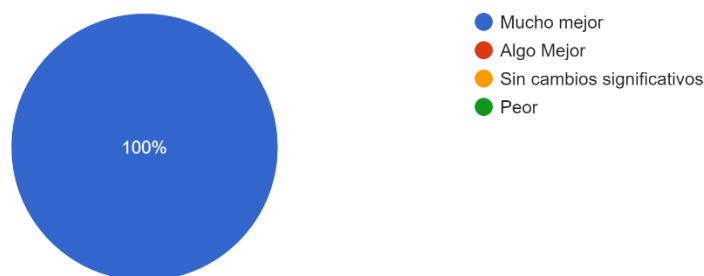
La prueba del programa piloto concluyó el 7 de octubre de 2023, al finalizar se realizó una encuesta final en que se puede resumir y presentar hallazgos clave obtenidos durante la implementación del programa de manejo de residuos en el taller.

Figura 41.

Eficacia en el manejo de residuos y desechos sólidos del programa

En comparación con antes de la implementación del programa piloto, ¿Cómo calificaría la eficacia del manejo de residuos en el taller?

8 respuestas



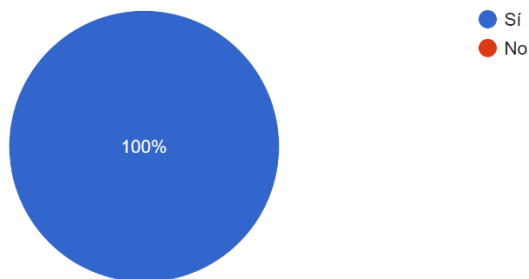
Nota. El gráfico muestra como resultado que el taller mejoró en el manejo de residuos y desechos sólidos. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Figura 42.

Mayor concientización del personal del taller acerca de la gestión de residuos

¿Cree que la implementación del programa piloto ha mejorado la conciencia del personal sobre la gestión de residuos?

8 respuestas



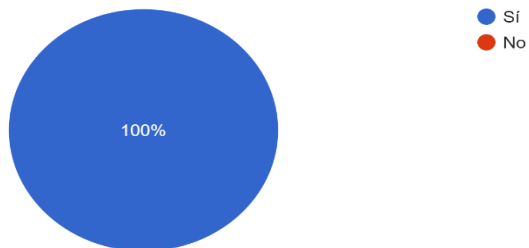
Nota. El gráfico muestra como resultado que el programa ayudó a mejorar la conciencia del personal en la importancia de la gestión de residuos. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Figura 43.

Comunicación y colaboración del personal en el manejo de residuos

¿El programa piloto ha mejorado la comunicación y colaboración entre los miembros del personal en relación con el manejo de residuos?

8 respuestas



Nota. El gráfico muestra como resultado que el programa tuvo incidencia en la colaboración del personal con el manejo de desechos. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

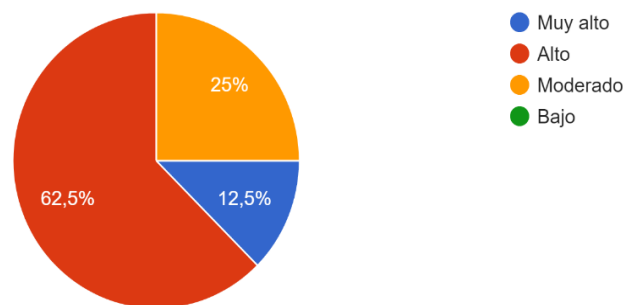
Los resultados muestran una mejoría en relación con la percepción del personal, mejorando la conciencia sobre la gestión de residuos y la participación en la implementación del programa y cualquier contribución positivo al proceso.

Figura 44.

Cumplimiento del personal con políticas y procedimientos piloto

¿Cómo calificaría el nivel de cumplimiento del personal con las políticas y procedimientos del programa piloto de manejo de residuos?

8 respuestas



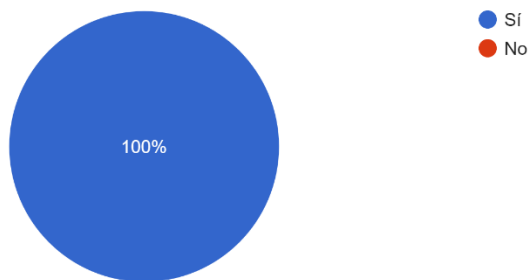
Nota. El gráfico muestra como resultado que el personal califica como alto el nivel de cumplimiento de políticas y procedimientos del programa. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Figura 45.

Mejora en la clasificación y separación de residuos en el taller

¿Ha observado una mejora en la clasificación y separación de residuos en el taller desde la implementación del programa?

8 respuestas



Nota. El gráfico muestra como resultado que, desde que se puso a prueba el programa en el taller, se ha presentado una mejora en la clasificación y separación de residuos. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Se demuestra que, durante la prueba piloto del programa de manejo y desechos sólidos en el taller, se ha llevado el cumplimiento de las políticas y buenas prácticas de manejo de residuos y desechos sólidos plasmados en el programa. Se tuvo un buen nivel de cumplimiento del taller con las políticas y procedimientos del programa, dividiendo los residuos generados en categorías como peligrosos y no peligrosos.

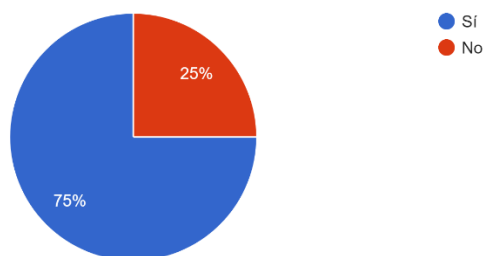
De ese modo mejoró la eficiencia del sistema de almacenamiento temporal, teniendo como resultado un progreso en la disposición y la organización de contenedores para el almacenaje de residuos y desechos sólidos.

