



UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA
CALI



MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL PARA EL MANEJO DE **RESIDUOS** **SÓLIDOS PELIGROSOS**

Caso: taller de mantenimiento de buses para transporte masivo

Luis Felipe Granada Aguirre • Luis Alberto Vallejo Morán • Sandra Patricia Moreno Ortega • Edward Fernando Toro Perea

Modelo de gestión integral
para el manejo de residuos sólidos peligrosos
Caso: taller de mantenimiento de buses para transporte masivo



En varios apartes de este libro usted encontrará este código que al escanearlo con su celular o tableta le permitirá acceder a videos que el autor ha dispuesto como complemento o ampliación de los temas tratados. Para ello, su celular debe tener una aplicación que lea códigos QR, la cual se consigue gratis en cualquier tienda virtual.



**UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA
CALI**



MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS

Caso: taller de mantenimiento de buses para transporte masivo

Luis Felipe Granada Aguirre • Luis Alberto Vallejo Morán • Sandra Patricia Moreno Ortega • Edward Fernando Toro Perea

2015

Modelo de gestión integral para el manejo de residuos sólidos peligrosos. Caso: taller de mantenimiento de buses para transporte masivo

Modelo de gestión integral para el manejo de residuos sólidos peligrosos. Caso: taller de mantenimiento de buses para transporte masivo / Luis Felipe Granada Aguirre...[et al.].-Cali: Editorial Bonaventuriana, 2015

118 p.

ISBN: 978-958-8785-55-4

1. Residuos peligrosos 2. Residuos sólidos 3. Residuos industriales 4. Tratamiento de residuos 5. Conversión de residuos 6. Ingeniería ambiental 7. Contaminación del aire - Cali 8. Monóxido de carbono - transporte masivo 9. Contaminación ambiental - Prevención y control I. Vallejo Morán, Luis Alberto II. Moreno Ortega, Sandra Patricia III. Toro Perea, Edward Fernando IV. Tit.

628.42 (D 23)

M689

© Universidad de San Buenaventura Cali



Editorial Bonaventuriana

***Modelo de gestión integral para el manejo de residuos sólidos peligrosos
Caso: taller de mantenimiento de buses para transporte masivo***

© Autores: Luis Felipe Granada Aguirre, Luis Alberto Vallejo Morán
Sandra Patricia Moreno Ortega, Edward Fernando Toro Perea

Grupo de investigación: Nuevas Tecnologías, Trabajo y Gestión
Universidad de San Buenaventura Cali
Grupos de investigación: Esculapio
Universidad Libre

Universidad de San Buenaventura
Colombia

© Editorial Bonaventuriana, 2015
Universidad de San Buenaventura
Dirección Editorial de Cali
Calle 117 No. 11 A 62
PBX: 57 (1) 520 02 99 - 57 (2) 318 22 00 – 488 22 22
e-mail: editorial.bonaventuriana@usb.edu.co
www.editorialbonaventuriana.edu.co
Colombia, Suramérica

El autor es responsable del contenido de la presente obra.
Prohibida la reproducción total o parcial de este libro por cualquier medio, sin permiso escrito de la Editorial Bonaventuriana.

© Derechos reservados de la Universidad de San Buenaventura.

ISBN: 978-958-8785-55-4

Tiraje: 150 ejemplares

Cumplido el depósito legal (ley 44 de 1993, decreto 460 de 1995
y decreto 358 de 2000)

2015

Dedicatoria

Luis Felipe Granada Aguirre

A Morrogacho Valle del Cócora, Quindío Colombia

Luis Alberto Vallejo Morán

A mi hijo Christian David Vallejo Borja, la razón de ser de mi vida y quien me motiva día a día para salir adelante.

Sandra Patricia Moreno Ortega

A mi esposo y mis hijas, por su comprensión y apoyo en este nuevo proyecto de vida.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los directivos de la empresa objeto de estudio por el apoyo prestado; a la Universidad Libre seccional Cali, en especial a la doctora Liliana Parra Osorio, directora de la Maestría en Salud Ocupacional y del grupo de investigación Esculapio, y al programa de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Buenaventura Cali y su grupo de investigación Nuevas Tecnologías, Trabajo y Gestión, por compartir sus experiencias en el tema de gestión ambiental empresarial y participar activamente en la publicación de este trabajo.

Contenido

Prólogo	11
Introducción	13
Antecedentes, definiciones, cronología de políticas de gestión, características, clasificación y gestión interna	15
Antecedentes	17
Definiciones	21
Cronología de las políticas de gestión en el mundo y estudios en Colombia	23
Características de los residuos peligrosos.....	24
Clasificación de los residuos peligrosos	26
Gestión interna	26
El vehículo como generador de residuos sólidos peligrosos	29
Conclusión	32
Agradecimientos	32
Diagnóstico del manejo integral de residuos sólidos peligrosos en un taller de mantenimiento de una empresa de transporte masivo de pasajeros	33
Objetivo	35
Introducción.....	35
Etapas sugeridas para la realización de un diagnóstico.....	36
Diagnóstico para la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos	37
Conclusión	56
Modelo de gestión integral para la minimización de residuos sólidos peligrosos generados en los talleres de mantenimiento de buses de transporte masivo de pasajeros	57

Objetivo	59
Introducción	60
Concepción teórica del modelo	60
Modelo de gestión integral para el manejo de los residuos sólidos peligrosos	63
Adaptación del modelo de gestión integral para el manejo de los residuos sólidos peligrosos	63
Procedimiento para el manejo integral de residuos sólidos peligrosos	63
Conclusión	106
Efectos en la salud e impactos ambientales de los residuos peligrosos mal dispuestos en un taller de mantenimiento de una empresa de transporte masivo de pasajeros	107
Resumen.....	109
Objetivos.....	109
Introducción	109
Impacto en la comunidad por indebida disposición de los residuos peligrosos en los talleres automotores	110
Impactos ambientales y a la salud relacionados con los residuos sólidos peligrosos de un taller mecánico automotor	111
Alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos peligrosos ..	112
Conclusión	113
Bibliografía	114

Prólogo

La preocupación por la contaminación del entorno y el deterioro creciente del ambiente y su solución no pueden quedarse en pensamientos idealistas, sino que deben traducirse en acciones que permitan entregarles a los futuros habitantes de nuestra comunidad un espacio libre de contaminantes y apto para la salud y el buen vivir.

Este libro cristaliza el deseo de sus autores de generar concienciación en las personas que laboran en los talleres de mantenimiento en una empresa de transporte masivo de pasajeros, sobre el manejo de los residuos sólidos peligrosos allí generados y proyectar este modelo en las demás empresas del sector.

Este trabajo surge a partir del proyecto de investigación *Diseño de un modelo de gestión para la minimización de residuos sólidos peligrosos generados en un taller de mantenimiento de vehículos de transporte masivo en Cali, Colombia*, del grupo de investigación *Esculapio* de la Maestría en Salud Ocupacional de la Universidad Libre de Cali y del proyecto de investigación *Implementación de técnicas de gestión ambiental en organizaciones*, del grupo de investigación *Nuevas Tecnologías, Trabajo y Gestión*, del programa Ingeniería Industrial de la Universidad de San Buenaventura Cali.

Para quienes formamos parte de este proyecto, es motivo de infinita alegría y satisfacción entregar a la empresa objeto de estudio, a toda la comunidad y especialmente a quienes laboran en el sector transporte, nuestros aportes materializados en este libro, que en últimas se constituye en una herramienta para una producción más limpia.

Introducción

Los efectos ambientales causados por los residuos sólidos peligrosos provenientes de los vehículos de transporte masivo de pasajeros son amplios. Por lo tanto, estos desechos requieren un manejo desde su generación hasta su disposición final. Al ser tratados correctamente durante los procesos de mantenimiento de los vehículos por medio del reciclaje y el aprovechamiento, se disminuyen notoriamente los costos de mantenimiento y se contribuye a la conservación del ambiente.

Actualmente, en la empresa objeto de estudio no hay una clasificación, separación, caracterización y acondicionamiento en la fuente de los residuos peligrosos. Igualmente, a raíz del desconocimiento de su manejo y gestión, el 70 % son tratados de manera ordinaria, es decir, mezclados con aquellos residuos reciclables o no peligrosos, lo cual aumenta el volumen de los residuos en los talleres.

El objetivo del grupo de trabajo fue diseñar un modelo y su procedimiento para el manejo de residuos peligrosos como lámparas, guaipes, baterías, filtros de aceite, combustible y filtros de aire; identificar el estado actual del manejo integral de estos residuos en sus talleres de mantenimiento y establecer las acciones para su gestión. Asimismo, se busca extender la aplicación de este modelo a cualquier taller de mantenimiento automotor.

En el capítulo uno, se presentan los resultados de la revisión de la literatura especializada consultada, con base en los antecedentes, las definiciones, la cronología de las diferentes políticas de gestión, las características, la clasificación y la gestión interna de los residuos sólidos peligrosos.

En el capítulo dos, se expone la metodología establecida para la elaboración del diagnóstico, el cual se basó en la aplicación de una lista de verificación adaptada de la *Guía para el manejo integral de los residuos del área Metropolitana del Valle de Aburrá* (7).

El capítulo expone, igualmente, los resultados del diagnóstico hecho a la empresa objeto de estudio y la metodología utilizada para la clasificación de la empresa como pequeña, media o gran generadora de residuos sólidos peligrosos, de acuerdo con lo establecido por el Decreto 4741 de 2005.

El capítulo tres, muestra el diseño del modelo para la gestión integral de residuos sólidos peligrosos para un taller de mantenimiento de vehículos de transporte masivo de pasajeros. El modelo está estructurado de acuerdo con lo establecido por la ISO 9001/2008 y contiene el objeto, el alcance, los responsables, las definiciones, los indicadores, el marco legal, el diagrama de flujo del proceso según el ciclo planificar-hacer-verificar-actuar (PHVA), los registros, los anexos, el plan de mejora, la contingencia, la capacitación, las alternativas para la minimización y los efectos para la salud y el ambiente.

Para el caso de estudio, se encontró que la empresa genera aproximadamente setenta y cuatro residuos clasificados de la siguiente manera: once corrosivos, cuarenta y siete inflamables y dieciséis tóxicos. Igualmente, la cantidad de residuos sólidos peligrosos generados en el periodo de estudio fue de 5.821 kilogramos al mes, lo que permitió clasificar a la empresa como gran generadora, de acuerdo con el Decreto 4741 de 2005. El diagnóstico también evidenció que la empresa no contaba con una política, unos indicadores, un plan de mejora, un plan de contingencia, un plan de capacitación y unas alternativas para la minimización de los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres. Se concluye que la metodología establecida para la verificación de las condiciones del manejo integral de los residuos sólidos peligrosos permitió cuantificar, clasificar y caracterizar estos residuos, así como las oportunidades de mejora en los procesos de separación en la fuente, recolección, almacenamiento temporal, transporte y disposición final.



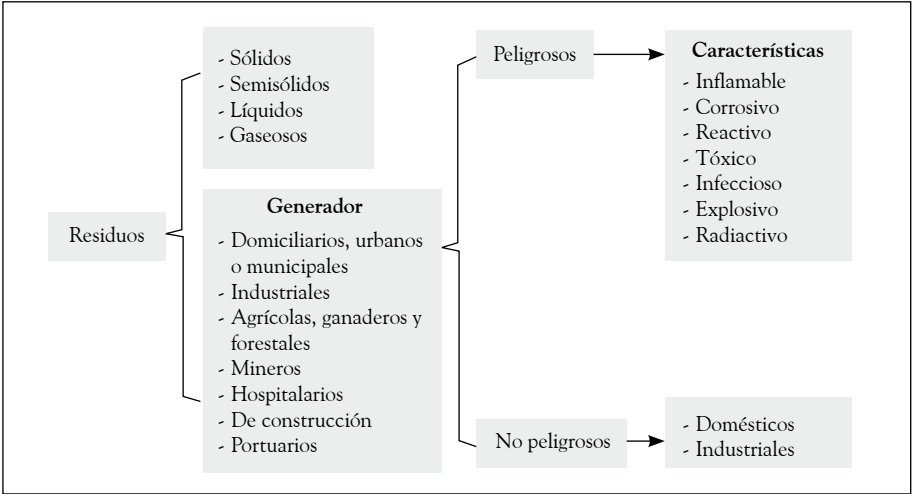
**ANTECEDENTES, DEFINICIONES,
CRONOLOGÍA DE POLÍTICAS DE GESTIÓN,
CARACTERÍSTICAS, CLASIFICACIÓN
Y GESTIÓN INTERNA**

El capítulo muestra los antecedentes, definiciones, cronología de las políticas a nivel nacional y mundial sobre la gestión de residuos sólidos peligrosos, las características de un residuo para ser considerado como peligroso, la clasificación de los residuos de acuerdo con los decretos 1713 de 2002¹ y 4741 de 2005 como domiciliarios y peligrosos, respectivamente, y las etapas para la gestión interna establecidas en la *Guía para la gestión integral de los residuos y desechos peligrosos*, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Figura 1).

Antecedentes

La revisión de la literatura especializada consultada puso en evidencia que la problemática de la generación y la gestión de los residuos sólidos peligrosos se viene tratando a nivel mundial desde 1989, cuando las Naciones Unidas afirmó

Figura 1
Clasificación de los residuos según su estado, origen y peligrosidad



Fuente: adaptado de Moreno y Vallejo (2013).

1. El Decreto 1713 de 2002 fue derogado por el Decreto 2981 de 2013. Sin embargo, para la época de la investigación estaba vigente.

que las actividades productivas en el mundo generan residuos con características corrosivas, reactivas, explosivas y tóxicas, los cuales pueden causar riesgos a la salud humana y al ambiente. Debido a esta problemática, en ese mismo año 179 países suscribieron el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación, así como su gestión. En Colombia, en los últimos veinte años las políticas se han fortalecido y en la actual década las normas han pasado de un perfil sanitario a un contorno de carácter ambiental (1).

En Colombia

Un estudio del año 2009 llevado a cabo por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, reportó la generación de 90.330 toneladas de residuos sólidos peligrosos, de los cuales el 69,9 % corresponden a residuos en estado sólido. Para el caso del sector transporte, el informe indica que este sector aporta el 15,9 % del total de los residuos generados en el país (2). Entre tanto, la revisión de la literatura estudiada no reportó estudio alguno acerca de la cantidad de residuos sólidos peligrosos y su gestión, generados en el sector de transporte masivo de pasajeros en el Valle del Cauca (3). Un estudio llevado a cabo sobre el plan de manejo ambiental del patio sur de Transmilenio en la ciudad de Bogotá, contrarrestó los impactos ambientales que las actividades efectuadas en dicho patio generan durante su operación. Igualmente, se encontró en la misma una guía para la prevención de la contaminación, el buen uso de los recursos y una producción más limpia en el sector automotor en general, sin tener en la cuenta el transporte masivo de pasajeros.

En Colombia, las llantas usadas no son consideradas residuos peligrosos. Sin embargo, su inadecuada disposición al finalizar su vida útil, puede convertirlas en residuo peligroso por los elementos que las componen y los químicos usados para impregnarlas. Igualmente, aceites usados, Adblue[®] (disolución de urea de origen sintético para reducir el nivel de emisiones de los vehículos pesados con motor diesel) y ácido de baterías, pueden convertir estos productos en residuos peligrosos que causan daño al ambiente y a la salud humana (5).

Las empresas Unión Temporal Ocade, de Colombia; Saniplan, de Brasil y Ambiental S.A., de Argentina, elaboraron un diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de las llantas y neumáticos usados por el parque automotor de Bogotá, que comprendió la evaluación de la problemática del residuo, los actores implicados, los usos actuales del residuo en la ciudad y una investigación sobre las posibles aplicaciones, de acuerdo con las múltiples experiencias internacio-

nales (6). Con base en este panorama, se establecieron cuatro alternativas de solución sobre las cuales se confeccionó un estudio técnico y económico que permitió seleccionar la mejor opción para el desarrollo de un diseño conceptual.

El diagnóstico ambiental parte de la cuantificación y caracterización del residuo y en esta dirección se estableció la estimación de las llantas generadas anualmente y su proyección, de acuerdo con las variables socioeconómicas que influyen en el crecimiento del parque automotor del Distrito Capital. Para esta cuantificación, se consideró la información suministrada por la Secretaría de Tránsito y Transportes de Bogotá en cuanto al número de vehículos por tipo y los hábitos de uso y cambio de las llantas por parte de los usuarios, evaluación efectuada mediante encuestas (6).

En relación con la ciudad de Medellín, se encontró una guía para el manejo integral de los residuos peligrosos que establece los procedimientos para el manejo integral en las organizaciones comerciales y de servicios de los municipios adscritos al área metropolitana del Valle de Aburrá —especialmente en el subsector transporte terrestre— en la cual se describe el manejo integral de los residuos sólidos, aunque omite el proceso de manejo de los residuos en el transporte masivo de pasajeros (7). En la Tabla 1 se muestran otros estudios, clasificados de acuerdo con el año y la entidad que lo ordenó.

En el mundo

Al efectuar la revisión bibliográfica, se concluyó que en el mundo son pocos los estudios sobre gestión de los residuos sólidos peligrosos causados por el sector transporte masivo de pasajeros (3) y se refieren, en general, a los procesos de que son objeto los residuos generados al final de la vida útil de los vehículos. Uno de estos estudios es el de Lacayo y otros (10), quienes elaboraron un diagnóstico de la situación actual del reciclaje de los componentes y residuos del automóvil, plantearon propuestas de mejora en las diferentes fases de la vida del automotor y clasificaron aquellos componentes que se convertirían en residuos y los tratamientos para ser reciclados. Según estos autores, las etapas que transcurren en la vida de un vehículo son:

1. El proceso de fabricación y su reciclado.
2. El proceso de reciclado en los talleres y las obligaciones que se generan para los trabajadores.
3. La recuperación de los vehículos fuera de uso al final de su vida útil.

Tabla 1
Cronología de estudios en Colombia sobre residuos peligrosos

Año	Entidad	Estudio
2001/2002	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC).	Determinó una generación aproximada de 101.400 t/año de residuos peligrosos, de los cuales el 69 % corresponde al sector industrial, el 26,2 % al sector automotor (baterías y aceites usados), el 2,3 % a residuos hospitalarios y un 2,5 % a envases de agroquímicos (8).
	Ministerio del Medio Ambiente. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), Bogotá.	Determinó una generación aproximada de 73.000 t/año de residuos peligrosos en el 2002 (8).
2002	Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, Bogotá.	Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de Llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Bogotá.
2007	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - Programa de Inversión para el Desarrollo Sostenible, IDS.	Se elaboró el documento gestión integral de residuos o desechos peligrosos, bases conceptuales, el cual establece las herramientas de gestión para conocer y evaluar los residuos sólidos peligrosos (tipo y cantidad) y las diferentes alternativas de prevención y minimización.
2008	Universidad Pontificia Bolivariana. Gobernación de Antioquia.	Se elabora la guía para el manejo de residuos, la cual describe el proceso productivo del subsector transporte terrestre y el manejo actual de los residuos sólidos generados por el transporte y determina los pasos necesarios para un adecuado manejo integral de los residuos sólidos.
2009	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).	Informe nacional sobre la generación y el manejo de residuos o desechos peligrosos en Colombia, año 2011.
2010	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).	Se publica en el año 2011 el Cuarto informe general del estado del ambiente y los recursos naturales renovables de Colombia 2010, en el modelo GEO (estado-presión-respuesta) y en los indicadores ambientales. El capítulo 4 está dedicado a los residuos peligrosos.
2012	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Informe de gestión presentado al Congreso de la República. El acápite IV Gestión ambiental sectorial y urbana se refiere a los residuos peligrosos.

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013.

Hicieron, además, una serie de recomendaciones para gestionar los desechos peligrosos en las fases uno y tres, en las cuales se genera la mayor cantidad de residuos (9).

Definiciones

Generador

Cualquier persona cuya actividad genere residuos o desechos peligrosos. Si esta es desconocida, será aquella que esté en posesión de estos residuos. Para los efectos del Decreto 4741 de 2005, el fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedades peligrosas se equipara a un generador, en cuanto a la responsabilidad por el manejo de los embalajes y residuos del producto o sustancia (17).

Residuo o desecho

Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula (17).

Los términos desecho y residuo derivan de la definición dada por el Diccionario de la Real Academia Española (RAE), adaptada luego por la *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos*, del Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, que los definió de la siguiente manera: “Desecho: aquello que queda después de haber escogido lo mejor y más útil de algo. Residuo: material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación” (10). La guía establece que ambos términos son aplicables, pero insiste en que son intrínsecamente subjetivos porque quien decide si un determinado objeto continúa siendo útil o no es el propietario. La mayoría de los países tienen un concepto definido de residuo peligroso; sin embargo, según el Centro Coordinador del Convenio de Basilea se dan algunas diferencias e inconsistencias en los conceptos de residuo peligroso, sustancia química, sustancia especial, sustancia venenosa, sustancia tóxica y sustancia difícil.

Aunque varias naciones han intentado adoptar una definición objetiva de residuo, persiste cierto grado de incertidumbre. Para el caso de Colombia, a partir de la Ley 253 de 1996 (11) por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos

peligrosos y su eliminación se utilizó el concepto desecho peligroso. Posteriormente, se equipararon los dos conceptos a partir de los decretos 1713 de 2002 (12) y 4741 de 2005 (13), que determinan los elementos para la prevención y minimización de los residuos domiciliarios y peligrosos, respectivamente. La Tabla 2 presenta diferentes definiciones de residuo peligroso.

Tabla 2
Definiciones de residuo peligroso

Año	Autor	Definición
	Organización de las Naciones Unidas.	Todo material que no tiene un valor de uso directo y es descartado por su propietario.
1992	Convenio de Basilea.	Sustancias u objetos a cuya eliminación se procede, se propone proceder o se está obligado a proceder, en virtud de lo dispuesto en la legislación nacional.
1993	México (norma oficial mexicana NOM-052-Semarnat-1993).	Residuos que, sustancial o potencialmente, ponen en peligro la salud humana o el medio ambiente cuando son manejados en forma inadecuada y poseen una o más características Cretib: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico-infeccioso.
	Comunidad Europea. Directivas 75/442/CEE, 91/156/CEE, 94/3/CE y 2000/532/CE.	Cualquier sustancia u objeto perteneciente a una de las categorías listadas en el Anexo 1 y del cual su poseedor se desprenda o del cual tenga la intención u obligación de desprenderse.
	Programa Regional de Manejo de Residuos Peligrosos del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS-OPS/OMS)	Todo material que no tiene un valor de uso directo y es descartado por su propietario.
1997	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA)	Todo material (sólido, semisólido, líquido o contenedor de gases) descartado y que presenta las siguientes características: inflamabilidad, corrosividad, reactividad y toxicidad.
2003	Ministerio de Salud Ambiental del Gobierno de Chile (Reglamento sanitario sobre el manejo de residuos peligrosos. Decreto supremo 148).	Residuo o mezcla de residuos que presenta riesgo para la salud pública o efectos adversos al ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar algunas de las características de peligrosidad como toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad extrínseca, inflamabilidad, reactividad y corrosividad.
2005	Decreto 4741 de 2005	Cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentre en estado sólido o semisólido o un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo produjo o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula.
2010	Asociación Nacional de Industriales (ANDI)	Todo residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

Fuente: adaptado de Moreno y Vallejo, 2013.