Figura 46.

Ahorro de costos relacionados con la gestión de residuos

¿Ha notado algún ahorro en costos relacionados con la gestión de residuos desde la implementación del programa piloto?

8 respuestas



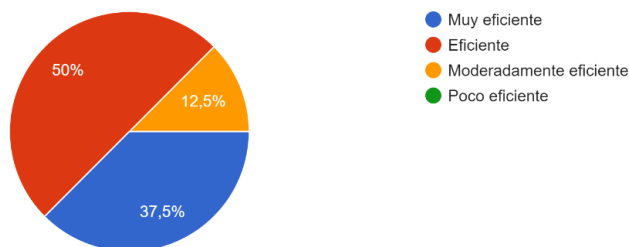
Nota. El gráfico muestra como resultado que, desde la implementación del programa, el taller ha ahorrado en costos en relación con la gestión de residuos. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Figura 47.

Eficiencia de las prácticas de manejo de residuos

¿Cómo calificaría la eficiencia general de las prácticas de manejo de residuos en el taller después de la implementación del programa piloto?

8 respuestas



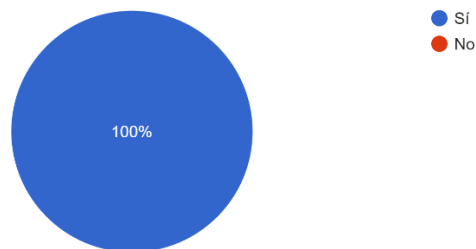
Nota. El gráfico muestra como resultado que el personal califica las prácticas del programa como eficientes. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Como resultado del programa piloto, se obtuvieron ahorros económicos y ahorros en la eliminación de residuos. En lugar de desechar todos los residuos en un solo contenedor, se realizó el proceso de clasificación para así obtener materiales que puedan ser reutilizados o reciclados.

Figura 48.

Impacto positivo del programa con el medio ambiente

¿Cree que la gestión de residuos en el taller ha tenido un impacto positivo en el medio ambiente?
8 respuestas



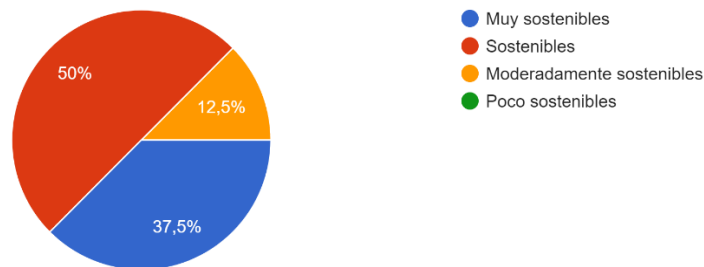
Nota. El gráfico muestra como resultado que el personal cree que la gestión de residuos del programa ha tenido un impacto positivo en el medio ambiente. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Figura 49.

Sostenibilidad de prácticas de manejo de residuos

¿Cómo describiría la sostenibilidad de las prácticas de manejo de residuos implementadas?

8 respuestas



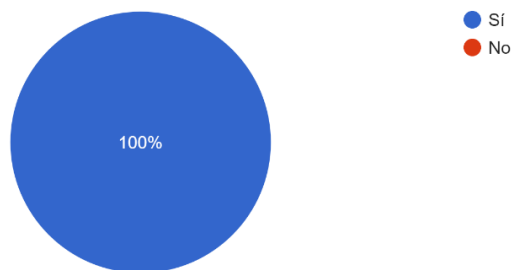
Nota. El gráfico muestra como resultado que las prácticas de manejo del programa son sostenibles. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

Figura 50.

Impacto positivo en la percepción de la comunidad sobre el taller mecánico

¿Cree que la mejora en las prácticas de manejo de residuos ha tenido un impacto positivo en la percepción del taller por parte de la comunidad local?

8 respuestas



Nota. El gráfico muestra como resultado que la implementación del programa ha tenido un impacto positivo en relación con la percepción del taller en la comunidad local. Elaboración propia, realizado con Google Forms.

La implementación del programa piloto en el taller automotriz ha demostrado un impacto positivo en la gestión de manejos de residuos generados. Con la adquisición de materiales y equipos se ha llegado a tener una segregación y disposición final correcta, haciendo que el taller tenga una correcta separación de residuos, como una mejoría en el almacenaje temporal de los residuos y desechos de motores de combustión interna.

El programa también contribuyó con la capacitación correcta del personal del taller, ofreciendo un mejor conocimiento sobre los procedimientos y protocolos para el correcto manejo de los residuos y desechos. Considerando estos resultados, el programa piloto ha contribuido a los objetivos generales del taller en términos de gestión de residuos y desechos sólidos.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con lo estudiado, la forma de gestión de residuos y desechos sólidos de motores de combustión interna no solo es necesaria para mantener el área de trabajo limpia y en buen estado, sino también para cumplir con las regulaciones legales cuyos objetivos son reducir el impacto ambiental y mantener la sostenibilidad de los talleres.
2. Se reveló la existencia de un marco regulatorio nacional que aborda de manera específica la gestión de residuos y desechos sólidos comunes. La revisión de la legislación nacional destacó la importancia de la clasificación y separación adecuada entre residuos peligrosos y no peligrosos, siendo un conocimiento fundamental para el desarrollo de procedimientos apropiados en la gestión de residuos y asegurar el cumplimiento normativo en talleres mecánicos.
3. A lo largo de la fase del desarrollo del programa, este proporciona una base sólida para abordar las deficiencias en la gestión de residuos en talleres, estableciendo un marco práctico y sostenible para el manejo de residuos generados por motores de combustión interna.
4. Los resultados de la implementación del programa piloto en el taller Auto Servicios Los Dos demuestran claramente una incidencia positiva en el desenvolvimiento de la empresa. El programa no solo mejoró la gestión de residuos, también generó ahorros económicos, la

percepción del taller en la comunidad y contribuyó al cumplimiento normativo y la responsabilidad ambiental, respaldando la efectividad de la intervención y abriendo la puerta a futuras mejoras en la gestión de residuos en talleres mecánicos automotrices.

RECOMENDACIONES

1. Mejorar la descripción de la gestión de residuos en talleres mecánicos automotrices. Se sugiere realizar un seguimiento de las prácticas de manejo de residuos a lo largo del tiempo, documentando de manera detallada los tipos y cantidades de residuos generados. Esto ayudará a obtener una visión más precisa de las prácticas sostenibles y una base sólida para futuras mejoras en la gestión de residuos.
2. Actualizar la recopilación de información y regulaciones relacionadas con la gestión de residuos y desechos sólidos, ya que las leyes y reglamentos pueden cambiar con el tiempo, y que los talleres mantengan una comunicación constante con las autoridades para garantizar el cumplimiento normativo.
3. Capacitar al personal de una forma continua sobre las políticas y procedimientos del programa. Además, establecer un sistema de seguimiento y evaluación que permita medir el cumplimiento y resultados a lo largo del tiempo. Asimismo, compartir las mejores prácticas y las lecciones aprendidas con otros talleres mecánicos para fomentar la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en toda la industria.
4. Conservar un monitoreo regular del programa, para evaluar el impacto a largo plazo en el desempeño del taller. Se sugiere una recopilación de datos adicionales que incluyan ahorros económicos, satisfacción

del personal y clientes. Estos datos proporcionarían información valiosa para realizar ajustes y mejoras al programa y garantizar su efectividad continua.

REFERENCIAS

- Acuerdo Gubernativo 164-2021 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (10 de agosto de 2021). *Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes*. Diario de Centroamérica. Primera edición, 2021. Guatemala. <file:///C:/Users/Luis/Downloads/AG-164-2021-Reglamento-para-la-Gestion-Integral-de-Residuos-y-Desechos-Solidos-Comunes.pdf>
- Ambientum. (2018). *Reutilizar neumáticos usados*. Ambientum. <https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/reutilizar-neumaticos-usados.asp>
- Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores A.C. (s.f). *Almacenamiento de residuos peligrosos*. AMDA. <https://www.amda.mx/wp-content/uploads/ARCHIVOS-AMBIENTAL/Almacenamiento%20de%20Residuos%20Peligrosos%20.pdf>),
- Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores A.C. (s.f). *Guía rápida de residuos peligrosos*. AMDA. <https://www.amda.mx/wp-content/uploads/ARCHIVOS-AMBIENTAL/Guía%20rápida%20Residuos%20Peligrosos%20.pdf>

Brake, W. (2019). *Datos acerca del líquido de frenos del vehículo*. Autor.
<https://www.wagnerbrake.com/es/parts-matter/automotive-repair-and-maintenance/facts-about-vehicle-brake-fluid.html>

Corponor. (2015). *Hoja de seguridad, gasolina automotora*. Corponor.
<https://corponor.gov.co/corponor/sigescor2010/Hojas%20de%20Seguridad/HS%20Gasolina%202015.pdf>

Crown Battery (2022). *Ficha de datos de seguridad*. Crown Battery.
<https://www.crownbattery.com/hubfs/Downloads/ES/SDS-AGM-ES.pdf>

Dávila, C. (2018). *Manejo de residuos en talleres automotrices*. Incinerox.
<https://incinerox.com.ec/manejo-residuos-talleres-automotrices/>

Dávila, C. (2020). *Separación, almacenamiento y disposición final de residuos*. Incinerox. <https://incinerox.com.ec/separacion-almacenamiento-y-disposicion-final-de-residuos/>

Delgado, J. y Ochoa, A. (2019). *Plan de gestión y minimización de residuos peligrosos para los talleres Tomebamba de la empresa Toyocuenca S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Archivo digital. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17801/1/UPS-CT008424.pdf>

Departamento de Ecología. (2005). *Manual para reciclar automóviles / Una guía para recicladores automotrices*. Ingeniero Ambiental.
<http://www.ingenieroambiental.com/4014/98416.pdf>

DKV Seguros. (2021). *Tipos de plásticos: clasificación y reciclaje*. DVK.
<https://dkv.es/corporativo/sites/default/files/2023-03/Tipos%20de%20pl%C3%A1stico-infografia.jpg>

Ferrando, L. y Granero H. (2007). *Clasificación de residuos*. McGraw-Hill.