Riesgo

Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana o en el ambiente (13).

Tratamiento

Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos o desechos peligrosos, teniendo en cuenta su riesgo y el grado de peligrosidad, para incrementar sus posibilidades de aprovechamiento y valorización o para minimizar los riesgos para la salud humana y el ambiente (13)

Cronología de las políticas de gestión en el mundo y estudios en Colombia

La Tabla 3 presenta de manera cronológica las políticas y medidas mundiales y nacionales para la gestión de residuos sólidos peligrosos.

Tabla 3
Cronología de las políticas para la gestión de residuos peligrosos

Año	En el mundo	Año	En Colombia
1960	Japón es el primer país en establecer normas que regulan los residuos peligrosos, a raíz del incidente de Minamata que ocasionó varias muertes por consumo de pescado contaminado con residuos de mercurio vertidos al mar.	1975	El primer estudio sobre la situación de los residuos sólidos lo efectuó el Ministerio de Salud, Dirección de Saneamiento Ambiental. En consecuencia, se formula el Programa Nacional de Aseo Urbano (Pronasu).
1973	Reino Unido dio comienzo a la expedición de normas como respuesta a los efectos ocasionados por tambores que contenían sales de cianuro, abandonados en campos donde jugaban niños.	1979	La Ley 9 de 1979 (Código Sanitario Nacional) establece los lineamientos para la protección del ambiente y las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias y determinar los procedimientos y medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del ambiente.
1989	USA. Convenio de Basilea. Orientado a estructurar un marco para el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos.	1991	La legislación ambiental se sustenta principalmente en la Constitución de 1991.

Continúa.

Tabla 3 (continuación)
Cronología de las políticas para la gestión de residuos peligrosos

Año	En el mundo	Año	En Colombia
1992	Agenda 21, aprobada por la ONU en la Cumbre de Río de Janeiro, 1992. Abarca aspectos económicos, sociales y culturales, así como aquellos relativos a la protección del ambiente.	1992	Se promulga el Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Ley 2811 de 1975 y la Ley 99 de 1993 (Ley General Ambiental de Colombia).
		1994	Ley 142 de 1994, por medio de la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones
		1996	Se ratifica el Convenio de Basilea a través de la Ley 253 de 1996 y entra en vigor para el país a partir del 31 de marzo de 1997.
2002	Cumbre de la Tierra en Johannesburgo. Se reafirma la Agenda 21, lo cual se constituye en un hito importante en la definición de políticas y planes de acción mundial para el desarrollo sostenible y la gestión de los residuos peligrosos.	2005	Se aprueban el Convenio de Estocolmo, el Capítulo 20 de la Agenda 21, la declaración de la Cumbre de Johannesburgo y el programa Producción más Limpia, entre otros. El 16 de diciembre el Consejo Nacional Ambiental aprueba la política ambiental para la gestión integral de los residuos o desechos peligrosos. El 30 de diciembre entra en vigencia el Decreto 4741 "Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral".
2004	El Convenio de Estocolmo entra en vigor en el mes mayo. Su objetivo es eliminar totalmente doce contaminantes orgánicos persistentes (COP o POP, por sus siglas en inglés) particularmente tóxicos. Ocho de estos son plaguicidas, dos son productos químicos de uso industrial y los otros dos constituyen dos familias de productos químicos generados sin intención; es decir, que no tienen utilidad comercial, pero se producen en procesos de combustión y en algunos procedimientos industriales.	2008	El Congreso de la República de Colombia expide la Ley 1252 del 2008, por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013.

Características de los residuos peligrosos

Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, 2003), la norma oficial mexicana (NOM-052-Semarnat, 1993), el reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos, Decreto Supremo 148 de 2003, de Chile, y la Ley 253 de 1996, por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea

sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, las características de un residuo peligroso son las siguientes (Tabla 4):

Tabla 4
Características de los residuos peligrosos

Característica	Descripción	Propiedades/Criterios
Inflamabilidad	Pueden producir incendios bajo ciertas condiciones o son espontáneamente combustibles. Se incluyen residuos de aceite y solventes usados (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) (14).	a. Ser un gas que a 20 °C y una atmósfera de presión, arde en una mezcla igual o menor al 13 % del volumen del aire. b. Ser un líquido cuyo punto de inflamación es inferior a 60 °C de temperatura, con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24 % de alcohol en volumen. c. Ser un sólido que a una temperatura de 25 °C y una atmósfera de presión produce fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas y quema vigorosa y persistentemente, lo que dificulta su extinción. d. Ser un oxidante que puede liberar oxígeno y como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material (14).
Corrosividad	Sustancias o desechos que por acción química causan daños graves en los tejidos vivos que estén en contacto con ellos o en caso de fuga, dañar otros materiales (14). (Ley 253 de 1996).	a. Ser acuoso y presentar un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12,5 unidades. b. Ser líquido y corroer el acero a una tasa mayor de 6,35 mm por año a una temperatura de ensayo de 55 °C (14).
Reactividad	Sustancias o desechos capaces de emitir, de forma directa o indirecta, radiaciones ionizantes de naturaleza corpuscular o electromagnética, que en su interacción con la materia producen ionización en niveles superiores a las radiaciones naturales de fondo (14).	Contiene compuestos, elementos o isótopos, cuya actividad radiactiva por unidad de masa es superior a 70 KBq/Kg (setenta kilobecquerelios por kilogramo) o 2nCi/g (dos nanocurios por gramo) (14).
Toxicidad	Son dañinos o letales cuando se ingieren o absorben. Los líquidos contaminados puede escurrir (lixiviarse) del residuo y contaminar el agua subterránea. La toxicidad se define por medio de un procedimiento de laboratorio denominado procedimiento de lixiviación característico de toxicidad (TCLP), el cual ayuda a identificar residuos con probabilidad de lixiviar concentraciones de contaminantes que pudieran ser dañinos para la salud pública o el ambiente. Ciertos residuos químicos y metales pesados son ejemplos de residuos potencialmente tóxicos (14).	a. Dosis letal media oral (DL50), para tasas menores o iguales a 200 mg/kg para sólidos, y menores o iguales a 500 mg/kg para líquidos de peso corporal. b. Dosis letal media dérmica (DL50) para tasas menores o iguales a 1000 mg/kg de peso corporal. c. Concentración letal media inhalatoria (CL50) para tasas menores o iguales a 10 mg/l (14).

Continúa.

Tabla 4 (continuación)
Características de los residuos peligrosos

Característica	Descripción	Propiedades/Criterios
Explosividad	Se considera que un residuo (o mezcla de residuos) es explosivo cuando en estado sólido o líquido, puede por reacción química y de manera espontánea, desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la salud humana o al ambiente (Ley 253 de 1996).	a. Formar mezclas con el agua potencialmente explosivas. b. Capaces de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a una temperatura de 25 °C y presión de una atmósfera. c. Fabricada con el fin de producir una explosión o efecto pirotécnico (14).
Infeccioso	Un residuo o desecho con características infecciosas se considera peligroso cuando contiene agentes patógenos. Estos son microorganismos como bacterias, parásitos, virus, rickettsias, hongos y otros agentes (priones), con suficiente virulencia y concentración para causar enfermedades en los seres humanos o en los animales (14).	

Fuente: adaptado de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), 1997.

Clasificación de los residuos peligrosos

Para la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), los residuos peligrosos pueden ser de dos tipos: residuos inscritos y residuos característicos. Los primeros son considerados peligrosos si aparecen en una de las cuatro listas publicadas en el Código de Reglamentos Federales (40 CFR, parte 261). Es residuo característico si además de figurar en una de las listas anteriores, presenta una o más características que lo hacen peligroso.

Según el Decreto 4741 de 2005 y la *Guía para la Gestión Integral de los Residuos Peligrosos* del Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, los residuos pueden ser clasificados por estado, origen, tipo de tratamiento al que serán sometidos o potenciales efectos derivados de su manejo. Algunas de las especificaciones de estas clasificaciones se presentan en la Tabla 5.

Gestión interna

El Decreto 4741 del 2005, en el marco de la gestión integral, tiene por objeto prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente. Este Decreto establece que la gestión de los residuos

Tabla 5
Diferentes clasificaciones de los residuos

Clasificación	Descripción	Subclasificación
Estado	Según el estado físico en el que se encuentre.	- Sólidos - Semisólidos - Líquidos - Gaseosos
Origen	Se refiere a una clasificación sectorial y no existe límite en cuanto a la cantidad de categorías o agrupaciones que se pueden hacer.	- Domiciliarios, urbanos o municipales - Industriales - Agrícolas, ganaderos y forestales - Mineros - Hospitalarios o de centros de atención de salud - De construcción - Portuarios - Radiactivos

Fuente: adaptado de la Guía para la Gestión Integral de los Residuos Peligrosos, del Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, 2005.

peligrosos se hará en ocho etapas (Tabla 6). Por su parte, el Decreto 1609 de 2002 (15), determina que los envases y embalajes que contengan materiales peligrosos deben estar rotulados y etiquetados de forma clara, legible e indeleble, de acuerdo con lo establecido en la norma técnica colombiana NTC 1692 (16).

Norma técnica colombiana NTC 1692

Esta norma establece la clasificación, las definiciones, el marcado, el etiquetado y el rotulado de las mercancías peligrosas, con el propósito de identificar el producto y las unidades de transporte cuando se despliegan actividades de tránsito en sus diferentes modalidades.

Separación interna de residuos

Para la separación en el sector transporte de los residuos peligrosos se debe solicitar a los proveedores las hojas de datos de seguridad de los materiales que proveen, en las cuales se describen las características de peligrosidad de los materiales, a fin de facilitar su separación y compatibilidad (18). Un residuo es incompatible cuando al entrar en contacto o mezclarse con otros puede generar calor, fuego, explosión, humos, gases tóxicos o inflamables, disolución de sustancias tóxicas o reacciones violentas. Para establecer la incompatibilidad entre los residuos peligrosos, se han establecido tablas o matrices de incompatibilidades que rigen a nivel mundial, las cuales identifican si dos o más residuos pueden ser manejados o almacenados en un mismo lugar y las precauciones que se deben tomar. En la Figura 2 se muestran las tres etapas de la gestión

Tabla 6
Etapas de la gestión de los residuos peligrosos

Etapa	Descripción
Acopio/ separación en la fuente	Acción tendiente a reunir productos desechados o descartados por el consumidor al final de su vida útil y sujetos a planes de gestión de devolución de productos posconsumo, en un lugar acondicionado para tal fin, de manera segura y ambientalmente adecuada, a fin de facilitar su recolección y posterior manejo integral. La separación en la fuente es la base fundamental de la adecuada gestión de residuos y consiste en la separación selectiva inicial de los residuos procedentes de cada una de las fuentes determinadas, dándose así inicio a una cadena de actividades y procesos cuya eficacia depende de la adecuada clasificación de los residuos.
Acondicionamiento	Es la preparación de los servicios y áreas con los materiales e insumos necesarios para descartar los residuos, según los siguientes criterios técnicos: Etiquetado. Tiene como objetivo principal identificar el residuo peligroso y reconocer la naturaleza del peligro que representa, de manera que alerte a las personas involucradas en su manejo y transporte sobre las medidas de precaución y las prohibiciones establecidas. Para este fin, se utilizan etiquetas de riesgo que contienen información relacionada con la identificación del residuo, los datos del generador, el código de identificación del residuo y la naturaleza de los riesgos que representa. Envasado. Una vez generados los residuos peligrosos, es necesario depositarlos en envases o contenedores apropiados, de acuerdo con su estado físico, características de peligrosidad, volumen generado y compatibilidad con otros residuos, con base en los principios establecidos en la norma técnica colombiana NTC 1692 y las disposiciones generales relativas al embalaje/envasado de mercancías peligrosas de las Naciones Unidas (17).
Recolección	Es la acción y efecto de retirar los residuos de uno o varios generadores por parte de las personas o entidades encargadas del servicio de gestión interna o externa (17).
Almacenamiento	Es el depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado, con carácter previo a su aprovechamiento, valorización, tratamiento o disposición final. El tiempo de almacenamiento debe ser lo más breve posible. En Europa y Estados Unidos este suele variar entre uno y tres meses y en Colombia es de doce meses en las instalaciones del generador. En países que no cuentan con una adecuada infraestructura para el tratamiento y disposición de los residuos peligrosos, los tiempos pueden ser mayores.
Transporte de residuos peligrosos	El transporte es una etapa intermedia entre el almacenamiento en el lugar de generación y el tratamiento o disposición final, con una posible etapa intermedia de almacenamiento transitorio o unidad de transferencia en otro predio. Con el objetivo de que el transporte se lleve a cabo con riesgos mínimos tanto para operadores como para el resto de la población y el ambiente, muchos países han definido las condiciones en que debe efectuarse esta actividad, así como las responsabilidades correspondientes (17).
Tratamiento	Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos o desechos peligrosos, según el riesgo y el grado de peligrosidad, con el fin de incrementar sus posibilidades de aprovechamiento o valorización o minimizar los riesgos para la salud humana y el ambiente.
Aprovechamiento o valorización	Es el proceso de recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos o desechos peligrosos, por medio de la recuperación, el reciclado o la regeneración.
Disposición final	Es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos –en especial los no aprovechables– en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y el ambiente.

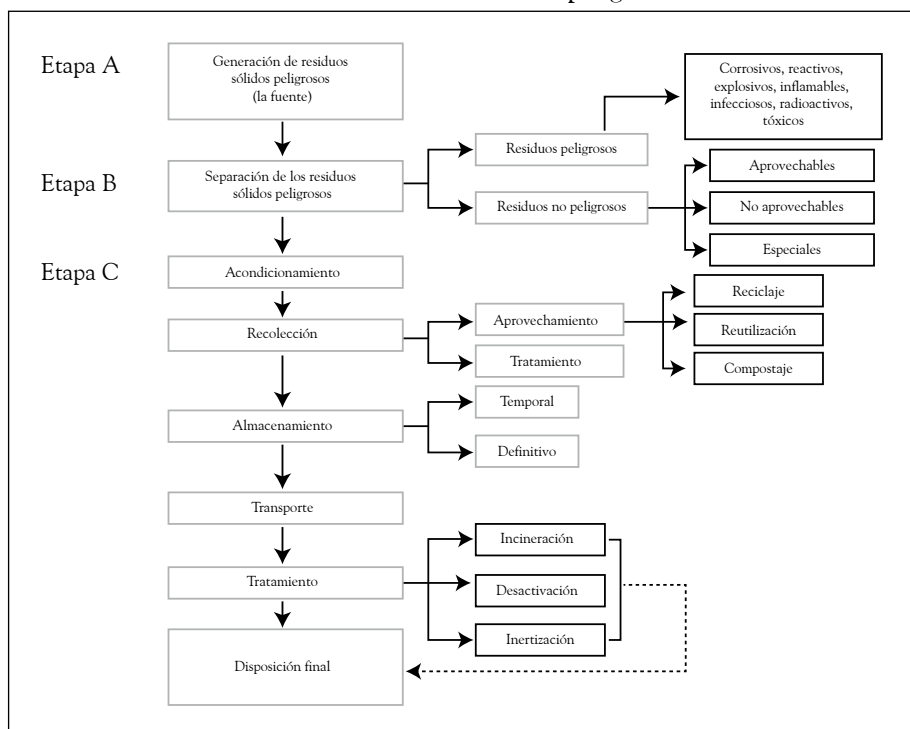
Fuente: adaptada de Moreno y Vallejo, 2013.

de los residuos. La etapa A consiste en la identificación de los generadores de los residuos peligrosos; la etapa B es la separación en la fuente de los residuos peligrosos y no peligrosos y en la etapa C se llevan a cabo la caracterización, el acondicionamiento (etiquetado y envasado), la recolección, el almacenamiento, el transporte, el tratamiento y la disposición final.

El vehículo como generador de residuos sólidos peligrosos

A nivel mundial, los automotores son considerado como los mayores generadores de contaminantes en los centros urbanos de los países industrializados y en vía de desarrollo. Por otro lado, en la mayoría de los centros urbanos de América Latina los vehículos automotores constituyen la causa principal del deterioro de la calidad del aire del ambiente y generan el 99 % del total de las emisiones de

Figura 2
Gestión de residuos sólidos peligrosos



Fuente: Grupo de Investigaciones Ambientales, UPB, Medellín.

monóxido de carbono (CO), el 54 % de hidrocarburos y el 70 % de monóxido de nitrógeno (NO) (22). Así mismo, el *Manual para la gestión ambiental en el sector transporte* de Andalucía, España, afirma que el transporte genera impactos sociales y ambientales no solo por la emisión de gases, sino también por los residuos líquidos y sólidos derivados del mantenimiento de los vehículos (19).

A continuación, en la Tabla 7 se muestran los residuos peligrosos originados por la operación de talleres de vehículos automotores y sus diferentes áreas y se incluyen las características físicas, químicas o biológicas que hacen peligroso un residuo, de acuerdo con el Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR), establecido en el Catálogo Europeo de Residuos Peligrosos y el Anexo II del Convenio de Basilea.

Aparte de los residuos sólidos objeto de estudio de este libro, los vehículos generan residuos líquidos, como aceites de motor, refrigerantes, lubricantes de

Tabla 7
Residuos generados en los talleres automotores

Área	Tipo de residuo	Características FQB*
Servicio mecánico	Aceite usado	Tóxico (te) inflamable
	Filtros de aceites usados	Tóxico (te) inflamable
	Filtros de ACPM	Tóxico (te) inflamable
	Trapos o estopas impregnados de aceite	Tóxico (te) inflamable
	Recipientes vacíos que contuvieron aceite, anticongelante, líquido de frenos, aerosoles	Tóxico (te)
	Residuos de anticongelante	Tóxico (te)
	Desengrasante contaminado utilizado para el lavado de piezas	Inflamable
	Baterías usadas	Corrosivo
	Convertidores catalíticos gastados o agotados	Tóxico (te)
	Lodos provenientes de la limpieza de drenajes aceitosos, trincheras o trampas de separación de aceites	Tóxico (te)
	Lámparas fluorescentes fundidas no ecológicas	Tóxico (te)
	Balastos usados	Tóxico (te)
Latonería y pintura	Potes vacíos que contuvieron pintura base solvente o solventes (thinner)	Tóxico (te)-inflamable
	Trapos, estopas o papel impregnadas con solvente o pintura base cromo o plomo	Tóxico (te)-inflamable
	Filtros usados de cabinas de pintura y cabinas de preparación	Tóxico (te) inflamable
	Solventes sucios provenientes del lavado de pistolas neumáticas de aplicación de pintura	Tóxico

* F: físico; Q: químico; B: Biológico.

Fuente: Plan de manejo de residuos. Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores.

caja de cambios, diferencial, líquidos de dirección y frenos, ácido de batería, agua con anticongelante y refrigerantes (20).

Los residuos sólidos y líquidos de los vehículos son considerados peligrosos. En este sentido, los talleres deben implementar modelos que permitan reducir y prevenir la generación de residuos, así como disminuir los riesgos ambientales y ocupacionales, de acuerdo con lo establecido en la normativa ambiental vigente, cada día más restrictiva en este aspecto. Para ello, es necesario determinar la composición típica de los materiales que forman un automóvil, con el propósito de estimar la cantidad y el estado de los residuos peligrosos que se generarían durante su mantenimiento, los cuales se encuentran entre los siguientes rangos:

65 % - 68 % de material férreo

6 % - 8 % de aluminio

9 % -10 % de plástico

5 % - 6 % de gomas

9 % - 14 % de otros materiales, como vidrios y fibras (21), (22)

Por consiguiente, el diseño de un modelo para la gestión integral de residuos peligrosos se basa en el inventario de los componentes materiales y los repuestos y recargas de fluidos durante todo el ciclo de vida del automotor. Por ende, cabe aducir que la generación de residuos peligrosos en el sector transporte se presenta en dos actividades: 1. la fabricación de vehículos como industria manufacturera (CIU 3843); y 2. la revisión y mantenimiento de vehículos como sector servicios (CIU 9513). Esta última comprende los siguientes subsectores: (22)

Mecánica automotriz, que efectúa las labores de revisión y reparación de vehículos, mediante acciones correctivas y de mantenimiento. Se identifica con el CIU G502005: mantenimiento y reparación de vehículos automotores-reparación de automóviles.

Servicio de lubricación y engrase, que forma parte de los servicios preventivos y de mantenimiento del sector automotor. Se identifica con el CIU G505153: establecimientos de servicio, lavado, engrase y cambio de aceite.

Latonería y pintura, relacionada con servicios correctivos del sector. Usualmente está unida a actividades de mecánica de colisión. Se identifica con el CIU G502006: mantenimiento y reparación de vehículos automotores, latonería y pintura.

Lavado de vehículos automotores, otra de las actividades de mantenimiento vehicular y se identifica con los CIU G502001: actividades de lavado y lustrado de vehículos automotores y G505103: establecimientos de servicio, lavado, engrase y cambio de aceite.

Conclusión

La revisión de la literatura especializada permitió, desde el punto de vista teórico, establecer las tendencias utilizadas en el manejo de los residuos sólidos peligrosos. Igualmente, se identificaron los conceptos definidos por diferentes autores y entidades internacionales y nacionales (decretos 1713 de 2002 y 4741 de 2005). Finalmente, se estableció la caracterización de los residuos peligrosos y su gestión, de acuerdo con los métodos recopilados en la literatura especializada consultada.

Agradecimientos

En la elaboración de este capítulo se contó con la colaboración de Daniela Ocampo Cuellar, estudiante de X semestre del programa de Ingeniería de la Universidad de San Buenaventura Cali.

The background features several abstract geometric shapes. A large black sector of a circle is in the upper left. To its right is a solid black circle. Below these, a light gray irregular shape spans the width of the page. In the bottom right, there is a large, stylized leaf-like shape with a white outline and a gray fill. The text is positioned on the left side, within the light gray area.

**DIAGNÓSTICO DEL MANEJO INTEGRAL
DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS
EN UN TALLER DE MANTENIMIENTO
DE UNA EMPRESA DE TRANSPORTE
MASIVO DE PASAJEROS**

El presente capítulo muestra el procedimiento para la elaboración del diagnóstico sobre el manejo de los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres de mantenimiento de los vehículos del sistema de transporte masivo de pasajeros, así como el resultado del diagnóstico aplicado a una empresa del sistema de transporte masivo en la ciudad de Cali, Colombia.