FNLS. (s.f). *Identificación de riesgo/código NFPA*. FNLS.
http://www.fnls.com.ar/SENALES_POR_GRUPO/RIESGOS/NFPA/nfa.html

Global Lubricantes. (2018). *Ficha de datos de seguridad*. Global Lubricantes.
<https://www.globallubricantes.com/wp-content/uploads/CCF-PI-LI-40-MSDS-Aceites.pdf>

International Labour Organization. (s.f). *Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos*. ILO.
https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-lima/documents/publication/wcms_778463.pdf

Landron, M. (2018). *Mantenimiento práctico de baterías plomo ácido*. Saber y Hacer. <https://saberyhacer.com/mantenimiento-practico-de-baterias-plomo-acido>

Lara, C. (2013). *Propuesta de un plan de gestión sobre la adecuada manipulación de los residuos contaminantes producidos en los talleres automotrices de la ciudad de Azogues*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Archivo digital.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6279/1/UPS-CT002835.pdf>

Loctite Teroson. (2020). *Manual de gestión de residuos en talleres mecánicos*. Loctite Teroson. <https://blog.reparacion-vehiculos.es/residuos-en-el-taller-sabes-como-gestionarlos>

Loctite Teroson. (2020). *Seguridad en el taller: claves y consejos*. Loctite Teroson. [https://recursos.reparacion-vehiculos.es/hubfs/Guias/Seguridad en el taller/Seguridad en el taller Claves y consejos.pdf](https://recursos.reparacion-vehiculos.es/hubfs/Guias/Seguridad%20en%20el%20taller/Seguridad%20en%20el%20taller%20Claves%20y%20consejos.pdf)

Mateos, J. (2022). *Anticongelante: de qué tipos y cuál debes utilizar en tu coche*. Auto Fácil. <https://www.autofacil.es/tecnica/anticongelante-de-que-tipos-existen/179242.html>

MEES. (2021). *Señalamiento de uso obligatorio de casco, guantes y lentes*. MEES. <https://www.mees.com.mx/producto/sob-038-senalamiento-uso-obligatorio-de-casco-guantes-y-lentes/>

Ministerio De Ambiente y Recursos Naturales. (2023). *Dirección para el manejo de residuos y desechos sólidos*. <https://www.marn.gob.gt/viceministro-de-recursos-naturales-y-cambio-climatico/los-residuos-y-desechos-solidos/direccion-para-el-manejo-de-residuos-y-desechos-solidos/>

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2021). *Guía para la clasificación gráfica de los residuos y desechos sólidos comunes*. MARN. <https://www.marn.gob.gt/reglamento-164-2021/#>

Recilock. (2019). *Contenedores de plásticos para desechos industriales*.

Recilock. <https://www.recilock.cl/blog/basureros-plasticos-para-desechos-industriales>

Recytrans. (2013). *Cómo saber si un residuo es peligroso*. Recytrans.

<https://www.recytrans.com/blog/como-saber-si-un-residuo-es-peligroso/>

Rombo de Seguridad. (2023). *Rombo de seguridad del anticongelante*.

Rombo de Seguridad. <https://rombodeseguridad.com/anticongelante/>

Solarsa. (2021). *Depósito neumático para aceite usado 20 Gal*. Solarsa.

<https://solarsa.com.gt/producto/deposito-neumatico-para-aceite-usado-20-gal/>

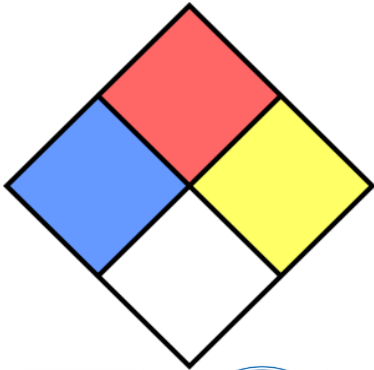
SOYU. (s.f). *Planta de reciclaje de filtros de aceite*. SOYU. [http://shredder-](http://shredder-crushers.com/2-4-oil-filter-recycling-plant.html)

[crushers.com/2-4-oil-filter-recycling-plant.html](http://shredder-crushers.com/2-4-oil-filter-recycling-plant.html)

APÉNDICES

Apéndice 1.

Etiqueta para la identificación de residuos y desechos sólidos de motores

<i>Logo de empresa</i>		Identificación de residuo peligroso <i>Nombre de empresa automotriz</i>											
Nombre de residuo _____		Fecha de ingreso: _____											
<table border="1"><tr><td>C</td><td>R</td><td>E</td><td>T</td><td>I</td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>		C	R	E	T	I							
C	R	E	T	I									
Equipo de protección personal requerido		 _____	 _____										
		 _____											

Nota. Ejemplo de etiquetado para la identificación de contenedores para los residuos y desechos sólidos de motores de combustión interna. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Apéndice 2.

Bitácora mensual de generación de residuos contaminantes

Bitácora mensual de generación de residuos contaminantes																Mes: _____
Nombre de residuo	Características de peligrosidad							Estado físico			Volumen estimado	Destino final del residuo		Inspección de almacenamiento		
	C	R	E	Te	Th	I	B	S	L	G		Empresa Encargada	Forma de manejo			

Firma de responsable _____ Firma de Gerente _____

Fecha de salida _____

Nota. Bitácora para mensual para registro de movimiento de residuos. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Apéndice 3.