Objetivo

Indicar el procedimiento para elaborar el diagnóstico de la situación actual en la gestión de los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres de mantenimiento de la empresa y dar respuesta a los siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál es el objetivo del diagnóstico?
2. ¿Cuáles son los pasos para hacer el diagnóstico?
3. ¿Cuál es la metodología para clasificar la empresa como generadora de residuos sólidos peligrosos?

Introducción

En materia ambiental, el Decreto 4741 del 2005 exige que toda empresa cuya actividad productiva origine residuos peligrosos, debe clasificarse según la cantidad generada como grande, mediana o pequeña. Por su parte, el artículo 28 de la norma obliga a toda empresa a inscribirse en el registro de generadores de la autoridad ambiental competente de su jurisdicción, la cual tendrá en cuenta su clasificación y los vencimientos requeridos. Igualmente, en el artículo 10 señala que el generador garantizará la gestión y el manejo integral de los residuos peligrosos que genera y lo obliga a elaborar un plan de gestión integral destinado a prevenir la formación y reducción en la fuente, así como minimizar la cantidad y peligrosidad. Además, exige a la empresa documentar el origen, la cantidad, las características de peligrosidad y el manejo que se proporcione a los residuos peligrosos (acondicionamiento, recolección, almacenamiento, transporte y disposición final) (1).

Etapas sugeridas para la realización de un diagnóstico

Estas fases tienen como objetivo identificar y describir² en la organización el estado actual de los generadores, su cantidad y tipo, el acondicionamiento y rotulado, el almacenamiento temporal, el transporte interno, el acopio, el aprovechamiento y la disposición final de los residuos peligrosos surgidos de las actividades de mantenimiento de vehículos. Asimismo, conocer sus efectos en la salud de los trabajadores y en el ambiente (realidad organizacional). El diagnóstico se elabora con base en las etapas de preparación y ejecución.

Preparación del diagnóstico

Seleccionar el equipo de trabajo. Identificar en el organigrama de la organización los grupos, las áreas, la estructura interna del área y las personas que efectúan tareas en la gestión de residuos sólidos. El perfil del equipo que elaborará el diagnóstico e implementará el modelo en la organización responde a un profesional en el área de la ingeniería, con estudios de postgrado en el área ambiental, sanitaria o de seguridad y salud en el trabajo. Para la operación del equipo, se podrá utilizar una persona con estudios a nivel tecnológico en las mismas áreas.

Ejecución del diagnóstico

Se lleva a cabo considerando los siguientes aspectos:

Económico: asignación anual de recursos.

Laboral: capacitación, tipo de contratación y horas de dedicación.

Técnicos: procedimientos de trabajo, análisis e información de datos.

Tecnológicos: medios de almacenamiento, recolección y equipos de trabajo.

Infraestructura: capacidad, orden y aseo.

Cronograma de actividades: definir en un diagrama de Gantt las actividades, el responsable, el cómo y el cuándo.

Preparación de técnicas y herramientas de apoyo: se recomienda seleccionar, adaptar o diseñar técnicas y herramientas que faciliten la obtención de datos con el fin de generar información que permita la toma de decisiones políticas adecuadas en materia ambiental y ocupacional en la organización. Las técnicas

2. El término “describir” se refiere a la forma como se presenta el fenómeno o problema en la población objeto de estudio.

utilizadas son: trabajo en grupo, entrevistas, cuestionario sobre conocimiento, lista de chequeo, observación directa, lluvia de ideas, matriz causa-efecto, diagrama causa-efecto, árbol de problemas y capacitación.

Preparación del informe: la estructura del informe final del diagnóstico sugerida es:

1. **Introducción:** se subdivide en cinco temas: breve descripción de la organización; expresar de manera concisa su actividad en función de la producción, los turnos, el número de operarios y los clientes, entre otros; descripción de las necesidades de la organización; objetivo del diagnóstico y las actividades para alcanzarlo; descripción de la metodología que se va a seguir y justificación o aportes del diagnóstico.
2. **Trabajo de campo:** este numeral describe la forma como se recolectó la información en la organización y en anexos evidencia el diligenciamiento de las técnicas y herramientas utilizadas para la recolección de los datos.
3. **Análisis de resultados:** este acápite describe los resultados obtenidos una vez elaborado el diagnóstico. Se sugiere aplicar la estadística descriptiva para su presentación en tablas, gráficos o figuras que simplifiquen la información.
4. **Conclusiones.**
5. **Recomendaciones.**

Diagnóstico para la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos

El diagnóstico hecho a la población objeto de estudio, identifica y describe la situación actual en la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos en los talleres de mantenimiento de vehículos de transporte masivo, caso seleccionado para este libro. A continuación se muestran sus resultados.

Contexto

La empresa objeto de estudio hace el mantenimiento a buses del sistema de transporte masivo de la ciudad de Cali en siete talleres: 1. chasis; 2. carrocería; 3. aire acondicionado; 4. lámina y pintura; 5; abastecimiento de combustible, 6. lavado y aseo; 7. montallantas. Actualmente, cuenta con treinta operarios de mantenimiento y trabaja en dos turnos de ocho horas durante seis días a la semana. Asimismo, se ve abocada a clasificar, determinar y conocer el estado

actual de residuos sólidos peligrosos generados en sus siete talleres para dar cumplimiento a los requisitos exigidos por la norma, así como elaborar un modelo de gestión integral y establecer las necesidades y prioridades de dicha gestión.

Objetivo

Identificar el manejo actual de los residuos sólidos peligrosos en cada uno de los talleres. Este objetivo se logró al tener en cuenta las siguientes actividades:

1. Un trabajo de campo para la recolección de datos, consistente en la aplicación de una de una lista de chequeo³ al personal que trabaja en el departamento de mantenimiento (Anexo 1) y una encuesta para el personal de mecánicos que laboran en cada uno de los talleres de mantenimiento (Anexo 2).
2. Se elaboró un documento técnico con los siguientes puntos: introducción, descripción del trabajo de campo, análisis de los resultados, conclusiones y recomendaciones.

Metodología

Para la elaboración del diagnóstico en el subsector transporte se siguieron los nueve pasos sugeridos por la *Guía para el manejo integral de residuos del área metropolitana del Valle de Aburrá* (2) descritos en la Tabla 8 y se adaptó un procedimiento para efectuar el diagnóstico inicial que determinó el estado actual de los residuos, su manejo, cantidad y características.

El análisis de los resultados arrojados en el diagnóstico se efectuó en tres fases. La primera, abarca los talleres de chasis, carrocería, aire acondicionado, lámina y pintura, abastecimiento de combustible, lavado, aseo y montallantas, de acuerdo con las etapas uno a cuatro del *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos* (Tabla 8): identificación general de la empresa, identificación de los generadores, almacenamiento de los residuos y caracterización y aforo de los residuos generados.

La segunda fase hace referencia a los elementos para el manejo de los residuos sólidos peligrosos, como son la clasificación de la empresa por tipo de generador, alternativas de manejo externo de los residuos, plan de contingencia y registro

3. En el diagnóstico hecho a la empresa objeto de estudio, se verificaron ochenta y cuatro listas de chequeo en cada uno de los talleres durante un periodo de seis meses. Es decir, se llevaron a cabo doce verificaciones para cada taller.

Tabla 8

Pasos para la elaboración del diagnóstico de la gestión de los residuos sólidos peligrosos en una empresa de transporte masivo de pasajeros

Pasos	Componente del diagnóstico	Descripción
1	Información general de la empresa	Identificar si la empresa cuenta con un plan de gestión integral para el manejo de los residuos sólidos peligrosos. Puntualizar: 1. los departamentos que componen la empresa y el proceso efectuado en cada uno; 2. las actividades que se desarrollan en el departamento de mantenimiento; 3. número de personas que laboran y sus respectivos turnos; 4. tipo de mantenimiento que se lleva a cabo en los talleres (preventivo, correctivo o predictivo).
2	Identificación de generadores	Caracterización de los puntos de generación de residuos sólidos peligrosos y gestión actual (separación en la fuentes o aprovechamiento de estos bien mediante reciclaje, reutilización o compostaje).
3	Almacenamiento de los residuos sólidos	Describir los sitios de almacenamiento temporal y acopio de los residuos, así como la ruta, técnicas y horarios de recolección y transporte interno de los residuos, desde los puntos de almacenamiento temporal hasta el acopio. Elaboración de un mapa con los sitios de almacenamiento temporal y acopio.
4	Caracterización y aforo de los residuos generados	Identificar el aforo, la separación en la fuente y la cantidad de los residuos peligrosos originados en un período que se corresponda con las actividades.
5	Clasificación por tipo de generador	Clasificar la organización como generadora a partir de la cantidad de los residuos peligrosos y no peligrosos producidos, de acuerdo con el Decreto 4741 de 2005 y la Resolución 351 de 2005, respectivamente.
6	Alternativas de manejo externo de los residuos	Identificar el manejo externo de los residuos peligrosos, de acuerdo con las siguientes estas opciones: reciclaje, reutilización, compostaje incineración e inertización.
7	Plan de contingencia	Determinar la presencia de medidas de contingencia para prevenir o contener accidentes en el manejo de los residuos sólidos internos o externos.
8	Registro fotográfico	Elaborar un registro fotográfico del diagnóstico levantado.
9	Análisis y conclusiones	Analizar y concluir sobre la información obtenida durante el diagnóstico, de tal manera que se establezca la gestión integral actual de la organización.

Fuente: adaptada de la *Guía para el manejo integral de los residuos peligrosos del área metropolitana del Valle de Aburrá*.

fotográfico, según lo propuesto por la *Guía para el manejo integral de residuos del área metropolitana del Valle de Aburrá* (pasos cinco a ocho).

La tercera etapa comprende el análisis de los resultados, las conclusiones y las recomendaciones. En este trabajo se desarrollarán, a manera de ejemplo, los nueve pasos del diagnóstico en el taller de chasis, aérea seleccionada por ser

la que generó la mayor cantidad de residuos sólidos peligrosos. Finalmente, se hará el análisis de los resultados del diagnóstico.

Justificación

El diagnóstico inicial entregará un panorama general con el tipo, las características y cantidad de residuos generados e igualmente facilitará el diseño del modelo de gestión integral de residuos para la organización.

Trabajo de campo

En el Anexo 1 se muestran las técnicas y herramientas utilizadas para recolectar la información en la población objeto de estudio. Por otra parte, dentro de este trabajo se exponen los instrumentos sin diligenciar adaptados para tal fin con el objeto de proteger la identidad de la organización objeto de estudio.

Análisis de resultados

Taller de chasis

En esta sección se llevan a cabo actividades de mantenimiento correctivo, periódico y preventivo, de acuerdo con las siguientes definiciones:

- *Mantenimiento preventivo sistemático (periódico)*. Comprende una serie de operaciones efectuadas a intervalos establecidos para las flotas de transporte, se ejecutan con base en los kilómetros recorridos. Su objetivo es la optimización de las operaciones y los periodos de intervención (3).
- *Mantenimiento correctivo*. El mantenimiento correctivo es obligatorio y procede cuando ha surgido un fallo en alguna de las piezas del vehículo (3).
- *Mantenimiento preventivo predictivo*. Se basa en inspecciones de síntomas (monitoreado) con una frecuencia mínima que corresponde a un submúltiplo del periodo base. Su objetivo es anticiparse a la aparición de averías mediante el conocimiento del estado o condición del elemento. Para ello, se aplican técnicas de diagnóstico –idealmente no intrusivas– para monitorear el estado de los distintos sistemas del vehículo. La optimización de este tipo de mantenimiento requiere, por una parte, la determinación de los síntomas y sus límites de aceptación y rechazo; y por la otra, el diagnóstico de averías (3).

La Tabla 9 muestra la actividad (tipo de mantenimiento realizado) y los insumos utilizados.

Tabla 9
Tipo de mantenimiento e insumos utilizados en el taller de chasis

Tipo de mantenimiento	Insumos
Cambio filtro combustible y aceite	Guaipes
	Filtro del aceite del motor
	Recipientes de aceite de transmisión
	Filtro de combustible
Cambio de filtro de aire	Filtro de aire; guaipes
Cambio de baterías	Baterías, guaipes
Mantenimiento del cáliper o mordaza del freno	Grasa
	Guaipes
Limpieza del sistema eléctrico	Limpiador
	Guaipes
Limpieza de las partes del motor	ACPM
	Guaipes; líquido WD40®

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

En cuanto a la separación en la fuente actual de los residuos sólidos peligrosos, la Figura 3 evidencia que en este taller estos son mezclados con los residuos no peligrosos y no se presenta separación en la fuente.

Clasificación y caracterización

Actualmente, en la organización no se clasifican ni caracterizan los residuos peligrosos. Para la obtención del inventario de los residuos generados en el taller

Figura 3
Separación en la fuente actual en el taller de chasis



Fuente: Moreno y Vallejo 2013

de chasis, se diseñó e implementó un formato (Anexo 3) para el registro de los insumos utilizados en las diferentes actividades de mantenimiento para conocer su cantidad. Una vez identificados y clasificados los insumos, se revisaron las hojas de seguridad para caracterizar el grado de peligrosidad de cada residuo. En la Tabla 10 se relaciona el inventario de los residuos generados en el taller de chasis a partir del uso de sus insumos:

Encuesta a personal de mantenimiento

El resultado determinado por la encuesta sobre la clasificación y caracterización de los residuos que se hizo al 100 % de los operarios (treinta trabajadores) de mantenimiento, indicó que nunca se efectúa esta actividad en el taller. La Tabla 11 muestra el resultado de las ocho preguntas restantes.

Acondicionamiento

El acondicionamiento de los residuos sólidos peligrosos generados en el taller de chasis es inexistente; por lo tanto, tendrá presente la utilización de la matriz de

Tabla 10
Clasificación y caracterización de los residuos sólidos
peligrosos del taller de chasis

Residuo peligroso	Estado	Características*				
	S	C	R	E	I	T
Guaipes impregnados de aceite	X				O	
Filtro impregnado de aceite usado	X				O	
Recipientes contaminados con aceite	X				O	
Filtro de combustible usado	X				O	
Guaipes impregnados de combustible	X				O	
Filtro de aire contaminado con aceite	X				O	
Guaipes impregnados de aceite	X				O	
Baterías usadas	X	O				O
Guaipes impregnados de ácido sulfúrico	X	O				O
Recipiente y guaipes impregnados de grasa	X				O	
Recipientes impregnados de limpiador 3 en uno Profesional®	X				O	
Guaipes impregnados de limpiador 3 en uno Profesional®	X				O	
Recipiente y guaipes contaminado con ACPM	X				O	
Recipiente y guaipes contaminado con WD40®	X				O	

* S: sólido; C: corrosivo; R: reactivo; E: explosivo; I: inflamable; T: tóxico

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Tabla 11

Resultado de la encuesta realizada a treinta mecánicos de la empresa, sobre la separación, caracterización y clasificación de los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres

Clasificación y caracterización de residuos	Criterio (%)		
	Siempre	A veces	Nunca
¿Los residuos sólidos peligrosos están clasificados y caracterizados en la fuente de generación?		3,3	96,7
¿Se identifican los residuos generados de acuerdo con sus características (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, infeccioso)?			100
¿Se determinan las características de incompatibilidad de los residuos peligrosos generados entre sí? (Riesgo de generar gases venenosos, incendios, explosiones o calor al mezclar dos o más residuos. Ver matriz, Anexo 4).			100
¿Maneja separadamente los residuos peligrosos que sean incompatibles?			100
¿Envasa los residuos peligrosos en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad?		10	90
¿Los residuos de menor tamaño se encuentran acopiados en canecas según su clasificación?	3,3	3,4	93,3
¿Las canecas y recipientes se encuentran debidamente rotulados?		10	90
¿Se llevan registros mensuales de los diferentes residuos sólidos peligrosos generados (por peso y volumen) según su clasificación?			100
¿Los residuos sólidos peligrosos se pesan?		6,7	93,3

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

incompatibilidad (Anexo 4). Se recuerda que en esta etapa se hace el envasado y etiquetado de los residuos sólidos peligrosos generados. Los resultados de la averiguación mostraron que el 100 % de los encuestados desconocían las actividades de acondicionamiento, envasado y etiquetado de los residuos. Además, nunca han utilizado la matriz de incompatibilidades (Figura 4).

Presentación y cantidad de contenedores

En la Tabla 12 se muestra el inventario de los contenedores utilizados en el taller del chasis. En ella se detallan su estado actual, el material, el color y la cantidad. La empresa objeto de estudio adoptó la norma técnica colombiana GTC 24, (4) para garantizar la calidad de los residuos aprovechables y facilitar su clasificación, los recipientes o contenedores empleados serán claramente diferenciables, bien sea por color, identificación o localización (4).

Figura 4
Forma actual del acondicionamiento de los residuos



Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Tabla 12
Estado actual, capacidad, color y cantidad de los contenedores
utilizados en el taller de chasis

Inventario de contenedores de residuos sólidos peligrosos en el taller de chasis													
Bueno: recipiente en excelente estado, sin daño alguno y de buena utilidad. No presenta roturas y tiene una tapa apropiada.													
Regular: recipiente con algún defecto, pero puede usarse. No tiene la tapa apropiada o está roto en alguna parte de su estructura. No tiene etiquetas.													
Malo: recipiente con defectos y en mal estado. Incapacidad para contener apropiadamente los residuos. Roturas en su estructura, especialmente en la base.													
Información de los contenedores													
Actividades	Capacidad	Estado			Material			Color					Cantidad
	Litros	Bueno	Regular	Malo	Plástico	Lámina	Otro	Gris	Azul	Verde	Blanco	Rojo	
Chasis	50		X		X				X				2
Chasis	50		X			X						X	2
Total			2		1	1			1			1	4
Observaciones													
En la empresa se disponen los contenedores con base en la norma técnica colombiana GTC 24. Por desconocimiento y falta de concienciación, se hace un mal uso de estos.													

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

A nivel internacional no hay un acuerdo con respecto al código de colores. En la Tabla 13 se sugiere un código de colores para facilitar la identificación de los materiales residuales (4).

La empresa objeto de estudio emplea los colores de la siguiente manera: azul para envases de bebidas no retornables, envases retornables inservibles, vasos desechables, bolsas plásticas y demás recipientes plásticos limpios; gris para papel y cartón; rojo para residuos peligrosos; verde para residuos ordinarios y blanco para vidrio. En el paso cuatro del Anexo 1, el 90 % de los encuestados manifestaron tener desconocimiento acerca del uso de los contenedores de acuerdo con su rotulación. En la Tabla 13 se muestra el código de colores según la norma GTC 24 y en la Figura 5 el tipo y estado de los contenedores del taller de chasis.

Cuantificación

Para saber el peso y el volumen de los residuos generados en el taller de chasis, se tomó una muestra representativa equivalente al 10 % de los residuos generados en dos días, tiempo durante el cual se repite el ciclo de generación de acuerdo con lo establecido por la *Guía para el manejo integral de residuos del área metropolitana del Valle de Aburrá* (5) (Figura 6).

Tabla 13
Código de colores según la norma GTC 24

Sector	Tipo de residuo	Colores
Doméstico	Aprovechables	Blanco
	No aprovechables	Negro
	Doméstico	
	Orgánicos	Verde
Industrial, comercial, institucional y de servicios	Biodegradables	
	Cartón y papel	Gris
	Plásticos	Azul
	Vidrio	Blanco
	Orgánicos	Crema
	Residuos metálicos	Café oscuro
	Madera	Naranja
	Ordinarios	Verde
Nota 1. Se recomienda que cada generador establezca un código de colores particular para aquellos residuos no incluidos en la Tabla. Nota 2. Se recomienda consultar la legislación local vigente para verificar si existe algún código de colores establecido por la autoridad competente. Nota 3. Para residuos peligrosos se establecerá el código de colores e iconos en la guía para residuos peligrosos. Nota 4. Los colores establecidos en la Tabla obedecen a la normativa aplicable		

Fuente: Guía Técnica Colombiana GTC 24

Figura 5

Tipo y estado de los contenedores del taller de chasis



Contenedor para los
filtros



Contenedor para los
guaipes



Contenedor para el aceite

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Figura 6

Pesaje de los residuos peligrosos generados en el taller de chasis



Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

La muestra estuvo compuesta por residuos depositados en los contenedores ubicados en el taller. Una vez tomada la muestra, se separaron los residuos y se pesaron en una balanza compactadora de masa de alta presión y capacidad. La Tabla 14 muestra el resultado de la cuantificación de los residuos sólidos peligrosos generados.

Recolección y transporte

Para el 100 % de los encuestados (Anexo 1, paso 3), la empresa no cuenta con una ruta definida para la recolección interna de los residuos, no se tienen rutas

Tabla 14
Cantidad de residuos sólidos peligrosos generados en el taller de chasis

Residuo	Peso (en kg)
Caucho	6,33
Chatarra	6,41
Correas	0,325
Envases	0,77
Filtros	93,205
Frascos plásticos	0,17
Papel	11,62
Plástico bolsas de empaques	1,795
Retenes	0,04
Tapas desechables de filtros	0,115
Tarros plásticos	0,5
Guaipes	25,045
Tarro de WD40®	0,375
Total	146,7

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

ni horarios definidos para tal fin y no se hace una recolección selectiva. Como los residuos peligrosos y los no peligrosos son mezclados, se recolectan en los mismos contenedores para posteriormente entregarlos a la empresa de aseo externo dos días en la semana.

Almacenamiento temporal

El taller de chasis no tiene un depósito específico para los residuos generados. Hay cinco depósitos temporales de los cuales uno está marcado con el aviso “Residuos peligrosos” y en él se depositan los generados en el taller de chasis. Los depósitos no cumplen con las especificaciones del Decreto 1140 del 2003 ni con las normas colombianas de diseño y construcción sismorresistentes (NSR-98) adoptadas por la Ley 400 de 1997 y el Decreto 33 de 1998 y sus versiones posteriores. Aunque se encuentran en un lugar de fácil acceso para el transporte de los residuos, no están contruidos en material resistente al fuego ni a situaciones extremas de peligros. Sus puertas y paredes están hechas de madera de fácil combustión (Figura 7).

La bodega tiene una área de 29,92 m² y no dispone de salidas de emergencia distintas a las principales. Asimismo, se observó que los residuos que sobresalen de los cuartos de almacenamiento se depositan en las canecas de residuos domiciliarios que serán transportadas por el carro recolector. También se observaron

Figura 7

Bodegas para el almacenamiento de los residuos peligrosos



Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

pisos de concreto sin resistencia a los residuos que se depositan en el sitio, lo que permite el filtrado de sustancias, incluidas las peligrosas. Finalmente, el interior de la empresa no cuenta con la señalización de seguridad requerida para el almacenamiento ni áreas exclusivas para cada residuo (5) (Anexo 1, paso 3).

Los residuos allí depositados, a excepción de las llantas y los aceites, son mezclados, sin etiquetas, sin un orden adecuado y sin ningún registro del control sobre cada residuo, fecha de almacenamiento, clase de residuos y peligrosidad de los mismos (ver Figura 8). Están sin un plan definido para el almacenamiento de los residuos. En la bodega destinada para las baterías, no se dispone de estanterías, ni bases de madera para su almacenamiento y son dispuestas en el suelo.

Figura 8

Interior de la bodega de residuos peligrosos



Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Aprovechamiento

Como los residuos generados en este taller son mezclados, no existe aprovechamiento alguno, excepto los filtros, las baterías, el aceite usado, los tanques de aceite y la chatarra, los cuales son entregados a gestores externos para su disposición final. Estos gestores cuentan con los permisos y las licencias ambientales vigentes y expedidas por la administración gubernamental para tal fin (6) (Tabla 15).

En la Tabla 16 se presentan las actividades efectuadas en el resto de los talleres de mantenimiento de la empresa objeto de estudio, así como los insumos utilizados y los residuos peligrosos generados.

Metodología para clasificar la empresa como generadora de residuos sólidos peligrosos

Para clasificar la empresa de acuerdo con lo establecido por el Decreto 4741 del 2005 y la *Guía para la Gestión de los Residuos Peligrosos del Valle de Aburrá*, se revisaron los informes y registros elaborados por el área de operaciones de la empresa objeto de estudio, en relación con el transporte, pesaje y disposición final que llevan a cabo las empresas gestoras Combustibles Juanchito, Combustibles WDF Ltda., Baterías MAC, Baterías SAS, Luis Emilio Santibáñez y EKO Energías Renovables, y en cuanto a los isotanques y las baterías. Con los registros se obtuvo la cantidad en peso, unidad y volumen de los residuos generados en la empresa durante un año. En la Tabla 15 se observa que la mayor

Tabla 15
Registro de residuos peligrosos elaborado por las empresas gestoras

Mes Residuo	Nov. 11	Dic. 11	En. 12	Feb. 12	Mar. 12	Abr. 12	Mayo 12	Junio 12	Julio 12	Ag. 12	Sept. 12	Oct. 12	Total
Baterías	15		22	1.361				100	50			124	1.672 unidades
Isotanques	8	2	8	9	13	9	14	2	28	17	24	13	147 unidades
Canecas		6		2		9		2	10	12			41 unidades
Chatarra	500	200			1.500	833	833	600	433	500	500	375	6.274 kg
Filtros				70	25				170	27		40	332 kg
Aluminio		10						372					382 kg
Cartón										150			150 kg
Plástico										210			210 kg
Total kilogramos													7.348 kg

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Tabla 16
Tipo de mantenimiento e insumos utilizados en los talleres

Taller	Actividad	Insumo
Carrocería	Limpieza de puertas y ajustes	Líquido WD40®
		Guaipes
	Cambio de lámparas	Tubos fluorescentes
	Cambio de vidrios	Sikaaktivator
	Limpieza de contactos	3 en 1 Profesional®
		Guaipes
Aire acondicionado	Mantenimiento equipos aire acondicionado Lavado de filtros Cambio de filtros Cambio de gas refrigerante para aire acondicionado Completar niveles de gas refrigerante para aire acondicionado	WD40®
		Guaipes
		Químico DR-260
		Desengrasante
		Filtro de felpa
		Tanque gas refrigerante
Lámina y pintura	Pintura de piezas	Refrigerante R143A
		Guaipes
		Pinturas
		Thinner
		Lijas
		Cinta para enmascarar
	Lavado de pistolas para pintar	Papel
		Guaipes
		Thinner
	Reparaciones en fibra	Masilla
		Lija
	Cambio de vidrio	Resina
		Fibra de vidrio
		Recipiente para preparación
		Guantes
		Limpieza con formol y porra
		Sikaflex
Abastecimiento de combustible	Abastecimiento de combustible	Guaipes
	Inyección de AdBlue®	AdBlue®
Lavado y aseo	Lavado general de vehículos	Guaipes
		Escobas y trapeadores
	Limpiar grasa	Desengrasante/ solventes
	Lavado interior del vehículo	Escoba
		Trapero
	Aseo interior del vehículo	Guaipes
		Limpiavidrios
		Esponjas
		Cepillos
		Escobillones

Tabla 16 (continuación)
Tipo de mantenimiento e insumos utilizados en los talleres

Taller	Actividad	Insumo
Lavado y aseo	Brillada y polichada	Crema para brillar y desmanchar
		Guaipes
		Lija 3 mil, 1500
		Disco de espuma
		Disco de felpa
		Cinta
		Guantes
		Toalla mágica
	Embellecimiento de la flota	Crema para desmanchar sillas y parte interior de los vehículos
Montallantas	Cambio de llantas	Guaipes
		Llantas
	Despinchada de llantas	Guaipes
		Parches
		Cemento especial para caucho
		Lubricante WD40®
		Guaipes
		Pasta de desmontar
		Aceite para pistola neumática
		Limpiador.
		<i>Fast dry vulcanizing fluid.</i>

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

cantidad de residuos sólidos peligrosos corresponde a la chatarra y a las baterías, seguidos de otros residuos como los isotanques (contenedores contaminados con AdBlue®, producto químico consistente en una disolución de urea que reduce el nivel de emisiones de los vehículos pesados con motor diésel) y las canecas impregnadas de aceite. Finalmente y según los registros presentados por los gestores externos durante un año, la generación total de residuos peligrosos es de 7.348 kilogramos.

Una vez pesados los residuos, cuya disposición final la efectúan las empresas gestoras, se procedió a establecer históricamente la manera como estos se han generado en la empresa de transporte masivo de pasajeros objeto de estudio durante un año. Para ello, se revisó la factura de aseo tabulando el volumen y el valor facturado (Tabla 17).

Tabla 17

Aforo de los residuos a partir de la tarifa de aseo de la empresa en estudio

Cuantificación de los residuos a partir de la tarifa de aseo							
Tasa de aseo últimos doce meses							
Octubre	Tarifa: \$293.671	Enero	Tarifa: \$293.672	Abril	Tarifa: \$293.671	Julio	Tarifa: \$293.671
	Aforo: 16.00 m ³		Aforo: 16.00 m ³		Aforo: 16.00 m ³		
Noviembre	Tarifa: \$293.671	Febrero	Tarifa: \$293.672	Mayo	Tarifa: \$293.671	Ag.	Tarifa: \$293.671
	Aforo: 16.00 m ³		Aforo: 16.00 m ³		Aforo: 16.00 m ³		
Diciembre	Tarifa: \$293.671	Marzo	Tarifa: \$293.671	Junio	Tarifa: \$293.671	Sept.	Tarifa: \$293.671
	Aforo: 16.00 m ³		Aforo: 16.00 m ³		Aforo: 6.00 m ³		Aforo: 16.0 m ³
Total aforo de los residuos según tarifa de aseo							192 m ³

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

En la Tabla 17 se visualiza el costo por mes de la tarifa de aseo y la cantidad en metros cúbicos de los residuos generados por la empresa. De igual manera, se revisó la base de datos que elabora la empresa sobre la cantidad de residuos peligrosos que se entrega a las empresas gestoras, quienes efectúan la disposición final de los residuos y el registro de consumo, tal como se observa en la Tabla 18.

Tabla 18

Aforo de los residuos entregados a gestores para la disposición final durante un año

Mes	Residuo	Cant. (kg)	Residuo	Cant. (kg)	Residuo	Cant. (unid.)	Canecas	Cant. (unid.)
Oct-11	Chatarra	65	Baterías	882	Isotanques	0	Canecas	0
Nov-11	Chatarra	500	Baterías	604,5	Isotanques	8	Canecas	0
Dic-11	Chatarra	210	Baterías	285,6	Isotanques	7	Canecas	21
Ene-12	Chatarra	0	Baterías	576	Isotanques	8	Canecas	0
Feb-12	Chatarra	1.390	Baterías	27.723,6	Isotanques	9	Canecas	2
Mar-12	Chatarra	1.525	Baterías	0	Isotanques	13	Canecas	0
Abr-12	Chatarra	833	Baterías	0	Isotanques	9	Canecas	9
May-12	Chatarra	833	Baterías	0	Isotanques	14	Canecas	0
Jun-12	Chatarra	972	Baterías	14.030	Isotanques	12	Canecas	20
Jul-12	Chatarra	603	Baterías	2.940	Isotanques	20	Canecas	10
Ago-12	Chatarra	677	Baterías	0	Isotanques	17	Canecas	10
Sep-12	Chatarra	500	Baterías	0	Isotanques	24	Canecas	0
Oct-12	Chatarra	415	Baterías	2.529,6	Isotanques	13	Canecas	0
Total		8.523 kg		46.631kg		15 unid.		72 unid.

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

En la Tabla 19 se observa el aforo de los residuos (peligrosos según el registro de consumo facturado en los últimos doce meses).

El artículo 28 del Decreto 4741 de 2005 estableció que los generadores de residuos o desechos peligrosos están obligados a inscribirse en el registro de generadores ante la autoridad ambiental competente de su jurisdicción, según las categorías mostradas en la Tabla 20.

Tabla 19
Aforo de los residuos peligrosos según el registro de consumo facturado en los últimos doce meses

Mes	Tipo consumo	Proveedor	Consumo (kg)	Tipo consumo	Proveedor	Consumo (m ³)
Octubre 11	Aseo	Promoambiental	1300	Lodos	Ingefil	2,33
Noviembre 11	Aseo	Promoambiental	1300	Lodos	Ingefil	2,33
Diciembre 11	Aseo	Promoambiental	1300	Lodos	Ingefil	2,41
Enero 12	Aseo	Promoambiental	2370	Lodos	Ingefil	14,15
Febrero 12	Aseo	Promoambiental	1670	Lodos	Ingefil	14,1
Marzo 12	Aseo	Promoambiental	1660	Lodos	Ingefil	13,3
Abril 12	Aseo	Promoambiental	1850	Lodos	Ingefil	15,9
Mayo 12	Aseo	Promoambiental	2093	Lodos	Ingefil	14,6
Junio 12	Aseo	Promoambiental	1810	Lodos	Ingefil	5,5
Julio 12	Aseo	Promoambiental	2150	Lodos	Ingefil	5,6
Agosto 12	Aseo	Promoambiental	1830	Lodos	Ingefil	14,1
Septiembre 12	Aseo	Promoambiental	1400	Lodos	Ingefil	10
Octubre 12	Aseo	Promoambiental	1260	Lodos	-	0
Total			21.993			114,32

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Tabla 20
Categorías de generadores de residuos peligrosos

Categoría	Generación de residuos peligrosos (promedio ponderado y media móvil de los últimos seis meses de las cantidades pesadas)
Gran generador	$\geq 1.000 \text{ kg/mes}$
Mediano generador	$\geq 100 \text{ kg/mes} \leq 1.000 \text{ kg/mes}$
Pequeño generador	$\geq 10 \text{ kg/mes} < 100 \text{ kg/mes}$

Fuente: Decreto 4741 de 2005

Con la información obtenida de la generación de los residuos durante un año (Tabla 18) se llevó a cabo el procedimiento para clasificar la empresa de acuerdo con el artículo 28 del Decreto 4741. Posteriormente, se calculó la media móvil y el promedio ponderado de los últimos seis meses de las cantidades pesadas solo de dos residuos: chatarra (residuo 1) y baterías (residuo 2) (Tabla 21).

Tabla 21

Consolidado de la generación de los residuos de los últimos doce meses

Periodo 2012	Residuo 1 (kg/mes)	Residuo 2 (kg/mes)	Total (kg/mes)
Mes 1	500	604,5	1.104,5
Mes 2	210	285,6	495,6
Mes 3	0	576	576
Mes 4	1390	27.723,60	29.113,6
Mes 5	1525	0	1.525
Mes 6	833	0	833
Mes 7	833	0	833
Mes 8	972	14.030	15.002
Mes 9	603	2.940	3.543
Mes 10	677	0	677
Mes 11	500	0	500
Mes 12	415	2.529,60	2.944,6
Total residuos 2012:		57.147,3 kg	

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Se tomaron los datos de generación de los primeros seis meses para calcular el promedio, así:

$$\text{Promedio} = 1.104,5 + 495,6 + 576 + 29.113 + 1.525 + 833 / 6 = 5.608$$

Luego se calculó el valor de la media móvil ingresando el valor del mes siete y excluyendo el valor del primer mes:

$$\text{Media móvil (mes 7)} = 495,6 + 576 + 29.113 + 1.525 + 833 + 833 / 6 = 5.562,7$$

Esta operación se llevó a cabo durante doce meses y dio como resultado la siguiente cuantificación (5) (Tabla 22):

Tabla 22
Clasificación como generador

Periodo 2012	Total(kg/mes)	Media móvil últimos seis meses
Mes 1	1.104,5	
Mes 2	495,6	
Mes 3	576	
Mes 4	2.9113,6	
Mes 5	1.525	
Mes 6	833	
Mes 7	833	5.608,0
Mes 8	15.002	5.562,7
Mes 9	3.543	7.980,4
Mes 10	677	8.474,9
Mes 11	500	3.735,5
Mes 12	2.944,6	3.564,7
Total últimos seis meses:		34.926,2
Total residuos 2012:		57.147,3
Media móvil:		5.821

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Promedio mensual de generación de los residuos $34.926/6 = 5.821$

La Tabla 22 indica que la empresa de transporte masivo generó en el año 2012 un total de 57.147,3 kg de residuos peligrosos. La media móvil de los últimos seis meses indica que la empresa genera 5.821 kg/mes, promedio que la clasifica como gran generadora de residuos peligrosos.

Conclusiones del diagnóstico

El diagnóstico permitió identificar las oportunidades de mejora en el manejo integral de los residuos peligrosos en los talleres de mantenimiento de buses de transporte masivo, desde el punto de vista de su presentación, clasificación, caracterización, transporte interno, acopio y disposición final.

Así mismo, se evidencia la necesidad de capacitar al personal sobre los residuos peligrosos, formación que se centraría en la peligrosidad, el manejo, la gestión y la disposición final, así como en los riesgos para la salud y el ambiente que conlleva una mala disposición.

Con base en el pesaje de los residuos generados durante un año, se calculó la media móvil del volumen total de residuos, lo que dio como resultado la

clasificación de la empresa como gran generadora de residuos peligrosos, cuya cantidad en volumen asciende a 5.821 kg/mes.

Recomendaciones

Se recomienda a la empresa objeto de estudio establecer un modelo para la gestión integral de residuos sólidos peligrosos con base en los resultados arrojados en el diagnóstico.

Conclusión

En este capítulo se estableció y desarrolló un procedimiento para elaborar el diagnóstico de la situación actual de la gestión de los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres de mantenimiento de la empresa objeto de estudio y se identificaron las oportunidades de mejora ambiental y sanitaria en el manejo integral de los residuos peligrosos allí generados.

The background features several abstract geometric shapes. A large black sector is in the upper left. A black circle is partially visible on the right. A light gray irregular shape occupies the lower left, containing the text. A dark gray leaf-like shape with a white outline is in the lower right.

**MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA
MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
PELIGROSOS GENERADOS EN LOS
TALLERES DE MANTENIMIENTO
DE BUSES DE TRANSPORTE
MASIVO DE PASAJEROS**

A continuación se presenta el diseño del modelo de gestión integral de los residuos sólidos peligrosos propuesto para las empresas de transporte masivo de pasajeros, según lo establecido en la *Guía para la gestión integral de los residuos peligrosos*, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y por el Decreto 4741 de 2005. El modelo fue diseñado siguiendo la metodología del ciclo planear-hacer-verificar-actuar (PHVA) y los estándares de la norma ISO 9001-2008, a fin de determinar en cada etapa las actividades para el logro del objetivo propuesto.

Objetivo

Presentar los lineamientos específicos del modelo y el procedimiento para la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres de mantenimiento de los vehículos de transporte masivo de pasajeros.

El presente capítulo responde seis interrogantes que permiten visualizar los componentes de un modelo y su procedimiento de gestión integral, para minimizar la generación de residuos sólidos peligrosos en los talleres de mantenimiento de una empresa de transporte masivo de pasajeros en la ciudad de Cali, Colombia:

1. ¿Cuáles son los componentes de un modelo de gestión para la minimización de residuos sólidos peligrosos?
2. ¿Por qué desarrollar un plan de contingencias?
3. ¿Cuál plan se debe adoptar para minimizar la generación de residuos sólidos peligrosos?
4. ¿Cuál es el procedimiento para llevar a cabo la gestión interna de los residuos sólidos peligrosos?
5. ¿Por qué son primordiales los planes de capacitación para la minimización de la generación de residuos sólidos peligrosos?
6. ¿Cuáles son los efectos que causan los residuos sólidos peligrosos en la salud de los trabajadores y en el ambiente?

Introducción

El consumo de materias primas y energía y el aumento en la generación de residuos debido al crecimiento de la renta per cápita (1) son factores que agudizan los problemas ambientales; no obstante, es un hecho que las mejoras tecnológicas y los cambios en las preferencias del consumidor, reducen los impactos ambientales relacionados con el crecimiento económico. Sin embargo, el informe Mendows (2) pronostica que los efectos negativos serán los dominantes y predicen un colapso ecológico y económico, razón por la cual es necesario analizar en profundidad si los efectos ambientales predominantes son generados por las nuevas tecnologías y el cambio de preferencias o, por el contrario, continuarán acentuándose los efectos ambientales negativos ocasionados por el desarrollo económico (3). En este sentido, el manejo integral de los residuos sólidos producto del ciclo de vida de un vehículo, es asunto de interés para la sociedad en términos de protección, preservación y conservación de la salud y del ambiente; es decir, es un reto que cada individuo debe asumir como acto de autoprotección, porque cada acto contaminante del hombre es un acto contra sí mismo. Esto significa que la responsabilidad de los residuos sólidos peligrosos generados por un vehículo, no solo es del fabricante o del taller de mantenimiento, sino también del propietario y en esta vía la colectividad social velará por que su gestión conlleve el menor riesgo e impacto sanitario y ambiental posible.

Una revisión de la literatura sobre la generación de residuos peligrosos de vehículos permitió comprobar que los países industrializados y aquellos en vías de desarrollo, han centrado su atención en estudiar, regular y normalizar la contaminación atmosférica que ocasionan los vehículos, más que en los residuos sólidos generados por estos en su etapa de mantenimiento. Aunque Europa y Estados Unidos tienen regulaciones sobre los residuos sólidos peligrosos generados por los vehículos, América Latina y en particular Colombia disponen de pocos estudios al respecto. Sin embargo, cabe reconocer que Colombia ha definido en los últimos tiempos un marco normativo para su regulación (3).

Concepción teórica del modelo

El enfoque de sistemas

Un sistema es un conjunto de partes que se coordinan para alcanzar un objetivo y en cuanto a los residuos peligrosos, estos elementos corresponden a la cadena

de reciclaje que enlaza emisor con receptor.⁴ La toma de decisiones políticas y el establecimiento de medidas de control para reducir el deterioro de la calidad del aire, el suelo y el agua, contarán con la participación de las partes involucradas en el proceso, que en el caso de la cadena de reciclaje de residuos sólidos peligrosos involucra los generadores, la cantidad y tipo de residuos, el acondicionamiento y rotulado, el almacenamiento temporal, el transporte interno, el acopio, el aprovechamiento y su disposición final.

Bases conceptuales

La revisión de la literatura especializada consultada permite deducir que la gestión ambiental, los sistemas de gestión de la calidad, el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones para el manejo e información de datos, enriquecen la gestión ambiental, puesto que sustentan la temática abordada sobre el manejo integral de residuos peligrosos.

Población objeto y metodología del estudio: talleres de mantenimiento de vehículos

Al respecto, la investigación adoptó el enfoque cuantitativo de tipo descriptivo y explicativo. La información acerca de la cantidad y las características de los residuos peligrosos se solicitará a cada taller o a la autoridad ambiental correspondiente. En caso de no haber información disponible, esta se obtendrá mediante un diagnóstico (ver capítulo 2). Los instrumentos para la recepción y el análisis de los datos se diseñan de acuerdo con las variables expuestas y se tomarán en la etapa del diagnóstico. Igualmente, el modelo para la gestión integral de residuos sólidos peligrosos se diseña según los resultados obtenidos para cada variable y aspecto organizacional encontrados en la etapa de diagnóstico.

Bases teóricas del modelo

Para el desarrollo del modelo, se emplea la base teórica para diseñar un procedimiento con base en la ISO 9001 2008 y Granada 2010 en el cual se definen: las premisas, los objetivos, los principios, las entradas y las salidas.

Premisas

- Hacer el mantenimiento de vehículos.

4. Entiéndase como emisor la fuente generadora; en este caso, el taller de mantenimiento y como receptor el lugar donde se disponen los residuos, que puede ser el al aire libre, el agua o el suelo.

- Decisión de la dirección de la organización para la adopción del modelo y la asignación de los recursos económicos, técnicos, tecnológicos y de talento humano necesarios para la implementación del modelo.

Objetivos

Diseñar un modelo que permita gestionar integralmente los residuos sólidos peligrosos para los talleres de mantenimiento de vehículos de transporte masivo de pasajeros, mediante el desarrollo de cinco etapas: 1. diagnóstico; 2. planeación; 3. actividades de gestión integral de residuos sólidos peligrosos; 4. control de las actividades e indicadores de resultado; 5. acciones de mejora.

Principios

Se fundamenta en los siguientes principios:

Proactividad. Gestionar los residuos sólidos peligrosos para cumplir con las exigencias de la norma legal vigente.

Mejoramiento continuo. Mejora la eficiencia del proceso actual del taller por la inclusión de nuevos criterios para la toma de decisiones políticas, mediante el análisis de datos y su retroalimentación a fin de implementar las acciones correspondientes en las técnicas de gestión utilizadas.

Creatividad. Crear un ambiente participativo de trabajo entre las personas y entidades involucradas en la cadena de reciclaje.

Adaptabilidad. Aplicar el modelo en otras ciudades del país y en países en vías de desarrollo.

Justicia y equidad ambiental. Garantizar una calidad ambiental para todos, con una gestión óptima e integral de los residuos sólidos peligrosos.

Entradas

Norma estatal sobre gestión de residuos peligrosos.