Plan de capacitación para el manejo de residuos y desechos sólidos

Manejo de residuos y desechos sólidos de motores de combustión interna en los talleres automotrices	
Nombre de asesor: _____	
Fecha de capacitación: _____	
Objetivo de capacitación: identificar, clasificar y manejar los desechos y residuos contaminantes generados por un motor de combustión interna en talleres automotrices.	
Dirigido a: técnicos de mantenimiento, jefe de taller y personas que laboren en talleres automotrices.	
Guía de contenidos	
Contenido	Actividad planificada
Introducción y presentación	Explicar la importancia de un plan de gestión de desechos sólidos y analizar el marco legal nacional.
Residuos peligrosos de motores de combustión interna	Identificación de residuos.
Procedimientos para minimizar la generación de residuos	Explicación de correcto proceso.
Operaciones en taller	Conocer operaciones de diferentes talleres y explicar el proceso adecuado.
Correcta manipulación de desechos	Analizar la gestión actual que lleva a cabo el taller mecánico, demostraciones fotográficas, identificación de residuos y explicación de la correcta manipulación de residuos y desechos sólidos.
Recolección y almacenamiento correcto de residuos y desechos sólidos peligrosos	
Recolección y almacenamiento correcto de residuos y desechos sólidos no peligrosos	
Consideraciones de almacenamiento temporal	
Disposición general de residuos y desechos sólidos	

Nota. Plan de capacitación para la correcta gestión y manejo de residuos y desechos sólidos de motores de combustión interna en los talleres automotrices. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Apéndice 4.

Plan de capacitación para el manejo de residuos líquidos de motores

Manejo de residuos líquidos de motores de combustión interna en los talleres automotrices	
Nombre de asesor: _____	
Fecha de capacitación: _____	
Objetivo de capacitación: identificar, clasificar y manejar los desechos y residuos líquidos contaminantes generados por un motor de combustión interna en talleres automotrices.	
Dirigido a: técnicos de mantenimiento, jefe de taller y personas que laboren en talleres automotrices.	
Guía de contenidos	
Contenido	Actividad planificada
Introducción y presentación	
Análisis de daño que ocasionan los fluidos contaminantes	Explicación de daños ambientales y a la salud.
Legislación nacional inherente	Análisis de marco legal.
Caracterización de depósitos para el almacenamiento	Explicación de características.
Área de almacenamiento temporal	Analizar la gestión actual que lleva a cabo el taller mecánico, demostraciones fotográficas, identificación de residuos y explicación de la correcta manipulación de residuos líquidos.
Recolección y almacenamiento correcto de residuos líquidos peligrosos	
Recolección y almacenamiento correcto de residuos líquidos no peligrosos	
Consideraciones de almacenamiento temporal	
Manejo adecuado de derrames	
Etiquetado correcto de contenedores	
Disposición final de residuos líquidos	

Nota. Plan de capacitación para la correcta gestión y manejo de residuos líquidos de motores de combustión interna en los talleres automotrices. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Apéndice 5.

Plan de capacitación para el uso de equipo de protección personal

Equipo de protección personal y primeros auxilios	
Nombre de asesor: _____	
Fecha de capacitación: _____	
Objetivo de capacitación: Manejo y control de equipos de seguridad e, identificar y prevenir una emergencia.	
Dirigido a: técnicos de mantenimiento, jefe de taller y personas que laboren en talleres automotrices.	
Guía de contenidos	
Contenido	Actividad planificada
Equipo de protección personal	
Protección de la piel	Demostración de elementos de protección personal, accidentes de trabajos, accidentes y enfermedades por la mala manipulación de desechos.
Protección de manos	
Protección de ojos	
Protección de pies	
Vestimenta de trabajo	
Primeros auxilios	
Cuerpo extraño o salpicadura a ojos	Acciones preventivas en caso de accidentes dentro de un taller mecánico.
Intoxicación por hidrocarburos	
Quemaduras	
Fracturas	
Otros	
Manejo de residuos y desechos sólidos con clientes	Explicación de manejo del tratamiento que se le dará a los residuos y desechos sólidos de los clientes.
Uso correcto de bitácora	Analizar el llenado de bitácora y disposición final de desechos.

Nota. Plan de capacitación para el uso correcto de equipo de protección personal al manipular desechos peligrosos. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Apéndice 6.

Encuesta inicial del manejo de residuos y desechos sólidos en el taller

ENCUESTA DE EVALUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN AUTO SERVICIOS LOS DOS.

Instrucciones: por favor, responde las siguientes preguntas de manera honesta y completa. Tus respuestas ayudaran a comprender mejor la situación actual del manejo de residuos y desechos sólidos.

- Nombre completo: _____
- Puesto en el taller
 - Dueño/propietario
 - Administrador
 - Empleado técnico
 - Pasante
 - Otro: _____

Gestión actual de residuos

- ¿El taller tiene actualmente un programa o políticas establecidas para el manejo de residuos y desechos sólidos?
 - Sí
 - No
- ¿El taller clasifica los residuos y desechos en categorías como peligrosos y no peligrosos?
 - Sí
 - No
- ¿Qué tipo de residuos o desechos sólidos se generan con mayor frecuencia en el taller? (Marca todas las que correspondan)
 - Aceite y lubricantes usados
 - Filtros de aceite y combustible
 - Baterías usadas

Continuación del apéndice 6.

- ☐ Envases vacíos de aceite o refrigerante
 - ☐ Repuestos de motores
 - ☐ Otro: _____
- ¿Su personal técnico conoce como manipular desechos contaminantes con seguridad?
 - ☐ Sí
 - ☐ No

Almacenamiento de residuos y desechos sólidos

- ¿Cómo se almacenan actualmente los residuos y desechos sólidos en el taller? (Marca todas las que correspondan)
 - ☐ Contenedores separados para diferentes tipos de residuos
 - ☐ Contenedores no separados
 - ☐ Almacenamientos a granel
 - ☐ En cualquier contenedor
- ¿Se hacen inspecciones semanales del área de almacenamiento de residuos para verificar que no existan derrames de fluidos?
 - ☐ Sí
 - ☐ No
- ¿Su taller cuenta con el etiquetado correcto de residuos peligrosos y no peligrosos?
 - ☐ Sí
 - ☐ No
- ¿Su taller cuenta con el señalamiento correcto de equipo de protección personal para la manipulación de residuos peligrosos?
 - ☐ Sí
 - ☐ No

Continuación del apéndice 6.