Salidas

- Indicadores de resultado generación de residuos peligrosos por proceso de mantenimiento (GRPPM).
- Indicador del cumplimiento de la normatividad legal vigente (INC)

- Indicador de minimización de residuos sólidos peligrosos (MRS)
- Inventario de residuos (IRSP)
- Aprovechamiento de residuos sólidos peligrosos (ARSP)
- Socialización del procedimiento (SP)
- Tablas, figuras, mapas y reportes estadísticos de variables
- Instructivos, registros estadísticos y fotográficos y capacitación
- Plan de acción para la implementación del procedimiento en el siguiente año

Modelo de gestión integral para el manejo de los residuos sólidos peligrosos

El modelo diseñado integra la cadena de reciclaje de residuos sólidos peligrosos con las competencias jurídicas, técnicas y tecnológicas de las organizaciones, define los indicadores de resultado para la cuantificación y caracterización de los residuos sólidos peligrosos generados en talleres de mantenimiento de vehículos, y da respuesta a las necesidades organizacionales del sector (Figura 9).

Adaptación del modelo de gestión integral para el manejo de los residuos sólidos peligrosos

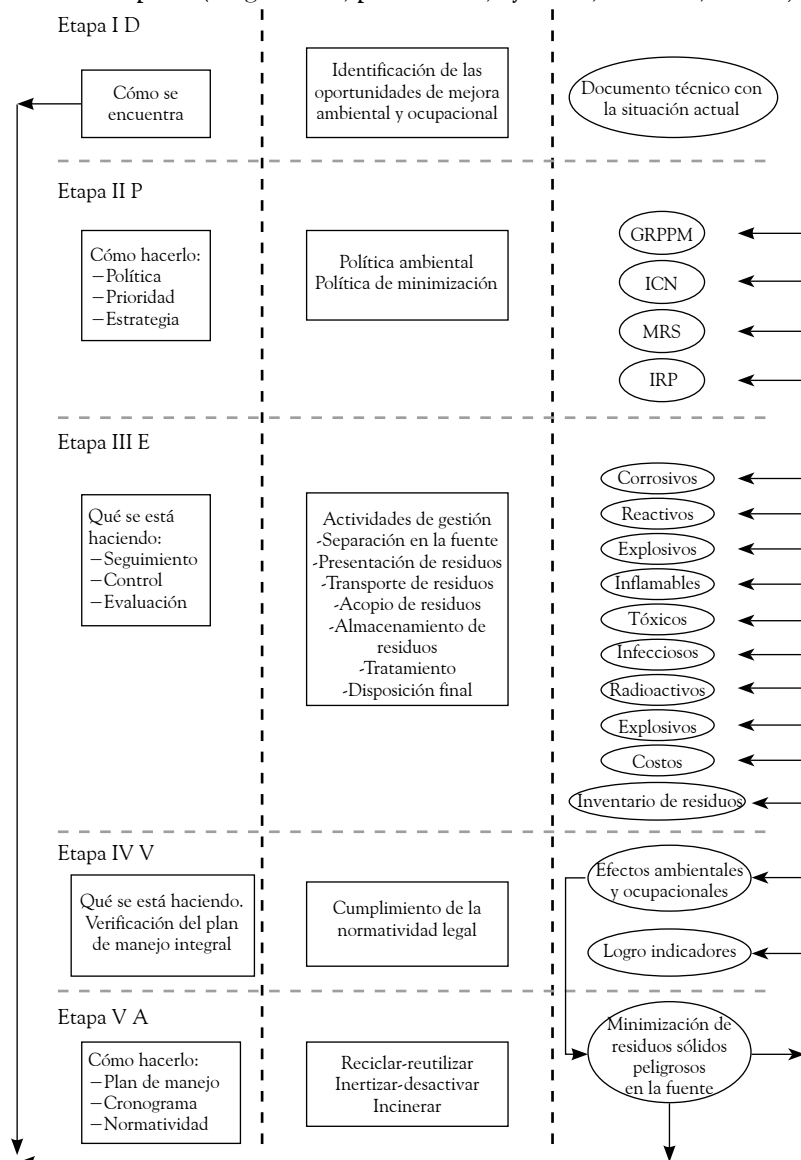
El modelo adoptado para la población objeto de estudio se organizó con base en las etapas propuestas por la ISO 9001/08: planear, hacer, verificar y actuar. La estructura de la presentación del documento se basa en los contenidos propuestos por diferentes autores para la presentación de un procedimiento tipo ISO 9000 y permite a los interesados integrar a sus sistemas de gestión (calidad, ambiental y seguridad y salud en el trabajo) dicho trabajo. A continuación se muestran sus resultados.

Procedimiento para el manejo integral de residuos sólidos peligrosos

Para operar el modelo en la población objeto de estudio, se diseñó un procedimiento con base en la ISO 9001-2008 (Figura 10), consistente en un el diagrama de flujo establecido para la implementación del modelo Dipeva.

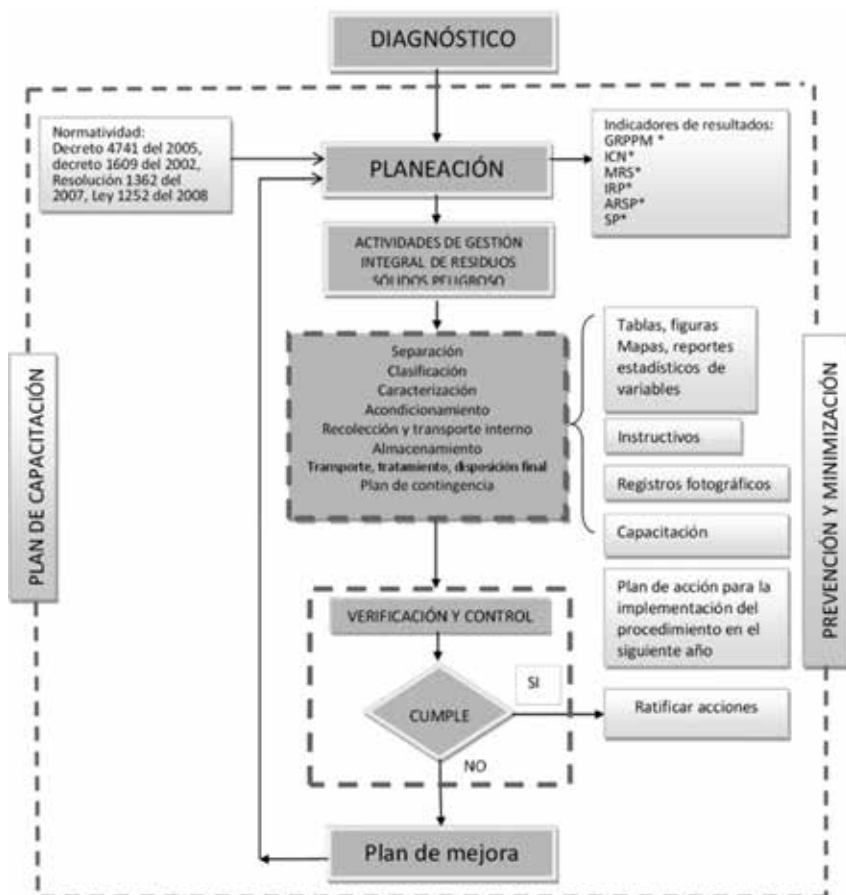
Figura 9

Modelo Dipeva (diagnóstico, planeación, ejecutar, verificar, actuar)

Fuente: Granada, 2013⁵

5. Este modelo se encuentra en un documento interno de trabajo del profesor Granada Aguirre, que recoge la experiencia de diez años de trabajo en el manejo de residuos sólidos ordinarios y peligrosos.

Figura 10
Diagrama de flujo del procedimiento para el manejo integral de residuos sólidos peligrosos



GRPPM= Generación de residuos peligrosos por proceso de mantenimiento
 ICN= Indicador del cumplimiento de la normatividad vigente
 MRS= Indicador minimización de residuos peligrosos
 IRP= Inventario residuos sólidos peligrosos
 ARSP= Indicador de aprovechamiento de residuos peligrosos
 SP= Indicador socialización del procedimiento

Fuente: Moreno-Vallejo, 2013

Objetivo general

Establecer los procedimientos y actividades para llevar a cabo la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres de mantenimiento de los vehículos de transporte masivo de pasajeros que le permitan a la empresa

cumplir con lo establecido en el Decreto 4741 de 2005 sobre la implementación de planes de manejo integral de residuos sólidos peligrosos.

Alcance

Aplica a todas las actividades y procedimientos efectuados en los talleres de mantenimiento de vehículos de transporte masivo de pasajeros que generen residuos sólidos peligrosos.⁶

Responsable

El grupo de gestión ambiental de la empresa objeto de estudio, conformado por el gerente de la organización, el coordinador de seguridad y salud en el trabajo, el coordinador de logística de patios, el gerente de mantenimiento, los técnicos de mantenimiento y los auxiliares de aseo de los patios. Este grupo tiene como funciones:

- Gestionar la asignación del presupuesto para la implementación y desarrollo del modelo de gestión para la minimización de los residuos sólidos peligrosos.
- Liderar la gestión de los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres de mantenimiento de la empresa de transporte masivo de pasajeros.
- Asesorar a la gerencia en la formulación de políticas de gestión para la minimización de residuos sólidos peligrosos y recomendar las necesidades de presupuesto para su desarrollo.
- Servir como órgano consultor organizacional en materia de gestión de residuos sólidos peligrosos para dar cumplimiento al objetivo.
- Participar, cuando a ello hubiere lugar, en situaciones que ameriten su intervención para esclarecer y proponer acciones correctivas y preventivas.
- Rendir los informes de actividades solicitados por la gerencia de la empresa.
- Orientar, supervisar, controlar y evaluar el cumplimiento de las normas de gestión de residuos sólidos peligrosos en todos los talleres de mantenimiento de la empresa de transporte masivo de pasajeros.

6. Para este caso, los recipientes con líquidos, gases peligrosos y residuos no peligrosos quedan excluidos del caso de estudio aquí presentado.

- Divulgar e informar mediante boletines, circulares y carteleras, lo relacionado con la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos.
- Diseñar e impulsar los programas y acciones de capacitación orientados a crear una cultura en la reducción, el reúso y el reciclaje.
- Diseñar los mecanismos para evaluar el desarrollo del modelo de gestión integral para la minimización de los residuos sólidos peligrosos.

Definiciones

En el Capítulo 1 se presentan, en el acápite correspondiente, las definiciones pertinentes al tema y asociadas al modelo desarrollado.

Procedimiento para la gestión de los residuos sólidos peligrosos

La Figura 10 muestra las etapas establecidas para la implementación del procedimiento que ejecuta el modelo Dipeva.

Diagnóstico

En el capítulo 2 se estableció la metodología para la elaboración del diagnóstico del manejo integral de residuos sólidos peligrosos en un taller de mantenimiento de vehículos de transporte masivo de pasajeros.

Planeación

La Tabla 23 muestra los elementos de entrada a la etapa de planeación.

Los elementos de salida del proceso de planeación (indicadores de gestión) se muestran en la Tabla 24.

Actividades de gestión

Las acciones diseñadas para el manejo de los residuos sólidos peligrosos de los talleres de mantenimiento se describen a continuación:

Separación y clasificación de los residuos sólidos peligrosos

El procedimiento de separación en la fuente se lleva a cabo en el puesto de trabajo y comienza cuando el personal se dispone a eliminar los residuos generados en el proceso de mantenimiento efectuado en los siete talleres. En cada uno de estos se estableció una clasificación de acuerdo con el tipo de residuo sólido peligroso

Tabla 23
Elementos de entrada a la etapa de planeación

Norma	Descripción
Resolución 372 del 26 de febrero de 2009 MAVDT	Por la cual se establecen los elementos que deben contener los planes de gestión de devolución de productos postconsumo de baterías usadas plomo ácido, y se adoptan otras disposiciones.
Ley 1252 de 2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Resolución 0062 del 2007 (Ideam)	Por la cual se adoptan los protocolos de muestreo y análisis de laboratorio para la caracterización fisicoquímica de los residuos o desechos peligrosos en el país.
Resolución 1362 del 2 de agosto de 2007 (MAVDT)	Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el registro de generadores de residuos o desechos peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27 y 28 del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.
Resolución 043 del 23 de marzo de 2007 (Ideam)	Establece los estándares para el acopio de datos, procesamiento y difusión de información para el registro de generadores de residuos o desechos peligrosos.
Resolución 1402 del 17 de julio de 2006 (MAVDT)	Por la cual se desarrolla parcialmente el decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos.
Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005 (MAVDT)	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Decreto 1609 del 31 de julio de 2002 del Ministerio de Transporte	Regula el transporte de mercancías peligrosas.
Ley 253 del 9 de enero de 1996 del Congreso de la República	Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea (22 de marzo de 1989) sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.
Constitución Política de Colombia de 1991	Artículos 49, 78, 79, 80, 81 y 366.

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

generado a fin de evitar su mezcla con sustancias peligrosas de igual o distinta naturaleza o compatibilidad. Para ejecutar el proceso de separación es necesario contar con las hojas de seguridad de cada insumo utilizado y garantizar que cada técnico tenga presente las características de peligrosidad del residuo generado para efectuar su separación, clasificación y caracterización de la manera sugerida en la hoja de seguridad. En el Anexo 9 se presenta, a manera de ejemplo, las indicaciones en la hoja de seguridad del líquido de frenos.

Caracterización de los residuos sólidos peligrosos

Esta se lleva a cabo de acuerdo con lo establecido en el Decreto 4741 de 2005, artículo 7, el cual indica:

Tabla 24
Indicadores de gestión

Indicador	Concepto	Fórmula
Indicador de minimización de residuos sólidos peligrosos (MRS)	Muestra la disminución en la cantidad total de residuos generados por la organización	$MRS = \frac{\text{Residuos año 1} - \text{Residuos año 0}}{\text{Residuos año}} \times 100$
Indicador de inventario de residuos sólidos peligrosos (IRSP)	Determina la cantidad de residuos generados en los procesos de mantenimiento de los vehículos	$IRSP = \frac{\text{Residuos generados}}{\text{Núm.de actividades de mantenimiento}} \times 100$
Aprovechamiento de residuos sólidos peligrosos (ARSP)	Cantidad de residuos sometidos a procesos de tratamiento (CRST) como desactivación de alta eficiencia, incineración o aprovechamiento (compostaje, reúso o reciclaje)	$ARSP = \frac{\text{CRST}}{\text{Total residuos generados kg/mes}} \times 100$
Socialización del procedimiento (SP)	Mide el porcentaje de avance del programa de formación y educación	$SP = \frac{\text{Num. de capacitaciones realizadas}}{\text{Capacitaciones programadas}} \times 100$
Indicador de cumplimiento de la normatividad vigente (ICN)	Mide el porcentaje el cumplimiento de la normatividad	$ICN = \frac{\text{Total generadores que cumplen la norma}}{\text{Total generadores en Cali}} \times 100$

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Para identificar si un residuo o desecho es peligroso se puede utilizar el siguiente procedimiento:

- a) Con base en el conocimiento técnico sobre las características de los insumos y procesos asociados con el residuo generado, se puede identificar si el residuo posee una o varias de las características que le otorgarían la calidad de peligroso;*
- b) A través de las listas de residuos o desechos peligrosos contenidas en el Anexo I y II del presente decreto;*
- c) A través de la caracterización físico-química de los residuos o desechos generados.*

Esta caracterización se hace en los laboratorios acreditados por el Ministerio del Medio Ambiente y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Ideam) y define los protocolos de muestreo y análisis para la caracterización físico-química de los residuos o desechos peligrosos en el país.

En caso de que no sea posible efectuar las pruebas de laboratorio para determinar las características físicoquímicas mencionadas, se pueden utilizar las hojas de seguridad de los insumos utilizados en el proceso de mantenimiento para determinar sus características de peligrosidad.

Para las actividades de separación, clasificación y caracterización de los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres de mantenimiento, se sugiere diligenciar los registros del Anexo 11, de acuerdo con las recomendaciones de la Tabla 25.

Acondicionamiento de los residuos peligrosos

Se empleará la matriz de incompatibilidades clase de riesgo ONU (Anexo 4). El acondicionamiento se hará con base en dos procesos: etiquetado y envasado.

Etiquetado

Las etiquetas las establece la norma técnica colombiana NTC 1692. Todos los contenedores que contengan residuos sólidos peligrosos estarán etiquetados de forma clara, legible, en tinta imborrable borre y bien fijada en el contenedor. Las etiquetas contendrán el nombre del residuo con el código del residuo sólido peligroso (RSP), el taller generador y las fechas de generación y almacenamiento temporal.

La etiqueta estará firmemente fijada sobre el envase y anular las indicaciones o etiquetas anteriores, de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior (Figura 11).

Figura 11

Modelo de etiqueta para los contenedores de los residuos sólidos peligrosos

Logo de la empresa **Residuo peligroso**

FILTROS DE COMBUSTIBLE

Código interno de identificación del residuo: _____

Área generadora taller generador: _____

Fecha de generación: _____

Fecha de almacenamiento: _____

SÓLIDO INFLAMABLE

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Tabla 25
Recomendaciones para la separación, clasificación y caracterización
de los residuos sólidos peligrosos

Procedimiento	Recomendaciones	Observación
Separación, clasificación y caracterización	La separación y clasificación de los residuos sólidos peligrosos es el primer paso para una gestión adecuada.	Efectuarla en los talleres de mantenimiento.
	Está estrictamente prohibido mezclar los residuos sólidos peligrosos con los no peligrosos.	Si por cualquier circunstancia se produce una mezcla, esta se deberá manejar como un residuo peligroso e informar inmediatamente al coordinador de seguridad y salud en el trabajo y ambiental.
	Cada residuo sólido peligroso se separa según lo establecido en la Tabla de incompatibilidad.	Si son mezclados se pueden generar reacciones violentas.
	Se deben revisar las hojas de seguridad, la Tabla de incompatibilidad y las listas presentadas en los anexos I y II del Decreto 4741/2005, art. 7, donde se establecen las bases para la caracterización y la separación de materiales peligrosos.	Se recomienda leer cuidadosamente y entender la hoja de seguridad de los insumos, ya que brinda información sobre el manejo y disposición que se le debe dar a una sustancia en particular.
	Una vez caracterizados, se separarán en recipientes adecuados teniendo en cuenta la capacidad y el código de colores. Los contenedores deben estar debidamente etiquetados.	Todos los talleres tendrán la cantidad necesaria de contenedores de color rojo para depositar los residuos de acuerdo con su característica: corrosivos, tóxicos e inflamables. Tendrán, además, canecas de color gris para los residuos de cartón y papel, de color azul para los derivados del plástico y verdes para los ordinarios. Cada uno debe estar etiquetado.
	Se hará un control de inventario de los insumos para evitar que caduquen y se conviertan en residuos peligrosos.	Se establecerá un sistema de rotación del inventario con base en el criterio “primero que entra primero que sale”.
	Durante el manejo de los residuos sólidos peligrosos, se tomarán las medidas de precaución necesarias para prevenir su inflamación o reacción, entre ellas la separación y protección frente a cualquier fuente de riesgo capaz de provocar tales efectos. Se deben atender las hojas de seguridad y la matriz de incompatibilidad.	Se tomarán todas las medidas necesarias contenidas en cada hoja de seguridad para evitar derrames de sustancias peligrosas. Y si llegado el caso de algún derrame, de igual manera la hoja de seguridad presenta las medidas necesarias para tal caso (ver anexo 9 a manera de ejemplo).
	Seguir el instructivo para la separación, clasificación y caracterización de los residuos sólidos peligrosos (Tabla 26).	

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Tabla 26

Instructivo para la separación-clasificación (acción 1) y caracterización (acción 2) de los residuos sólidos peligrosos

Operación	Responsable	Procedimiento	Tiempo	Objetivo
Identificar los puntos donde se generan los residuos sólidos peligrosos.	Todos los técnicos de mantenimiento.	Diligenciando el formato de la actividad ejecutada y los insumos utilizados en cada proceso de mantenimiento (Anexo 11).	Al iniciar el proceso de mantenimiento de los vehículos.	Garantizar la identificación exacta de los puntos de generación.
Identificar el tipo de residuos que se generan en cada proceso de mantenimiento y las características de peligrosidad	Todos los técnicos de mantenimiento.	Consultar los listados de los anexos I y II del Decreto 4741 del 2005 y la Tabla de incompatibilidad. (Anexo 10).	Al momento de usar los insumos en los procesos de mantenimiento.	Conocer el residuo generado en cada actividad y su característica de peligrosidad.
Separar y clasificar según las características de peligrosidad de los residuos sólidos peligrosos	Todos los técnicos de mantenimiento.	Acondicionándolos en los contenedores destinados para cada residuo, según su característica de peligrosidad y compatibilidad (Tabla 28).	Al finalizar la tarea de mantenimiento asignada y al momento de depositar los residuos en el contenedor.	Controlar y vigilar que los residuos sean clasificados según su característica de peligrosidad y evitar la mezcla entre sí y con los no peligrosos.
Hacer el inventario de los residuos generados en cada taller de mantenimiento de la empresa.	Supervisor de mantenimiento.	Diligenciando el formato de registro diario de generación de residuos (Anexo 6).	El inventario se hará mensualmente con base en los registros diarios.	Controlar la cantidad de residuos generados en cada taller.

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Envasado

Una vez separados, clasificados y caracterizados, los residuos sólidos peligrosos generados en cada taller se depositarán en el contenedor asignado a cada residuo, de acuerdo con su característica: los residuos tóxicos se colocarán en un depósito de color rojo debidamente etiquetado y los inflamables y corrosivos en sendos recipientes.

Los contenedores se ubicarán de manera estratégica, como indican las *Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos* (4) y las hojas de seguridad. De igual manera, serán rotulados y tendrán un código de colores característico para cada clase o grupo de residuos, de acuerdo con la norma técnica colombiana NTC 1692 (5). Cada contenedor dispondrá de una bolsa plástica desechable de su mismo color con

las siguientes características: 1. resistencia a la tensión y manipulación de pesos de hasta 20 kg; 2. material de polietileno de alta densidad; 3. calibre mínimo de 1.6 milésimas de pulgada para bolsas grandes. En cuanto a la manipulación de las bolsas, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Etiquetar las bolsas cuando se instalan en los contenedores. La recomendada en este modelo (Figura 10) se basa en la norma colombiana NTC 1692 e indica el tipo de residuo peligroso y la fecha de instalación.
- Colocar las bolsas dobladas hacia fuera, de tal manera que cubra los bordes y la cuarta parte de la superficie exterior del contenedor para evitar su contaminación.
- Cerrar las bolsas con un nudo al retirarlas y no vaciar el contenido.
- Depositar la bolsa dentro del contenedor correspondiente a las características de los residuos (tóxicos, inflamables, corrosivos) y verificar la no presencia de aristas o elementos en su interior que la puedan romper durante su recolección.

En el siguiente código QR se encuentran dos esquemas con los que se complementa la información relacionada con el tema. En el primero, se muestra el código de colores asignado a cada tipo de residuo y en el segundo, el color, la etiqueta y los símbolos que identifican la peligrosidad de los residuos.



Las recomendaciones de envasado para los residuos peligrosos se presentan en la Tabla 27.

Aseo de los contenedores

Los contenedores se lavarán y secarán al ambiente dos veces por semana. En caso de presentarse derrames en su interior, se lavarán inmediatamente en el lugar dispuesto en el taller, el cual tendrá un sistema de retención del agua residual generada en la operación, con el fin de separar la sustancia contaminante (aceite, lubricante, *thinner*) antes de ser vertido en el canal de aguas residuales (6).

Tabla 27
Recomendaciones para el envasado de residuos peligrosos

Procedimiento	Criterio	Observación
Envasado de los residuos sólidos peligrosos	Los contenedores deben tener una capacidad de 50 a 60 litros y ser de forma cilíndrica.	Permiten almacenar residuos entre cada recolección.
	El material de los contenedores debe ser compatible con el residuo.	No utilizar recipientes metálicos para depositar residuos corrosivos, ya que puedan dañar el material.
	Tener un espesor adecuado y estar fabricados con materiales resistentes al residuo depositado.	Es necesario conocer las hojas de seguridad de cada insumo utilizado en el respectivo proceso. En ellas se especifican las características del contenedor para depositar el residuo.
	Contenedores en buen estado, resistentes, con tapas y que no permitan el ingreso de insectos, roedores y agua.	No se permiten contenedores en mal estado, sin tapa o rotos.
	Deben estar diseñados para resistir los embates producidos durante su manipulación, como la carga, descarga y transporte y provistos de asas que faciliten el manejo durante la recolección.	Conservan los residuos en su interior sin que se presenten pérdidas al ser manipulados.
	Cada contenedor debe estar rotulado. La lectura de la etiqueta debe ser clara y las características de peligrosidad visibles, de acuerdo con las normas vigentes.	Tener en la cuenta el tipo de residuo que se va a disponer y su listado correspondiente, así como el símbolo asociado (en caso de tenerlo). Verificar cada dos meses el estado de los contenedores y sus etiquetas para ser reemplazados en caso de deterioro. Los contenedores que lleguen al final de su vida útil serán manejados como residuo peligroso y no podrán ser reutilizados.
Envasado de los residuos sólidos peligrosos	Los recipientes para empacar las lámparas fluorescentes deben garantizar la integridad del contenido.	Estos recipientes estarán debidamente identificados y etiquetados para indicar su contenido y serán enviados a la División de Electricidad y Acueductos (SIE) para que los triture una vez cumplan su función.
	Están ceñidos a la norma técnica colombiana GTC 24.	Código de colores

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Para el acondicionamiento de los residuos sólidos peligrosos generados ver el instructivo de la Tabla 28.

Recolección y transporte interno de los residuos peligrosos

El transporte interno corresponde al traslado de los residuos sólidos peligrosos desde el punto de generación hasta el almacenamiento temporal dispuesto dentro de la empresa. Los generados en los talleres de mantenimiento serán recogidos de dos maneras:

1. Traslado manual: solo cuando el peso total, incluido el contenedor, no exceda los 20 kg. Si el peso fuere mayor, los contenedores se deberán mover utilizando el montacargas manual.
2. Traslado con montacargas manual: cuando los residuos, incluido el contenedor, excedan los 21 kg (Figura 12).

Tabla 28

Instructivo para el acondicionamiento de los residuos sólidos peligrosos generados en la empresa de transporte masivo de pasajeros.

Operación	Responsable	Procedimiento	Tiempo	Objetivo
Controlar y vigilar la incompatibilidad de los residuos generados.	Mecánicos que laboran en los talleres de mantenimiento.	Examinar las hojas de seguridad de cada insumo y emplear la Tabla o la matriz de incompatibilidades basada en el grupo químico y la clase de riesgo (Anexo 4)	Al comienzo del proceso de separación de los residuos y del acondicionamiento.	Evitar riesgos a la salud y daños al ambiente. Efectuar una disposición final adecuada del residuo (aprovechamiento).
Usar los contenedores apropiados para los residuos	Coordinador de seguridad, coordinador de salud en el trabajo y coordinador ambiental.	Adquirir recipientes que cumplan con las normas establecidas, de acuerdo con lo sugerido en las hojas de seguridad. Deben estar pintados con el color correspondiente, debidamente etiquetados y ser resistentes y compatibles con los Residuos. Ubicarlos en lugares estratégicos y visibles (4).	Siempre.	Impedir la mezcla de residuos y minimizar su generación . Prevenir la pérdida de residuos cuando son manipulados.
Elaborar las etiquetas y disponer de los contenedores utilizados en la empresa.	Coordinador de seguridad, coordinador de salud en el trabajo y coordinador ambiental.	Se elaboran según el diseño.	Según el estado de deterioro del contenedor.	Identificar los residuos peligrosos, evitar su mezcla y prevenir derrames. Si alguna de estas situaciones se presenta, saber cómo resolverla de acuerdo con las características mencionadas en la etiqueta.

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Figura 12

Montacargas manual para el transporte interno de los contenedores (7)



Para la recolección y el transporte de los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres de mantenimiento de la empresa, se tendrán en cuenta las recomendaciones que aparecen en la Tabla 29.

Para la recolección de los residuos se dispondrá de la frecuencia establecida en la Tabla 30, de acuerdo con el resultado arrojado por el diagnóstico sobre la cantidad de residuos generados en la empresa diariamente.

Tabla 29

Recomendaciones para la recolección y transporte interno de los residuos

Procedimiento	Recomendaciones	Observación
Recolección y transporte interno de los residuos peligrosos	El personal de mantenimiento de cada taller dará aviso al encargado de recoger los residuos para que se efectúe el traslado del residuo peligroso a la bodega del almacenamiento temporal.	El aviso se dará cuando los residuos contenidos en cada contenedor lleguen al tope.
	Serán recogidos por la persona encargada de cada taller, quien retirará la bolsa del contenedor y la etiquetará de acuerdo con el residuo. La cerrará muy bien para evitar un derrame y la entregará al encargado de la ruta de recolección interna.	Portar los elementos de protección necesarios para el proceso, como botas, guantes, mascarilla, gafas y delantal de plástico.
	Verificar las condiciones higiénicas y mecánicas del montacargas manual (Anexo 13) antes de iniciar el recorrido en los horarios establecidos (Tabla 30).	Hacer la limpieza del carro una vez se termine el recorrido y los residuos sean dejados en el almacén temporal.
	El personal que efectúe el transporte de residuos sólidos peligrosos, estará capacitado para la operación adecuada del montacargas y dispondrá de equipos para enfrentar emergencias.	Portar elementos de protección personal.

Tabla 29 (continuación)
Recomendaciones para la recolección y transporte interno de los residuos

Procedimiento	Recomendaciones	Observación
	El tiempo de permanencia de los residuos en los talleres no será superior a las 48 horas.	Si ocurre un derrame, se efectuarán las acciones correctivas, de acuerdo con las recomendaciones consignadas en las hojas de seguridad de cada material y propuestas por el plan de contingencia establecido por la empresa.
	Retirar los residuos cuando el contenedor se encuentre sucio por derrame o cuando esté en tres cuartos de su capacidad.	No transvasar nunca los residuos de un recipiente a otro, dada la peligrosidad de los residuos manipulados.
	Entregar al personal de la ruta interna los residuos según su tipo para evitar la mezcla. Etiquetar y amarrar la bolsa.	La persona encargada por cada taller los entregará al auxiliar de aseo de patios.
	La velocidad el desplazamiento del montacargas manual de recolección no será tal que produzca volcamientos.	Seguir la ruta de recolección de transporte interno (código QR siguiente)
	La empresa dispondrá de un lugar adecuado para el almacenamiento, lavado, limpieza y desinfección de los recipientes y demás implementos utilizados para la recolección interna, de acuerdo con lo dispuesto en la <i>Guía colombiana para el almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas</i> .	El lugar de almacenamiento de los equipos será exclusivo para este fin.
	El auxiliar de aseo de patios estará capacitado en el manejo y disposición de residuos sólidos peligrosos.	El transporte de los residuos no expondrá a esfuerzo físico ni a accidentes al personal de recolección.
	Diligenciar el documento de transporte interno de los residuos (Anexo 14).	El documento se entregará al coordinador de logística de patios.

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Tabla 30
Frecuencias de recolección y transporte de residuos

Horario de recolección	Tipo de ruta	Lugar	Frecuencia de recolección
8:00 a.m	Peligrosos	Talleres de mantenimiento	Lunes, miércoles y viernes
8:00 a.m	No peligrosos	Talleres de mantenimiento	Martes y jueves

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

En el siguiente código QR se presenta el mapa de recolección de los residuos en la empresa de transporte masivo de pasajeros. La ruta se obtuvo a partir del plano de las instalaciones de los talleres de mantenimiento de la empresa en estudio y de acuerdo con la ubicación de cada taller. Para el diseño de las rutas de recolección de los residuos generados en los talleres de mantenimiento, se aplicó la teoría del diagrama *Layout* (8), según la ubicación de los talleres en el patio taller de la empresa objeto de estudio.



A continuación, el instructivo para la recolección y el transporte de los residuos sólidos peligrosos generados en la empresa objeto de estudio (Tabla 31):

Tabla 31

Instructivo para la recolección y transporte de los residuos sólidos peligrosos

Operación	Responsable	Procedimiento	Tiempo	Objetivo
Planificar la recolección de los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres de mantenimiento.	Coordinador de logística de patios.	Aplicar el horario y la frecuencia determinados para los residuos peligrosos (Tabla 32).	La recolección se debe hacer tres días a la semana, de acuerdo con la cantidad de residuos generados en cada taller.	Optimizar la gestión y evitar la contaminación y mezcla de los residuos, para lo cual se deben dejar en lugares seguros y apropiados hasta el momento de la recolección externa.
Seguimiento y control a la recolección y transporte interno de los residuos.	Coordinador de logística de patios.	Al hacer la recolección, cuidar de que el encargado no mezcle los residuos. Para ello, verificar que en los contenedores se hayan depositado los residuos que correspondan y llenar los formatos para la recolección y transporte interno (Anexo 14).	Lunes, miércoles y viernes.	Evitar mezclas, derrames y accidentes que perjudiquen la salud de los trabajadores y deterioren el ambiente.

Tabla 31 (continuación)
Instructivo para la recolección y transporte de los residuos sólidos peligrosos

Operación	Responsable	Procedimiento	Tiempo	Objetivo
Llenar los formatos de entrega de los residuos recolectados al encargado del almacenamiento.	Auxiliar de aseo y patios.	Revisar los formatos (Anexo 14) entregados.	En el momento en que se recojan los contenedores para llevarlos al almacenamiento temporal.	Llevar el control cualitativo y cuantitativo de los residuos generados por el taller.
Pesar los residuos peligrosos al momento de la entrega al depósito temporal.	Auxiliar de aseo de patios.	Pesar cada bolsa y contenedor dentro del área del almacenamiento; consignar los datos en el formato diario de entrega (Anexo 14) y entregarlo al coordinador de logística de patios.	En el momento en que se recojan los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres.	Cuantificar los residuos generados en cada uno de los talleres.

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Almacenamiento de los residuos sólidos peligrosos

La empresa destinará cuatro bodegas para el almacenamiento de los siguientes residuos: peligrosos, aceites, llantas y baterías. Las áreas destinadas para ello se registrarán por el Decreto 1609 de 2002 del Ministerio de Transporte y las *Guías Ambientales de Almacenamiento y Transporte por Carretera de Sustancias Químicas Peligrosas*, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que dan pautas para el manejo seguro y ambientalmente responsable durante las actividades de almacenamiento y transporte de los residuos peligrosos. El almacén temporal de residuos peligrosos contará con una persona responsable que vigile y registre el ingreso y salida de los diferentes residuos. El acceso estará restringido y se asegurará de que los trabajadores no estén expuestos a sustancias peligrosas por encima de los límites de exposición establecidos por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales de los Estados Unidos (ACGIH), adoptados en Colombia conforme lo establece la Resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (hoy Ministerio del Trabajo). Se informará a los trabajadores sobre los peligros que acarrearán las sustancias y residuos que se manipulan en la bodega, mediante una inducción y una capacitación sobre su manejo y almacenamiento.

Los sitios donde se almacenarán los residuos sólidos peligrosos en la empresa, cumplirán con las siguientes condiciones:

Ubicación

La bodega estará ubicada en un sitio de fácil acceso para el transporte y para sortear situaciones de emergencia. Estará alejada del área administrativa y de

los lugares donde se concentre la mayor parte de la población, así como de tanques o fuentes de agua potable. Asimismo, deberá estar a salvo de posibles inundaciones en caso de lluvias.

Se ubicará sobre terreno estable para soportar la obra civil prevista. Es indispensable seleccionar un sitio dotado de electricidad, agua potable, red sanitaria y pluvial. El sistema de drenaje evitará que, en caso de emergencia, corrientes contaminadas alcancen las fuentes de agua o el alcantarillado público. La bodega de almacenamiento estará acondicionada de tal manera que permita la separación de materiales incompatibles por medio de compartimientos o secciones para los residuos incompatibles, así como los movimientos y el manejo seguro de los residuos peligrosos. También habrá un espacio suficiente para las condiciones de trabajo y en caso de emergencia permitir el acceso libre por varios costados. Estas condiciones son establecidas por las *Guías de almacenamiento y transporte de sustancias químicas y peligrosas*, del Ministerio del Medio Ambiente y desarrollo sostenible de Colombia (4).

Diseño

Su diseño cumplirá con las normas colombianas de diseño y construcción sismorresistentes (NSR-98), adoptadas por la Ley 400 de 1997 y el Decreto 33 de 1998 y sus versiones posteriores y con lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio donde se desarrolle la actividad.

Señalización

La bodega contará con una señalización que advierta a los trabajadores la presencia de un riesgo o sobre una determinada prohibición u obligación, para prevenir accidentes que afecten la salud o al ambiente. Las señales se ubicarán en un lugar estratégico visible y se pintarán colores fluorescentes. El material debe ser resistente a los golpes, a las inclemencias del tiempo y a los efectos ambientales. Su tipo cumplirá con lo establecido en el Capítulo I del Título V del Estatuto de Seguridad Industrial (Resolución 2400/79 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) y para el código de colores de seguridad se seguirán las directrices establecidas en la norma técnica colombiana NTC-1461 sobre colores y señales de seguridad. La Tabla 32 presenta los colores y símbolos de seguridad que se deben utilizar en las bodegas para el almacenamiento de los residuos peligrosos.

Igualmente, se utilizará el rombo de la NFPA (*National Fire Protection Association*), consistente en un código que explica el “diamante del fuego” utilizado para comunicar los peligros de los materiales peligrosos, de acuerdo con la imagen que se muestra en el siguiente código QR.

Tabla 32
Colores de seguridad, significado e indicaciones sobre su uso

Color	Significado	Indicaciones y precisiones	Forma geométrica
Rojo	Señal de prohibición	Comportamiento peligroso.	
	Peligro-alarma. Material y equipos de lucha contra incendios.	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación. Identificación y localización.	
Amarillo	Señal de advertencia.	Atención, precaución, verificación.	
Azul	Señal de obligación.	Comportamiento o acción específico. Obligación de utilizar un equipo de protección individual	
Verde	Señal de salvamento. Primeros auxilios. Situación de seguridad.	Puertas, salidas, pasaje, material, puntos de salvamento o de socorro. Vuelta a la normalidad.	

Fuente: Guía técnica de señalización de seguridad y salud en el trabajo

Rombo de la NFPA que se utilizará en el almacenamiento de los residuos sólidos peligrosos



La bodega de almacenamiento de los residuos sólidos peligrosos de la empresa cumplirá con los requerimientos específicos para el almacenamiento de los residuos según su característica de peligrosidad, presentados en las *Guías de Almacenamiento y Transporte terrestre de sustancias químicas y peligrosas* (Tabla 33).

Tabla 33
Requisitos de almacenamiento según peligrosidad

Características de peligrosidad	Almacenamiento
Inflamables	-Los sólidos inflamables podrán almacenarse en bodega común de sustancias peligrosas en cantidad máxima de 1.000 kg. Estarán separados del resto de sustancias peligrosas por un pasillo de 2,4 m. -La clase 4.3 no se permitirá en bodega común. Debe almacenarse en bodega exclusiva. -La cantidad máxima permitida para el almacenamiento en bodega adyacente, será de 5.200 kg. -El almacenamiento de sólidos clase 4.3 debe independizarse de los sólidos clase 4.1 o clase 4.2 por medio de un muro divisorio RF-120 -Se exigirá bodega separada cuando la cantidad de sólido inflamable supere los 5.200 kg. -En caso de almacenamiento de clase 4.3 no se usará agua como sistema de control contra incendios. Nota: Clase 4.1: materias sólidas inflamables, materias autorreactivas y materias explosivas desensibilizadas sólidas, son aquellas que pueden reaccionar espontáneamente. Clase 4.2: sustancias que pueden calentarse espontáneamente en condiciones normales del transporte o al en contacto con el aire y pueden inflamarse: carbón, virutas de metales ferrosos, algodón húmedo, etc. Clase 4.3: abarcan diversos tipos de materias que al entrar en contacto con el agua, desprenden gases inflamables. Los paneles de peligro suelen llevar una X que precede la identificación de dicho peligro. Por ejemplo, bario, sodio, potasio y carburo cálcico. Los filtros de aceite y combustible se drenarán antes de depositarse en el contenedor. Los pasos que se deben seguir en el drenaje de filtros son: 1. perforar la parte superior de los filtros con un destornillador; 2. colocar los filtros boca abajo, sobre una malla que se encuentre situada en la parte superior del recipiente de recolección de aceites usados; 3. dejarlos drenar como mínimo durante doce horas; 4. depositarlos en un contenedor etiquetado con el nombre "Filtros usados"; 5. entregarlos a una instalación de eliminación autorizada. En todo momento se prevendrán derrames o goteos durante el proceso de drenado, mediante bandejas de goteo. Los cilindros que contuvieron gas serán almacenados en posición vertical y sujetos o encadenados a la pared o a un soporte que impida su volcamiento. Etiquetarlos con la palabra "vacío" y situarlos lejos de instalaciones eléctricas para evitar que formen un circuito eléctrico. En la bodega de cilindros de gases inflamables, la instalación eléctrica será la adecuada para ambiente inflamable, según lo establecido en las <i>Guías para el almacenamiento y transporte terrestre de sustancias químicas y peligrosas</i>.

Tabla 33 (continuación)
Requisitos de almacenamiento según peligrosidad

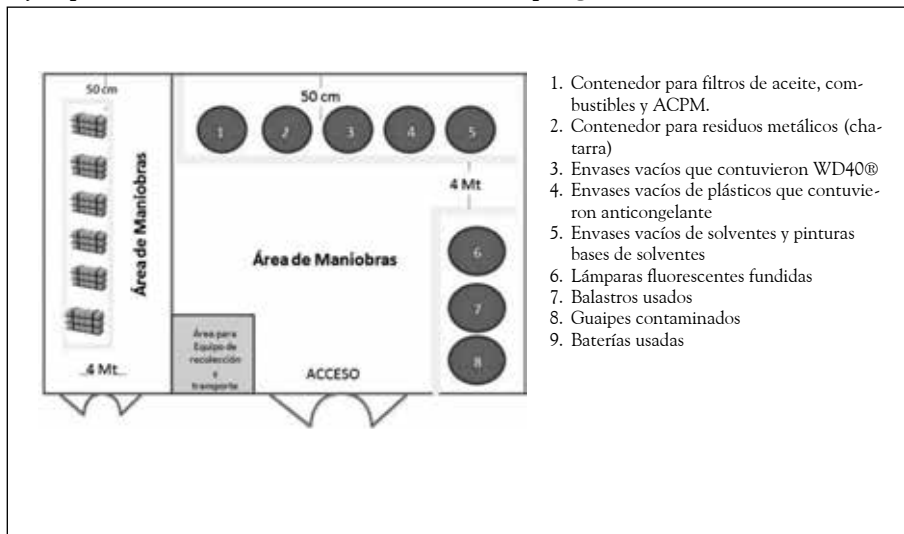
Características de peligrosidad	Almacenamiento
Tóxicas	En caso de almacenamiento junto con otras sustancias químicas peligrosas, debe haber una distancia de cuatro metros entre ellas y de 1,2 metros de cualquier otro producto no peligroso. En caso de que una sustancia tóxica sea, además, inflamable, las condiciones de almacenamiento serán las indicadas por las guías mencionadas anteriormente para los líquidos o sólidos inflamables. La cantidad máxima de almacenamiento de este tipo de sustancias por bodega es de 500 toneladas, de acuerdo con lo establecido en las guías.
Corrosivas	Se separarán de los materiales orgánicos inflamables. Los materiales corrosivos se almacenarán cerca del suelo para minimizar el peligro de caída de las estanterías. Se almacenarán en áreas frías, secas y ventiladas, alejadas de la luz solar. El área de almacenamiento no estará sometida a cambios bruscos de temperatura. Se llevará el equipo de protección personal recomendado (delantal, guantes de caucho y protección ocular contra salpicaduras). Si hay peligro de salpicaduras frecuentes, también se llevará protección en la cara. El almacenamiento conjunto de corrosivos ácidos y básicos, se hará conservando una distancia de cuatro metros entre ellos. En caso de almacenamiento junto con otras sustancias peligrosas o con sustancias con las que podría reaccionar violentamente, se debe guardar una distancia de cuatro metros entre ellas. En caso de almacenamiento junto con otros productos no peligrosos, se debe guardar una distancia de cuatro metros entre ellos. En caso de que una sustancia corrosiva sea, además, inflamable, sus condiciones de almacenamiento se regirán por sólido o líquido inflamable. Las baterías usadas deberán disponerse sobre tarimas de material plástico para evitar la corrosión del piso por el ácido contenido en su interior. No colocar las baterías junto a residuos inflamables o combustibles ya que estos son incompatibles entre sí, por lo que podrían generarse reacciones químicas violentas con riesgo de incendio. Habrà un almacén exclusivo para las baterías usadas, las cuales estarán separadas de las baterías nuevas. La altura máxima por estiba en tambores es de tres estibas. La altura máxima por pila en sacos es de dos estibas.

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Para el almacenamiento de los residuos con las anteriores características, los recipientes no se llenarán a más del 80 % de su capacidad. Se recomienda compactar los residuos sólidos para que estos ocupen un menor volumen. Se tendrán avisos grandes que indiquen que está estrictamente prohibido fumar, comer o encender fuego dentro del recinto o bodega de residuos peligrosos. El acceso se mantendrá libre de obstáculos, por lo cual no podrán estacionarse vehículos en la zona de seguridad demarcada. Para resguardar la seguridad de la bodega se mantendrá la puerta de acceso cerrada con seguridad cuando no se encuentre persona alguna en su interior. A continuación, se presenta la ubicación respectiva, de acuerdo con las *Guías de almacenamiento y transporte por carretera de productos químicos y peligrosos* (figuras 13, 14 y 15).