Disposición actual de residuos y desechos sólidos

- ¿Cómo se desechan actualmente los residuos y desechos sólidos del taller? (Marca todas las que correspondan)
 - ☐ Entrega a un servicio de recolección de residuos
 - ☐ Entrega de vertedero
 - ☐ Entrega a un centro de reciclaje
 - ☐ Otro: _____
- ¿Se han considerado prácticas de reutilización de piezas o componentes de motores en lugar de desecharlos?
 - ☐ Sí
 - ☐ No

Cumplimiento normativo

- ¿El taller está al tanto de las regulaciones y normativas locales, estatales o nacionales relacionadas con el manejo de residuos?
 - ☐ Sí
 - ☐ No
 - ☐ No estoy seguro
- ¿El taller ha recibido alguna inspección o sanción relacionada con el manejo de residuos en los últimos 12 meses?
 - ☐ Sí
 - ☐ No

Comunicación y conciencia

- ¿Se ha llevado a cabo alguna capacitación o concientización sobre la gestión de residuos con el personal del taller?
 - ☐ Sí
 - ☐ No

Continuación del apéndice 6.

- ¿Se ha llevado a cabo alguna capacitación sobre primeros auxilios para riesgos y peligros con el personal del taller?
 - Sí
 - No
- ¿El taller ha compartido información sobre sus prácticas de manejo de residuos con los clientes o la comunidad local?
 - Sí
 - No
- ¿Cómo describiría el nivel de conciencia y compromiso del personal del taller en relación con la gestión de residuos?
 - Muy comprometido y consciente
 - Algo comprometido y consciente
 - Poco comprometido y consciente
- ¿El taller tiene planes para implementar mejoras futuras en sus prácticas de manejo de residuos?
 - Sí
 - No

Agradecemos sinceramente su colaboración. Sus respuestas ayudarán a conocer la situación actual del manejo de residuos y desechos sólidos de motores de combustión interna en el taller Auto Servicios Los Dos

Nota. Encuesta para conocer la situación actual del manejo de residuos y desechos sólidos de motores de combustión interna. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Apéndice 7.

Situación del taller antes de la implementación del programa piloto



Nota. Acumulación de contenedores, recipientes por encima de su capacidad y botes con repuestos inservibles. Elaboración propia.

Apéndice 8.

Resultados de la implementación del programa piloto en el taller



Nota. Orden de herramienta y clasificación de desechos acumulados en el área a contenedores correspondientes. Elaboración propia.

Apéndice 9.

Etapa de programa de capacitación al personal del taller mecánico



Nota. Capacitación de personal acerca de los reglamentos nacionales y las buenas prácticas para la implementación del programa piloto. Elaboración propia.

Apéndice 10.

Aplicación del programa en etiquetado y señalización de residuos y desechos



Nota. Etiquetado de desechos peligrosos, utilizando rombo de seguridad y equipo de seguridad. Elaboración propia.

Apéndice 11.

Encuesta de evaluación final del programa piloto en Auto Servicios Los dos

ENCUESTA DE EVALUACIÓN FINAL DEL PROGRAMA PILOTO DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN AUTO SERVICIOS LOS DOS

Instrucciones: Por favor, responda a las siguientes preguntas de manera honesta y completa. Sus respuestas ayudarán a evaluar el impacto del programa piloto de manejo de residuos implementado en el taller, Auto Servicios Los Dos.

Gestión actual de residuos

- En comparación con antes de la implementación del programa piloto, ¿Cómo calificaría la eficacia del manejo de residuos en el taller?
 - Mucho mejor
 - Algo mejor
 - Sin cambios significativos
 - Peor
- ¿Cree que la implementación del programa piloto ha mejorado la conciencia del personal sobre la gestión de residuos?
 - Sí
 - No
- ¿El programa piloto ha mejorado la comunicación y colaboración entre los miembros del personal en relación con el manejo de residuos?
 - Sí
 - No

Cumplimiento y prácticas de manejo de residuos

- ¿Cómo calificaría el nivel de cumplimiento del personal con las políticas y procedimientos del programa piloto de manejo de residuos?
 - Muy alto
 - Alto
 - Moderado
 - Bajo

Continuación del apéndice 11.

- ¿Ha observado una mejora en la clasificación y separación de residuos en el taller desde la implementación del programa?
 - Sí
 - No

Reducción de costos y eficiencia

- ¿Ha notado algún ahorro en costos relacionados con la gestión de residuos desde la implementación del programa piloto?
 - Sí
 - No
- ¿Cómo calificaría la eficiencia general de las prácticas de manejo de residuos en el taller después de la implementación del programa piloto?
 - Muy eficiente
 - Eficiente
 - Moderadamente eficiente
 - Poco eficiente

Impacto ambiental y sostenibilidad

- ¿Cree que la gestión de residuos en el taller ha tenido un impacto positivo en el medio ambiente?
 - Sí
 - No
- ¿Cómo describiría la sostenibilidad de las prácticas de manejo de residuos implementadas?
 - Muy sostenibles
 - Sostenibles
 - Moderadamente sostenibles
 - Poco sostenibles

Continuación del apéndice 11.

- ¿Cree que la mejora en las prácticas de manejo de residuos ha tenido un impacto positivo en la percepción del taller por parte de la comunidad local?
 - Sí
 - No

Agradecemos sinceramente su colaboración. Sus respuestas nos ayudarán a evaluar el impacto del programa piloto y a continuar mejorando las prácticas de manejo de residuos en el taller.