Figura 13

Ejemplo de ubicación de los residuos sólidos peligrosos en el almacenamiento



Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

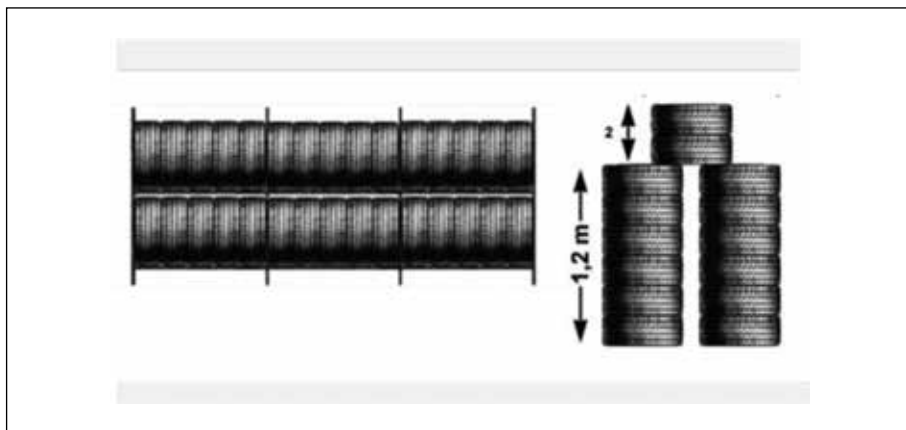
Figura 14

Ejemplo de la demarcación del espacio para los contenedores de los residuos sólidos peligrosos en la bodega



Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Figura 15
Almacenamiento de las llantas usadas



Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

El espacio destinado para el almacenaje de llantas usadas será cubierto, seco, fresco, limpio de grasas y demás derivados de aceites y estar ubicado lejos de cualquier objeto que pueda penetrar en caucho. Los neumáticos serán almacenados de preferencia en posición vertical y en repisas. Cuando esto no sea posible, podrán ser apilados pero no de manera excesiva, a fin de no deformarlos. Si este fuese el caso se recomienda: 1. invertir periódicamente su orden en las pilas, y 2. no almacenarse por mucho tiempo. Por cada cuatro pilas se permite la colocación de dos neumáticos con el objetivo de atadura. Si las llantas se almacenan fuera de bodega, se pondrán sobre estibas para evitar el contacto con la humedad (9).

En la Tabla 34 se puede ver el instructivo para el almacenamiento de los residuos peligrosos.

Transporte, tratamiento y disposición final externa de los residuos sólidos peligrosos

La recolección, el transporte, el tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos peligrosos estarán a cargo de los gestores y la empresa de aseo contratada para prestar el servicio y facultada por las autoridades ambientales competentes. Estas acciones se llevarán a cabo de acuerdo con la normatividad vigente, a saber, el Decreto 1609 del 31 de julio de 2002, por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera, y la norma técnica colombiana NTC-1692 (transporte de mercancías peligro-

Tabla 34
Instructivo para el almacenamiento de los residuos sólidos peligrosos

Operación	Responsable	Procedimiento	Tiempo	Objetivo
Almacenar todos los residuos sólidos peligrosos en el espacio exclusivo para ellos.	Encargado del almacenamiento.	Llevar los residuos sólidos peligrosos generados en cada taller en contenedores y bolsas para ser almacenados en la bodega, según los pasos presentados en la Tabla 33.	En el momento de hacer la recolección en cada taller y cuando los contenedores lleguen al tope establecido.	Gestionar los residuos para la valorización y la disposición final.
Registrar en los formatos para el almacenamiento todos los contenedores que ingresan al almacenamiento (Anexo 16).	Encargado del almacenamiento.	Llenar los formatos de almacenamiento y revisar cada contenedor para inspeccionar que los residuos correspondan a la etiqueta.	En el momento que ingrese un contenedor.	Registrar la cuantificación y caracterización de los residuos para saber en qué lugar de la bodega se disponen.
Verificar el tiempo y la capacidad de permanencia de los residuos sólidos peligrosos que ingresan al almacén.	Encargado del almacenamiento.	Revisar los formatos que se llenan una vez ingresa el contenedor al almacén.	Periódicamente.	Los residuos permanecerán en el almacén un tiempo no mayor a seis meses, según lo establece el artículo 10 del Decreto 4741 de 2005. Si por alguna razón un residuo debe permanecer por más tiempo, se notificará por escrito al grupo de gestión ambiental y se solicitará una ampliación del plazo, previa explicación de las razones.
Verificar el etiquetado de los contenedores que lleguen al almacén.	Encargado del almacén.	Revisar visualmente el contenedor que porte la etiqueta, la cual debe estar firmemente fijada sobre el envase o bolsa de polietileno de alta densidad. Esta debe ser reemplazada si está en un estado tal que induzca a error o desconocimiento respecto del origen y contenido del envase. Luego se procede a completar la etiqueta con la fecha de ingreso al almacén de residuos peligrosos. La información se registra en el formato mostrado en el Anexo 14.	Al momento del ingreso del contenedor y de la bolsa de los residuos sólidos peligrosos.	Evitar confusiones y ubicarlos en el sitio correspondiente, de acuerdo con su característica de peligrosidad.
Verificar la tabla de incompatibilidad de los residuos peligrosos (Anexo 10), antes de almacenar los contenedores que lleguen al almacén.	Encargado del almacén.	Revisar la etiqueta del contenedor y la bolsa donde se especifique la característica de peligrosidad, a fin de que correspondan a las establecidas por la empresa para los residuos peligrosos.	Al momento de almacenar el contenedor.	Saber exactamente dónde ubicar los residuos en el almacén para evitar accidentes.
Conservar el almacén ordenado y limpio.	Encargado del almacén.	Hacer el aseo adecuado en toda el área del almacén, de acuerdo con las sugerencias establecidas en las <i>Guías de almacenamiento y transporte terrestre de sustancias químicas y peligrosas</i> .	Periódicamente.	Evitar riesgos en la salud de los trabajadores y daños al ambiente

Tabla 34 (continuación)
Instructivo para el almacenamiento de los residuos sólidos peligrosos

Operación	Responsable	Procedimiento	Tiempo	Objetivo
Efectuar el inventario de los residuos sólidos peligrosos almacenados.	Encargado del almacén.	Elaborar la base de datos con la información consignada en los registros y formatos que el personal de recolección interna llenan al ingresar al almacén junto con las hojas de seguridad de los insumos. Se sugiere elaborar la base de datos en Excel.	Cada mes.	Saber la cantidad de residuos generados en los talleres de almacenamiento.

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Nota: En el proyecto diseñado para la empresa objeto de estudio, no se elaboraron los procedimientos para el transporte externo, el tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos peligrosos, ya que estos procedimientos son efectuados por los gestores.

sas, definiciones, clasificación, marcado, etiquetado y rotulado). Se llevará un registro en el cual se identifica la información del gestor contratado, el tipo de manejo que reciben los residuos por fuera de la organización, el vehículo en que se recolectan y la frecuencia con que se efectúan las acciones (anexos 14, 15, 16 y 17). En la Tabla 35 se muestran las empresas contratadas, según la tipología de los residuos.

Tabla 35
Gestores para realizar la gestión externa de residuos sólidos peligrosos

Tipo de residuos	Empresa gestora	Frecuencia de recolección	Tratamiento
Baterías	Baterías Mac	Cada treinta días	Reciclado y valorización
Filtros	Combustibles Juanchito Combustibles WDF Ltda	Cada treinta días	Regeneración Incineración
Chatarra	Fanor Ceballos	Cada treinta días	Regeneración
Llantas		Cada treinta días	Reciclado y valorización
Isotankes	Combustibles Juanchito	Cada treinta días	Reutilización
Guaipes	Aseo Promo ambiental	Cada treinta días	Incineración
Lámparas fluorescentes	Aseo Promo ambiental	Cada treinta días	Reciclaje
Tarros contaminados con aceites, ACPM, disolventes, grasas	Aseo Promo ambiental	Cada treinta días	Incineración

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Plan de contingencia

En cualquiera de las etapas que conforman la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos, existe la probabilidad de enfrentarse a situaciones de emer-

gencia, tales como incendios, explosiones, fugas, derrames. Estas emergencias se pueden prevenir aplicando las normas legales y técnicas relacionadas con el manejo adecuado de los combustibles y sus derivados, de los equipos eléctricos, de las máquinas y de los insumos peligrosos. No obstante el cumplimiento de lo anterior, siempre se debe estar preparado para responder ante una emergencia (10).

Ahora bien, antes de desarrollar un plan de contingencia, se tendrán presente las siguientes definiciones, tomadas del *Plan de manejo de los residuos peligrosos* de la Universidad Nacional (10) y del procedimiento metódico para la prevención, preparación y respuesta de las emergencias que se presentan en el transporte de carga terrestre, de la empresa Servitrans S.A. (11).

Emergencia: es cualquier evento no planeado que puede causar lesiones considerables o muertes a los empleados, clientes o público en general, o dejar cesante un negocio, interrumpir las operaciones, causar daño a la propiedad, a los equipos, al ambiente o amenazar la estabilidad financiera o la imagen pública de la empresa y sobrepasa la capacidad de respuesta de las personas y organizaciones.

Según su origen, se clasifican en:

- *Naturales:* producidas en forma directa o indirecta por fenómenos naturales: sismos, inundaciones, huracanes, maremotos, tormentas, incendios forestales, etc.
- *Tecnológicas:* inherentes a los procesos, equipos, materias primas e insumos desarrollados y utilizados por las empresas, de acuerdo con su actividad económica. Entre otras, se tiene: incendios, explosiones, derrames, intoxicaciones, vertimientos, etc.
- *Sociales:* producidas por desórdenes de tipo social: amenazas, atentados, robos y secuestros, entre otros.
- *Antrópicas:* generadas por actitudes o acciones humanas.

Plan de emergencia: programa que define las políticas, la organización y los métodos para enfrentar una situación de emergencia o un desastre, tanto en lo general como en lo particular

Contingencia: evento que tiene carácter de contingente; es decir, que puede suceder o no y que puede afectar un escenario geográfico definido.

Plan de contingencia: es un componente del plan de emergencia que contiene procedimientos específicos preestablecidos de coordinación, alerta, movilización y respuesta relacionados con el manejo y transporte de productos, ante la ocurrencia o inminencia de un evento particular, con el fin de mitigar las consecuencias, evitar acciones inapropiadas y reducir los riesgos de empeoramiento de la situación, así como para regresar a la normalidad con el mínimo de consecuencias negativas para la población y el ambiente.

Tarjeta de emergencia: documento que contiene información básica sobre el material peligroso, el fabricante, los peligros inherentes, la protección personal, el control de exposición, los primeros auxilios, las medidas para la extinción de incendios, las medidas en caso de vertido accidental, la estabilidad, la reactividad y la información sobre el transporte. Este documento se elabora de acuerdo con lo estipulado en la norma técnica colombiana NTC 4532 (5).

Hoja de seguridad: documento que describe los riesgos de un material peligroso y suministra información sobre su manipulación, uso y almacenamiento, según lo estipulado en la norma técnica colombiana NTC-4435.

Fuga: pérdida de combustible no atribuible a procesos fisicoquímicos u operativos normales, de difícil detección y presente durante períodos prolongados.

Derrame: vertido o escape superficial involuntario y momentáneo de combustible que puede ser rápidamente detectado.

Una vez definidos los conceptos anteriores, para la implementación de un plan de contingencia se debe tener en cuenta lo siguiente:

Objetivo

Definir de forma clara y sencilla las acciones que se deben llevar a cabo para minimizar el impacto negativo de las contingencias que se presenten en la gestión de residuos sólidos peligrosos. Las acciones deberán encaminarse a conservar la integridad y seguridad de los trabajadores que manipulen los residuos y evitar daños al ambiente.

Alcance del plan de contingencia

Aplica para el personal a cargo de los residuos sólidos peligrosos, los talleres de mantenimiento y el almacenamiento temporal.

Responsable del plan de contingencia

El coordinador de logística de patios y talleres, con el apoyo del encargado de la seguridad, salud en el trabajo y ambiental, son los responsables de la ejecu-

ción, puesta en marcha y divulgación del plan de contingencia. A su vez, los técnicos del departamento de mantenimiento, el auxiliar de aseo de patios y el supervisor de mantenimiento, deben seguir las indicaciones descritas en el plan para atender una contingencia.

Proceso

En cualquiera de las etapas de la gestión interna de los residuos sólidos peligrosos se pueden presentar situaciones de emergencia, como incendios, derrames, explosiones, fugas, problemas en el servicio público de recolección de residuos e inundaciones, entre otros. Estas emergencias se pueden minimizar si se siguen las normas sobre el manejo de los residuos sólidos peligrosos y las técnicas relacionadas; no obstante, es necesario estar prestos para responder ante una emergencia. Las siguientes, son las acciones sugeridas para atender una contingencia:

- Identificación de peligros
- Contención de derrames
- Derrame de grandes volúmenes
- Combate de incendios
- Explosiones
- Suspensión del servicio de aseo

Identificación de peligros

Para la atención de la emergencia, lo primero que se debe hacer es identificar los peligros y valorar los riesgos asociados al manejo de residuos sólidos peligrosos. En la empresa objeto de estudio, los sitios donde se generan estos riesgos son los talleres de mantenimiento y el depósito de almacenamiento y la actividad que lo presenta es, básicamente, su transporte.

Análisis de riesgos

Tiene por objetivo identificar y evaluar los eventos o condiciones que pueden ocasionar una emergencia a fin de establecer las medidas de prevención y control. Este análisis está conformado por las siguientes etapas: 1. identificación y caracterización de los peligros y amenazas de carácter natural o antrópico; 2. el análisis de vulnerabilidad por amenaza; 3. la evaluación del riesgo; y 4. la identificación de escenarios de riesgo.

Identificación y caracterización de los peligros y las amenazas

Para la identificación de los peligros se hará un estudio detallado de los procesos, las actividades que se llevan a cabo y el entorno, a fin de registrar las situaciones

que pueden generar una emergencia, luego de lo cual deben ser analizadas según su posibilidad de ocurrencia en términos de amenaza. Las sustancias químicas están asociadas con peligros de origen tecnológico (gases tóxicos o líquidos corrosivos, inflamabilidad de una sustancia o presencia de materiales radioactivos) que pueden interactuar con peligros naturales y sociales.

Contención de derrames

En este tipo de emergencias los residuos peligrosos involucrados son generalmente líquidos (aceites lubricantes, solventes, anticongelantes), cuyos efectos más importantes son afectación a las instalaciones, como drenajes, cisternas y suelos y riesgos a los trabajadores por exposición a la sustancia (el instructivo se muestra en la Tabla 38).

Las acciones recomendadas en caso de derrame de pequeños volúmenes son:

- Identificar el residuo derramado (no manejar una sustancia de la que se desconoce su naturaleza).
- Utilizar los medios disponibles y apropiados para contener o limpiar el derrame (estopa, trapos, aserrín, arena).
- Asegurarse de que no se ha causado daño o deterioro a equipos eléctricos cercanos.
- Depositar los materiales utilizados para limpiar o contener el derrame en los sitios autorizados para ello. En caso de considerarse residuo peligroso, envíelo al almacén temporal de residuos peligrosos y llame al proveedor autorizado para su recolección.

Para grandes volúmenes:

- Dar aviso inmediatamente a la brigada contra incendios. Si esta no cuenta con los medios materiales y humanos para atender la emergencia de manera segura, avisar de inmediato al servicio de bomberos local o de la protección civil. En caso de tener el entrenamiento, identifique el sitio del derrame, estime la magnitud y la dirección del flujo, la posible causa del accidente y el material implicado.
- Evacuar al personal que se encuentre en el área involucrada.
- Utilizar los medios disponibles para contener el derrame (estopa, trapos, arena, aserrín, etc.). En caso de no contar con estos, espere la ayuda de los bomberos o de la protección civil.

- Una vez contenido el derrame, determinar las actividades necesarias para restaurar las condiciones normales de operación.
- Verificar que el accidente no haya ocasionado daño o deterioro a las instalaciones, los equipo, las herramienta u otros dispositivos presentes en el área.

Combate de incendios

Un incendio que involucra residuos peligrosos es considerado de alto riesgo. Si involucra materiales oxidantes o inflamables, el fuego puede propagarse rápidamente y poner en peligro vidas y propiedades. También puede producir reacciones químicas peligrosas según los gases y vapores tóxicos emanados que afecten al personal. En caso de presentarse un incendio seguir los siguientes procedimientos:

- Mantener la calma.
- No controlar un fuego peligroso a solas.
- Alertar al personal de emergencia entrenado para manejar este tipo de emergencias.
- En caso de tener el entrenamiento adecuado, identificar el sitio, estimar la magnitud y la dirección del fuego, su posible causa de origen y el material implicado.
- Atacar el incendio con el extintor según el tipo de fuego hasta extinguirlo. Si no se puede extinguir de manera segura, alejarse del lugar.
- En caso de haberse apagado totalmente el incendio, remover las cenizas y cerciórese de haber sofocado el punto de origen
- En caso de que el incendio no se pueda controlar, salir inmediatamente del lugar.
- En caso de quedar atrapado en alguna habitación, colocar aislantes de humo en las puertas con trapos mojados y poner avisos de “atrapado” en las ventanas.

Exposiciones

La exposición a residuos peligrosos puede ser el resultado de una fuga, un derrame, ventilación inadecuada o equipos de protección defectuosos. Según el tipo de material, los efectos de la exposición pueden variar:

Quemaduras (contacto): si el residuo es cáustico o corrosivo (líquido de batería, acumulador):

- Lave con agua corriente de inmediato durante quince minutos.
- Si un material peligroso entra en contacto con su ropa, enjuáguese bajo la ducha de emergencia y quítese la ropa contaminada.
- No trate de neutralizar el producto.
- Busque atención médica.

Residuos secos (sulfato de los bornes de la batería):

- Cepillar la piel para eliminar el producto antes de lavar con agua.
- Apartar la ropa y despojarse de piezas de joyería.
- No intentar neutralizar el producto.
- Busque atención médica.

Inhalación (emisiones de monóxido de carbono en un incendio):

- Llevar a la víctima inmediatamente a un lugar donde pueda respirar aire fresco.

Ingestión (solventes): según el material involucrado, proveer un agente disolvente a la víctima o induzca el vómito. Nunca induzca el vómito si la persona ha ingerido un material corrosivo.

Instructivos del plan de contingencia

En la Tabla 36 se presenta el instructivo para el plan de contingencia de la organización en caso de emergencia por los residuos sólidos peligrosos:

Tabla 36
Instructivo para la identificación de peligros

Operación	Responsable	Procedimiento	Tiempo	Objetivo
Identificar el grado de peligrosidad del residuo peligroso almacenado.	Coordinador de bodega de los insumos y encargado de la bodega de almacenamiento de los residuos sólidos peligrosos.	Revisar las hojas de seguridad, las cuales brindan información sobre las propiedades, los riesgos y la forma adecuada de manipular las sustancias.	Al momento del transporte y cuando llega el insumo o residuo a bodega.	Evitar que las sustancias se mezclen y causen daños, incendios, explosiones o derrames.
Identificar la probabilidad de peligros de origen natural y social, como fallas geológicas, ríos o condiciones atmosféricas adversas.	Coordinador de seguridad y salud en el trabajo y ambiental.	Verificar las instalaciones donde se almacenan y se manipulan los residuos peligrosos. Solicitar a la oficina de prevención y gestión de riesgos regional, las variaciones atmosféricas y el estudio geográfico del lugar donde se encuentran los talleres.	Cada tres meses.	Saber si el terreno donde están ubicadas las bodegas no sufre mucho en caso de que se presente un desastre natural.

Tabla 36 (continuación)
Instructivo para la identificación de peligros

Operación	Responsable	Procedimiento	Tiempo	Objetivo
Determinar el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica.	Coordinador de seguridad y salud en el trabajo y ambiental; integrantes de las diferentes brigadas.	Evaluar los siguientes factores para determinar la vulnerabilidad frente a una amenaza: -Rutas de transporte. -Ubicación de la organización. -Facilidad de acceso y evacuación de las instalaciones. -Recursos externos para control de emergencias. -Características de las instalaciones y de los vehículos. -Actividades que se desarrollan. -Descripción de la ocupación. -Número de personas que laboran y horarios. -Visitantes. -Recursos físicos con los cuales cuenta la empresa para la prevención y atención de emergencias.	Mensualmente.	Prevenir riesgos con los residuos sólidos peligrosos.
Evaluación del riesgo.	Coordinador de seguridad y salud en el trabajo y ambiental	Desarrollar la matriz de valoración del riesgo (Tabla 39) que indica la priorización de los riesgos de la empresa mediante el análisis de las amenazas y la vulnerabilidad.	Semestral.	Prevenir los riesgos en un 90 %.

Fuente: adaptado de las *Guías ambientales de almacenamiento y transporte de sustancias químicas peligrosas y de residuos peligrosos*, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La Tabla 37 presenta la matriz para la valoración del riesgo una vez identificado.

Tabla 37
Matriz de valoración de riesgo

Amenaza			Vulnerabilidad	
Muy probable	Probable	Poco probable		
Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo medio		
Riesgo alto	Riesgo medio	Riesgo bajo		
Riesgo medio	Riesgo bajo	Riesgo bajo bajo		Mínima

La Tabla 38 muestra el instructivo diseñado para la contención de derrames.