Nota. Encuesta para evaluar la incidencia de la prueba piloto del programa en el taller mecánico Auto Servicios Los Dos. Elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1.

Características de los residuos peligrosos

Residuo	Característica
Corrosivo	1. Es un líquido acuoso y presenta un PH menor o igual a 2,0 o mayor o igual a 12,5. 2. Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un PH menor o igual a 2,0 o mayor o igual a 12,5. 3. Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6,35 milímetros o más por año a una temperatura de 328 K (55°C).
Reactivo	1. Es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición. 2. Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo del residuo por hora. 3. Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía 4. suplementaria genera calor. 5. Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones ácidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kg de residuo o 500 mg de ácido sulfhídrico por kg de residuo.
Explosivo	1. Cuando el residuo es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento.
Tóxico	1. El extracto PECT obtenido mediante el procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993, contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos listados en la Tabla 2 de esta Norma en una concentración mayor a los límites ahí señalados.
Inflamable	1. Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución o suspensión que tiene un punto de inflamación inferior a 60,5°C, medido en copa cerrada, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%. 2. No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C. 3. Es un gas que, a 20°C y una presión de 101,3 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad. 4. Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material.

Nota. Características para considerar un residuo como peligroso. Obtenido de Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores A.C. (s.f). *Guía rápida de residuos peligrosos.* (<https://www.amda.mx/wp-content/uploads/ARCHIVOS-AMBIENTAL/Guía%20rápida%20Residuos%20Peligrosos%20.pdf>), consultado el 02 de septiembre de 2023. De dominio público.

Anexo 2.

Condiciones de almacenamiento

Áreas cerradas	Áreas abiertas
a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañiles o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida; b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables; c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora; d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.	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.

Nota. Consideraciones para el área donde se realizará el almacenamiento temporal. Obtenido de Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores A.C. (s.f). *Almacenamiento de residuos peligrosos.* (<https://www.amda.mx/wp-content/uploads/ARCHIVOS-AMBIENTAL/Almacenamiento%20de%20Residuos%20Peligrosos%20.pdf>), consultado el 02 de septiembre de 2023. De dominio público.

Anexo 3.

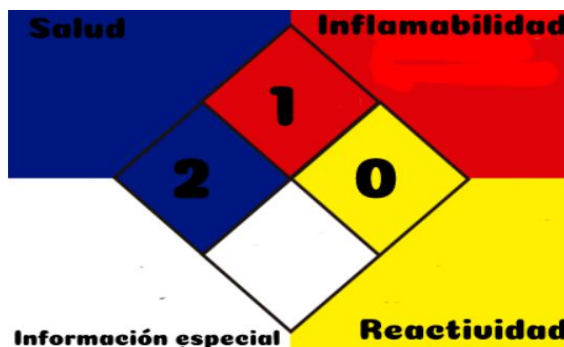
Rombo de seguridad de aceite gastado y filtro de aceite contaminado



Nota. Rombo de seguridad del aceite de motor usado para el etiquetado. Obtenido de Global Lubricantes (2018). *Ficha de datos de seguridad.* (<https://www.globallubricantes.com/wp-content/uploads/CCF-PI-LI-40-MSDS-Aceites.pdf>), consultado el 04 de septiembre de 2023. De dominio público.

Anexo 4.

Rombo de seguridad de anticongelante de motor



Nota. Rombo de seguridad de anticongelante de motor usado para el etiquetado. Obtenido de Rombos de Seguridad (2023). *Rombo de seguridad del anticongelante.* (<https://rombodeseguridad.com/anticongelante/>), consultado el 04 de septiembre de 2023. De dominio público.

Anexo 5.

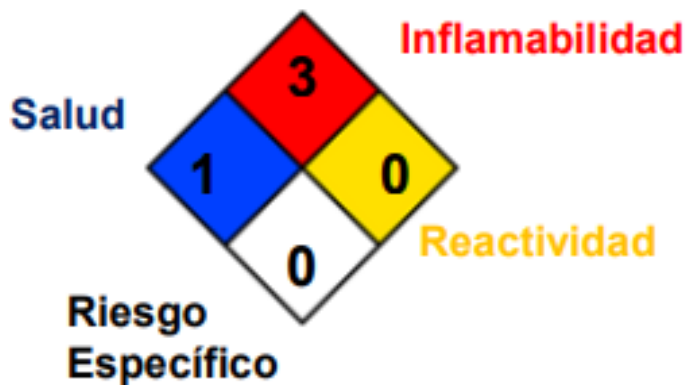
Rombo de seguridad de baterías de motor



Nota. Rombo de seguridad de baterías de ácido plomo para el etiquetado. Obtenido de Crown Battery (2022). *Ficha de datos de seguridad.* (<https://www.crownbattery.com/hubfs/Downloads/ES/SDS-AGM-ES.pdf>), consultado el 04 de septiembre de 2023. De dominio público.

Anexo 6.

Rombo de seguridad de combustible y filtros



Nota. Rombo de seguridad de combustible gasolina para el etiquetado. Obtenido de Corponor (2015). *Hoja de seguridad, gasolina automotora.* (<https://corponor.gov.co/corponor/sigescor2010/Hojas%20de%20Seguridad/HS%20Gasolina%202015.pdf>), consultado el 04 de septiembre de 2023. De dominio público.

Anexo 7.

Tipos de plásticos para su clasificación y reciclaje



Nota. La clasificación de tipo de plásticos y su facilidad para ser reciclados. Obtenido de DKV Seguros (2021). *Tipos de plásticos: clasificación y reciclaje.* (<https://dkv.es/corporativo/sites/default/files/2023-03/Tipos%20de%20pl%C3%A1stico-infografia.jpg>), consultado el 05 de septiembre de 2023. De dominio público.

Anexo 8.

Clasificación de materiales reciclables

Categoría	Clasificación	Sí	No
Papel y Cartón 	Orgánico	Hojas de oficina. Papel periódico. Cajas de cartón. Hojas de cuaderno.	Cajas de comida con grasa o mojadas. Papel con adhesivo. Papel higiénico.
Vidrio 	Inorgánico	Botellas de bebidas. Frascos de alimentos. Frascos de perfumes.	Espejos. Frascos de medicamentos. Bombillos. Termómetros. Cristalería de laboratorio. Cerámica (platos, tazas, etc.).
Plástico 	Inorgánico	Botellas de bebidas. Envases de productos de limpieza. Envases de shampoo, jabón, etc. Bolsas de supermercado. Film transparente. Tapones de botellas. Pajillas. 	Tubos PVC. Juguetes. Bandejas, platos y vasos de duroport. Piezas de autos. Discos (CDs y DVDs). 

Continuación del anexo 8.

Categoría	Clasificación	Sí	No
Metal y Aluminio 	Inorgánico	Latas de bebidas. Latas de alimentos. Ganchos para ropa. Artículos de hierro (tornillos).	Latas de pintura. Latas de aerosoles.
Multicapa 	Inorgánico	Envases de jugos. Envases de bebidas y alimentos.	Envases laminados, por ejemplo frituras, alimentos y productos.
Tela 	Orgánico	Sobrantes de telas orgánicas como algodón. Ropa de lana.	Material contaminado con grasa o solventes.
	Inorgánico	Poliéster.	
Electrónicos 	Inorgánico	Computadoras. Teléfonos. Equipos de música. Cargadores.	Baterías alcalinas.

Nota. La clasificación papel, cartón, vidrio y plástico. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021). *Guía para la clasificación gráfica de los residuos y desechos sólidos comunes.* (<https://www.marn.gob.gt/reglamento-164-2021/#>), consultado el 05 de septiembre de 2023. De dominio público.

Anexo 9.

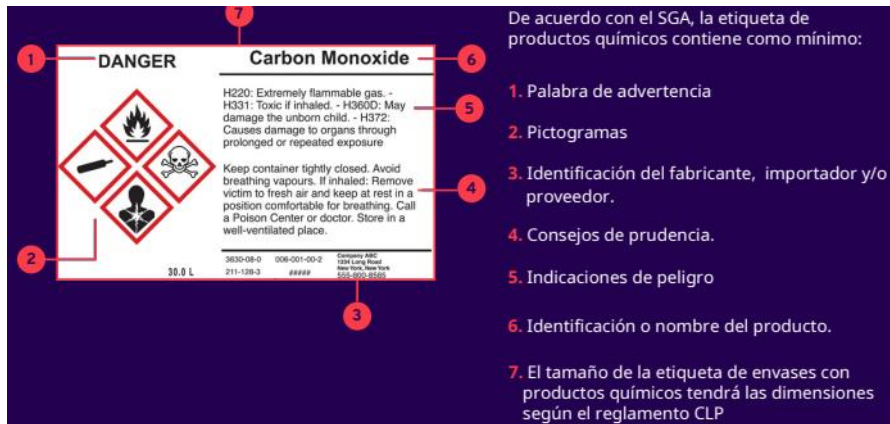
Pictogramas de seguridad



Nota. Pictogramas para el etiquetado de salud y seguridad. Obtenido Loctite Teroson (2020). *Seguridad en el taller: claves y consejos.* ([https://recursos.reparacion-vehiculos.es/hubfs/Guias/Seguridad en el taller/Seguridad en el taller Claves y consejos.pdf](https://recursos.reparacion-vehiculos.es/hubfs/Guias/Seguridad%20en%20el%20taller/Seguridad%20en%20el%20taller%20Claves%20y%20consejos.pdf)), consultado el 12 de septiembre de 2023. De dominio público.

Anexo 10.

Sistema globalmente armonizado



The diagram shows a GHS hazard label for Carbon Monoxide. It includes the following elements:

- 1. Palabra de advertencia:** DANGER
- 2. Pictogramas:** Flame, Gas cylinder, and Health hazard.
- 3. Identificación del fabricante, importador y/o proveedor:** Company ABC, 1234 Long Street, New York, NY 10001, 555-1234-5678
- 4. Consejos de prudencia:** Keep container tightly closed. Avoid breathing vapours. If inhaled: Remove victim to fresh air and keep at rest in a position comfortable for breathing. Call a Poison Center or doctor. Store in a well-ventilated place.
- 5. Indicaciones de peligro:** H220: Extremely flammable gas. - H331: Toxic if inhaled. - H360D: May damage the unborn child. - H372: Causes damage to organs through prolonged or repeated exposure.
- 6. Identificación o nombre del producto:** Carbon Monoxide
- 7. El tamaño de la etiqueta de envases con productos químicos tendrá las dimensiones según el reglamento CLP**

De acuerdo con el SGA, la etiqueta de productos químicos contiene como mínimo:

Nota. Elementos de comunicación del SGA. Obtenido de International Labour Organization (s.f). *Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos.* (https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-lima/documents/publication/wcms_778463.pdf), consultado el 21 de septiembre de 2023. De dominio público.