Tabla 38
Instructivo para la contención de derrames

Operación	Responsable	Procedimiento	Tiempo	Objetivo
Notificar al responsable del plan de atención de emergencias y contingencias el derrame ocasionado.	La persona que detecte el derrame.	Entregar toda la información que pueda al responsable del plan de emergencias, para que se proceda al control de la emergencia.	Al momento del accidente.	Proceder adecuada y oportunamente en la contención del derrame.
Asegurar el área.	Coordinador de seguridad y salud en el trabajo y ambiental; brigadistas.	Revisar el lugar donde se efectuó el derrame y calcular la extensión del área contaminada.	Al momento del accidente.	Evitar pérdidas y contaminación del ambiente.
Localizar el origen del derrame o fuga.	Coordinador de seguridad y salud en el trabajo y ambiental; brigadistas.	Revisar los recipientes y contenedores para verificar si están mal cerrados, rotos o si fue un descuido del personal que los manipula.	Al momento del accidente.	Reducir y controlar el derrame.
Identificar las sustancias implicadas y determinar sus propiedades químicas y físicas.	Coordinador de seguridad y salud en el trabajo y ambiental; brigadistas.	Buscar la etiqueta de la sustancia peligrosa para identificar el contenido y riesgos. Revisar las hojas de seguridad.	Al presentarse el derrame.	Dar respuesta correcta al accidente.
Identificar los posibles riesgos en el curso del derrame, como daños en el material, equipos y lesiones a los trabajadores.	Coordinador de seguridad y salud en el trabajo y ambiental; brigadistas.	Calcular el número de personas expuestas. Identificar vías de exposición. Identificar consecuencias para la salud.	Al momento de presentarse la emergencia.	Prestar los primeros auxilios y evitar complicaciones mayores en las personas.
Controlar la fuente del derrame.	Coordinador de seguridad y salud en el trabajo y ambiental; brigadistas; encargado del depósito de los insumos y de las bodegas de almacenamiento de los residuos.	Localizar el origen del derrame y controlar el problema a este nivel. Contener con barreras o materiales absorbentes. Se pueden utilizar esponjas, cordones absorbentes o equipos especiales (aspiradoras).	Al momento del incidente.	Controlar el derrame.
Limpiar la zona contaminada.	Brigadistas.	Absorber o neutralizar. Para el caso de ácidos o bases, proceder a la neutralización. Señalizar los recipientes donde se van depositando los residuos. Todos los productos recogidos, deben tratarse como residuos peligrosos.	Después de haber contenido el derrame.	Evitar daños en la salud de los trabajadores y la contaminación del ambiente.
Disposición de las sustancias o residuos derramados.	Brigadistas.	Los residuos deben ser dispuestos de acuerdo con las instrucciones dadas en las hojas de seguridad. Almacenarlos en contenedores y etiquetarlos.	Una vez contenido el derrame y recogido las sustancias.	Evitar contaminación y posibles derrames.

Fuente: adaptado de las *Guías ambientales de almacenamiento y transporte de sustancias químicas peligrosas y de residuos peligrosos*, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La Tabla 39 muestra el instructivo diseñado para la contención de incendios.

Tabla 39
Instructivo para la contención de incendios

Operación	Responsable	Procedimiento	Tiempo	Objetivo
Hacer sonar la alarma.	Persona que evidencie el incendio.	Se actuará en los pulsadores manuales de alarma de incendio que el sistema dispone en todas las salidas de las áreas.	Al momento del incendio.	Evacuar al personal y controlar el incendio.
Despejar el área, excepto los que participan en el control de la emergencia.	Brigadistas.	Seguir las señales de evacuación ubicadas dentro del área de la empresa.	Al momento del incendio.	Evacuar la zona afectada y evitar pérdidas humanas.
Llamar a las brigadas contra incendios especiales del cuerpo de bomberos.	Coordinador de seguridad y salud en el trabajo; brigadistas.	Actuar según lo establecido en el plan de emergencias de la empresa.	Al momento del incendio.	Tener un mayor apoyo al momento de extinguir el fuego.
Determinar la clase de fuego.	Brigadistas.	Actuar teniendo en cuenta la clasificación del fuego de la NFPA, para saber qué extintor se utilizará.	Al momento de presentarse el fuego.	Extinguir el fuego de acuerdo con la clasificación dada por la NFPA.
Tratar de extinguirlo si es posible. Si no lo es, al menos limitarlo y prevenir que se extienda a otras instalaciones adyacentes hasta el arribo de los bomberos.	Brigadistas o cuerpo de bomberos de la localidad.	Determinar la causa del incendio para utilizar los recursos adecuados (Tabla 42).	Inmediatamente se presente el incendio.	Evitar que se el fuego se propague y apagar el incendio.

Fuente: adaptado de las *Guías ambientales de almacenamiento y transporte de sustancias químicas peligrosas y de residuos peligrosos*, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La Tabla 40 muestra la clasificación de los extintores para la contención de incendios.

Tabla 40
Clasificación de los extintores

Clase de fuego	Tipo de extintor						
	Espuma	CO ₂	Agua	Estanque bomba	Cartucho gas	Polvo químico multipropósito	Polvo químico ordinario
Clase A Combustible, madera, papel, textiles, orgánicos.	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No

Tabla 40 (continuación)
Clasificación de los extintores

Clase de fuego	Tipo de extintor						
	Espuma	CO ₂	Agua	Estanque bomba	Cartucho gas	Polvo químico multipropósito	Polvo químico ordinario
Clase B Líquidos inflamables, gasolina, pinturas, aceites.	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí
Clase C Equipo eléctrico, energizados, motores, circuitos eléctricos.	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí
Clase D. Metales.	Utilizar extintores clase D						
Clase K	Utilizar extintores de acetato de potasio						

Fuente: adaptado de las *Guías ambientales de almacenamiento y transporte de sustancias químicas peligrosas y de residuos peligrosos*, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

En la Tabla 41 se muestra el instructivo que se debe seguir en caso de que se presente una explosión por el manejo de los residuos sólidos peligrosos en el almacenamiento temporal.

Tabla 41
Instructivo en caso explosiones

Operación	Responsable	Procedimiento	Tiempo	Objetivo
Identificar el peligro que puede ocasionar una explosión.	Encargado del almacenamiento de los insumos y residuos peligrosos.	Verificar la clase de riesgo con el que está clasificado el insumo (ver el rombo de la NFPA). Verificar que se cumplan las condiciones de almacenamiento requeridas en las hojas de seguridad teniendo en cuenta que: - Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación. - Puede reaccionar violentamente o explosivamente al contacto con el aire, el agua o la espuma. - Puede incendiarse por calor, chispas o llamas. - Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas. - Los contenedores pueden explotar cuando se calientan. - Los cilindros con rupturas pueden proyectarse.	Al momento de ser almacenados tanto los insumos como los residuos.	Evitar explosiones.

Tabla 41 (continuación)
Instructivo en caso explosiones

Operación	Responsable	Procedimiento	Tiempo	Objetivo
Identificar incendio con peligro de explosión.	Encargado del almacenamiento de los insumos y residuos peligrosos.	Llamar primero al número de teléfono de respuesta en caso de emergencia. Aísle el área del derrame o fuga inmediatamente a por lo menos 500 metros a la redonda. Mueva a la gente fuera del lugar de la escena y aléjela de las ventanas. Mantenga alejado al personal no autorizado. Permanezca en dirección del viento. Ventile los espacios cerrados antes de entrar.	En el momento de presentarse el incendio.	Evitar accidentes y pérdidas humanas.

Fuente: adaptado de la *Guía de respuesta en caso de emergencia* 2008. Departamento de Transporte de los Estados Unidos. Administración de seguridad en tuberías y materiales peligrosos.

Plan de capacitación

El plan de capacitación es indispensable y necesario para la implementación y el éxito del modelo. Llevar a cabo este plan y sensibilizar a todo el personal que labora en los talleres de mantenimiento de los vehículos y al grupo de gestión ambiental, es de importancia capital.

Objetivo

Capacitar al personal de la empresa para prevenir la generación de residuos sólidos producto de las actividades desarrolladas en los talleres de mantenimiento de los vehículos de transporte masivo y en el manejo responsable de aquellos ya producidos.

Alcance

Aplica para el personal de aseo y recolección de residuos, mecánicos, almacenista, supervisores, coordinadores de mantenimiento, gerentes de mantenimiento, coordinadores logística de patios, coordinador de seguridad y salud en el trabajo y ambiental y gerentes.

Responsable

Supervisores, coordinador de mantenimiento, coordinador de logística de patios, gerente mantenimiento y gerente de gestión humana.

Desarrollo

Para implementar el plan de capacitación se tendrán en cuenta las siguientes estrategias:

- Charlas para el personal con expertos y autoridades municipales en gestión de los residuos peligrosos.
- Correos electrónicos para sensibilizar sobre la minimización de los residuos. Carteleras alusivas al problema ubicadas en cada taller.
- Concursos entre los talleres para evaluar cada etapa de la gestión o la cantidad de material recuperado.
- Incentivos a los talleres o a los mecánicos que mejor efectúen los procesos de gestión de residuos peligrosos.
- Creación de un personaje institucional para las campañas de implementación del programa.

Se recomienda emprender jornadas de capacitación anuales para que el personal tenga claridad acerca de los pasos básicos para la gestión de los residuos. Estas capacitaciones estarán básicamente centradas en lo siguiente:

- Conceptos generales de los residuos sólidos peligrosos: definición, riesgos asociados, medidas de protección laboral.
- Bases legales: normatividad vigente, responsabilidad legal.
- Minimización de residuos sólidos peligrosos: estrategias de producción limpia.
- Gestión adecuada de los residuos sólidos peligrosos: separación, caracterización, cuantificación, acondicionamiento, almacenamiento, transporte y disposición final.
- Incompatibilidad de los residuos, etiquetado y señalización.
- Procedimientos para recoger, transportar, acondicionar y almacenar los residuos.
- Registro como generador ante las autoridades competentes.
- Planes y procedimientos de contingencia y emergencia.

La capacitación será continua, por lo cual se debe establecer un cronograma de actividades donde se estructure el proceso y se planifiquen las actividades programadas para tal fin.

Cronograma para el plan de formación y capacitación

En la Tabla 42 se presenta un ejemplo de cronograma para la capacitación del personal que labora en los talleres de mantenimiento de los vehículos.

Tabla 42
Cronograma de actividades de formación y capacitación
sobre la gestión de los residuos sólidos peligrosos

Tema	Meses del año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Conceptos generales de los residuos peligrosos: definición, riesgos asociados, medidas de protección laboral.												
Bases legales: normatividad vigente, responsabilidad legal.												
Minimización de los residuos peligrosos: estrategias de producción limpia.												
Gestión adecuada de los residuos sólidos peligrosos: separación, caracterización, cuantificación, acondicionamiento, almacenamiento, transporte y disposición final.												
Incompatibilidad de los residuos, etiquetado y señalización.												
Procedimientos para recoger, transportar, acondicionar y almacenar los residuos												
Registro como generador ante las autoridades competentes.												
Planes y procedimientos de contingencia y emergencia.												

Fuente: Moreno y Vallejo, 2013

Verificación y control

La vigilancia y el control se harán mensualmente. Si durante el seguimiento se detectan incumplimientos en relación con el objetivo establecido, se investigarán sus causas y se establecerán las medidas correctoras mediante un plan o acción de mejora. Para ello, es necesario evaluar el procedimiento en el aspecto indicado para evitar que la inconformidad se presente nuevamente. De igual manera, los indicadores de gestión planeados son la base para establecer metas a corto y mediano plazo y permitirán las posibles desviaciones en el procedimiento. La vigilancia y el control se efectuarán mediante el diligenciamiento de la lista de chequeo (Anexo 5) por el operador del procedimiento o por el asignado, en representación del grupo de gestión ambiental en visitas de seguimiento mensual a los talleres de mantenimiento de la empresa objeto de estudio.

La Tabla 43 muestra las etapas que se deben seguir durante el proceso de verificación y control del procedimiento para la gestión de residuos sólidos peligrosos.

Tabla 43
Contenido del informe de seguimiento

Componente	Actividades de seguimiento	Responsable
Separación en la fuente, acondicionamiento y transporte internos.	Verificar si se están separando adecuadamente los residuos generados en los talleres de mantenimiento. Visitas a cada taller y entrevista a los técnicos de mantenimiento.	Grupo de gestión ambiental.
Almacenamiento temporal.	Revisar si los sitios de almacenamiento cumplen los requisitos establecidos, mediante visitas programadas acompañadas del personal encargado del almacenamiento.	
Transporte externo.	Verificar la entrega oportuna de los residuos a los gestores encargados de la disposición final de los residuos. Determinar el peso de material entregado, así como los cambios que puedan generarse. Verificar los certificados de los gestores encargados del tratamiento a los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres de mantenimiento.	Coordinador de logística de patios
Disposición final.	Verificar la entrega oportuna de residuos que se disponen en relleno. Determinar el peso de material entregado a la empresa de aseo encargada del transporte de los residuos. Verificar los certificados de los gestores encargados del tratamiento a los residuos sólidos peligrosos. Verificar periódicamente que la empresa gestora haya hecho la incineración, el reciclaje o el depósito en relleno sanitario de los residuos sólidos peligrosos entregados para tal fin, con la solicitud del respectivo certificado.	Coordinador de seguridad, salud en el trabajo y ambiental.
Capacitación	Verificar el cumplimiento del desarrollo del plan de capacitación programado para el personal de técnicos de mantenimiento y grupo de gestión ambiental.	Coordinador de seguridad, salud en el trabajo y ambiental.

Fuente: adaptado de la *Guía para el manejo integral de residuos del área metropolitana del Valle de Aburrá*.

Presentación de informes y registros

Para la presentación de los informes se utilizará como instrumento la listas de chequeo de seguimiento diario (Anexo 6) y mensual (Anexo 7), que abarcan los componentes de la gestión interna de los residuos sólidos peligrosos. Estas listas se llenarán periódicamente de acuerdo con la frecuencia y el tipo de residuo generado, así: los residuos de frecuencia continua se llenarán en la lista de chequeo diario y los de frecuencia discreta en el momento de su generación. Para la presentación de los informes finales se utilizará la matriz para la presentación de informes y se hará semestralmente (Anexo 8).

Plan de mejora

Para el mejoramiento de la gestión de minimización de los residuos peligrosos en las empresas de transporte masivo de pasajeros, se tendrán en cuenta los siguientes cuatro aspectos:

1. Propiciar la permanencia y efectividad del modelo de gestión para la minimización de los residuos sólidos peligrosos.
2. Conformar el grupo de gestión ambiental para articular cada etapa del modelo de gestión de los residuos sólidos peligrosos, con la responsabilidad que implica su ejecución.
3. La formación y la capacitación son el eje fundamental en la fase de implementación. De su continuidad depende el empoderamiento del modelo de gestión para la minimización de los residuos sólidos peligrosos en la empresa y el cumplimiento de los compromisos y responsabilidades asignadas a cada miembro.
4. Implementar la política de minimización de los residuos sólidos peligrosos establecida en el manual y adoptar procesos para medir el cumplimiento de los indicadores planteados en el procedimiento.

En la Tabla 44 se presenta el plan de mejora para la minimización de los residuos sólidos peligrosos en los talleres de mantenimiento de los vehículos de transporte masivo de pasajeros.

Alternativas para la minimización en la generación de residuos sólidos peligrosos

Según lo establecido por el Decreto 4741 de 2005, la gestión de los residuos sólidos peligrosos se orientará principalmente a prevenir su generación y efectuar su reducción en la fuente, así como minimizar su cantidad y peligrosidad. En esta dirección, se presenta el plan de minimización para los talleres de mantenimiento de los vehículos de la empresa de transporte masivo de pasajeros, el cual se desarrollará a la par con el modelo.

El plan de minimización da inicio en el momento del proceso de separación, cuantificación y clasificación de los residuos en cada taller de mantenimiento, como lo indica el modelo. En ese momento se tendrán identificados los residuos que no se pueden reutilizar ni reciclar. Para la minimización se tendrá en cuenta que para cada residuo prioritario se hará un estudio de opciones y programación

Tabla 44 (continuación)

Plan de mejora para la minimización de los residuos sólidos peligrosos en los talleres de mantenimiento de los vehículos de transporte masivo de pasajeros

Ítem	Periodicidad	Responsable	Meses											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trasporte externo	Continua	Gestores, coordinador de logística de patios.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Presentación de informes	Mensual	Coordinador de logística de patios y coordinador de S.G.S.S.T.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Evaluar impacto de la gestión de los residuos	Semestral	Coordinador de logística de patios y coordinador de S.G.S.S.T.	x						x					

Fuente: adaptado de la *Guía para el manejo de los residuos peligrosos del Valle de Aburrá*

de minimización sobre la que finalmente se haya elegido como alternativa de minimización, de acuerdo con los criterios para la minimización presentados en la Tabla 45.

Tabla 45
Recomendaciones para la minimización

Residuos por minimizar	Alternativas de minimización	Alternativas seleccionadas	Programación de minimización	Factores que se deben tener en cuenta
Descripción breve y precisa del residuo.	Para cada residuo se describirán las distintas alternativas estudiadas y se indicará el potencial de minimización de cada una.	Descripción de las alternativas seleccionadas para la minimización del residuo.	Descripción de las diferentes acciones planificadas al efectuar la minimización del residuo y la implantación de la alternativa.	-Viabilidad y eficacia del sistema de reducción. -Costo asumible de la técnica de reducción. -Significación de la reducción en términos de reducción de la peligrosidad. -Significación de la reducción en términos de reducción de la cantidad de residuos peligrosos.

Fuente: adaptado de *Estrategias en la minimización de residuos peligrosos*. Departamento de química inorgánica y orgánica, Universitat Jaume I, Castellón (España)

En la Tabla 46 se presentan las alternativas de minimización y buenas prácticas para los siete talleres de mantenimiento de la empresa de transporte masivo de pasajeros.

Tabla 46
Alternativas de minimización y buenas prácticas en los talleres
de la empresa de transporte masivo de pasajeros

Alternativa	Acción	Actividad de reducción	Recomendaciones
Buenas prácticas	Comprar la cantidad de materiales estrictamente necesaria para cada proceso de mantenimiento, evitando así que sobren materiales. Reducir el número de envases parcialmente llenos. Capacitar a los mecánicos según la necesidad. Utilizar los productos más antiguos dentro del almacenamiento, especialmente las sustancias químicas peligrosas. <i>Empaque de los insumos:</i> cuando el almacén de insumos entregue las piezas o insumos al personal encargado del proceso de mantenimiento, debe retener los empaques en contenedores previstos para tal efecto a fin de evitar su contaminación. <i>Lavado de piezas:</i> utilizar equipos para la limpieza mediante solventes no volátiles. <i>Escurrecimiento y prensado de filtros de aceite:</i> con ello se reduce el espacio que ocupan los filtros en los contenedores, a fin de rebajar el número de contenedores utilizados para su almacenamiento. Escurrir los filtros antes de ser compactados y acondicionados en los contenedores. Prensar los envases de pintura y otros productos utilizados en cada proceso.	Maneje con dedicación el inventario de materiales peligrosos.	-Pedir solo lo que se va a necesitar para cada proceso. -Registrar todos los materiales peligrosos del inventario. -Supervisar las cantidades de materiales peligrosos que están a punto de expirar. -Solicitar y mantener las hojas de seguridad para todos los materiales en uso y etiquetar los envases indicando el nombre y tipo de sustancia, número de inventario, peligros para la salud, requisitos de manejo y primeros auxilios.
Cambio de materias primas e insumos	Observar que el insumo que se va a comprar no sea directa o indirectamente peligroso para los procesos de servicio mecánico, lavado, chasis y pintura. Solicitar previamente al proveedor las hojas de seguridad para identificar los riesgos potenciales. Consultar a los proveedores y organizaciones comerciales o profesionales sobre productos nuevos que sean menos tóxicos o peligrosos.	Mantenga los residuos peligrosos segregados de los no peligrosos.	Evitar la mezcla de los residuos peligrosos con los no peligrosos, para no incrementar el volumen de residuos peligrosos generados.
Reutilización	Reutilizar solventes. Reutilizar enjuagues. Segregar y reutilizar disolventes para la limpieza. Reutilizar los envases que contuvieron sustancias peligrosas para contener las mismas sustancias utilizadas en otros talleres y procesos. (Anexo 10).	Capacítase acerca del reciclaje de residuos peligrosos.	Consulte sobre tecnologías del reciclaje y tratamiento de los residuos. Recicle y reutilice los residuos lo más que pueda. Consulte con organismos, empresas o bolsas para reciclaje de residuos. Aprovechar los residuos con terceros.

Fuente: adaptada de los lineamientos generales para la elaboración de planes de gestión integral de residuos o desechos peligrosos a cargo de generadores. Alcaldía de Bogotá.

Conclusión

En el capítulo se mostraron los elementos constitutivos del modelo para la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres de mantenimiento de los vehículos de transporte masivo de pasajeros, desde su fuente generadora hasta su disposición final, en la que se incluye la generación y la transferencia de conocimiento y la inclusión de la evaluación del riesgo ambiental como bases teóricas para la disminución de los efectos sanitarios (ocupacionales) y ambientales ocasionados por una gestión inadecuada de los residuos sólidos peligrosos.

The background features several abstract shapes. A large black sector of a circle is in the upper left. A solid black circle is partially visible on the right edge. A grey, jagged horizontal band spans the middle. Below this band, on the right, is a large grey shape with a white outline, resembling a stylized leaf or a drop. The text is positioned on the left side, within the grey band.

**EFFECTOS EN LA SALUD E IMPACTOS
AMBIENTALES DE LOS RESIDUOS
PELIGROSOS MAL DISPUESTOS
EN UN TALLER DE MANTENIMIENTO
DE UNA EMPRESA DE TRANSPORTE
MASIVO DE PASAJEROS**

Resumen

En este capítulo se exponen los efectos en la salud y al ambiente de los residuos peligrosos mal dispuestos en los talleres de mantenimiento de los vehículos del sistema de transporte masivo de pasajeros; así como las posibles alternativas de aprovechamiento y disposición adecuada para la ciudad de Cali.

Objetivos

Mostrar los efectos en las personas, animales y en el ambiente, de una mala disposición de los residuos sólidos peligrosos generados en los talleres de mantenimiento.

El presente capítulo dará respuesta a tres interrogantes sobre las consecuencias de lo anteriormente planteado y distinguirá posibles alternativas de aprovechamiento. Los tres interrogantes son:

1. ¿Cuáles son las afectaciones de la salud por los residuos peligrosos mal dispuestos de un taller automotor?
2. ¿Cómo se ve afectado el medio ambiente por los residuos peligrosos mal dispuestos de un taller automotor?
3. ¿Cuáles son las alternativas para el aprovechamiento de residuos peligrosos de un taller automotor?

Introducción

El concepto “impacto ambiental” alude a la variación de una medida hecha al ambiente en un tiempo determinado y en una área delimitada, como consecuencia de una actividad concreta, confrontada con el escenario inicial sin la operación mencionada. Dadas sus características específicas, los residuos peligrosos mal dispuestos afectan la zona donde fueron generados, tanto en lo que respecta al ambiente como a la salud de los seres humanos y producen efectos catastróficos a mediano y largo plazo.

De lo anterior no se desprende que los procesos controlados de manejo de residuos peligrosos sea lo óptimo, ya que se crean pasivos ambientales que se tornan inmanejables. Asimismo, se debe contar con los instrumentos y mecanismos obligatorios para prevenir, atenuar, corregir o reparar los posibles impactos perjudiciales causados por una inadecuada disposición.

Impacto en la comunidad por indebida disposición de los residuos peligrosos en los talleres automotores

Este ítem describe lo relativo a una indebida disposición de los residuos peligrosos en los talleres automotores en la medida en que impacta a la comunidad, entendida esta como un colectivo dividido en cuatro grupos:

El primer grupo está constituido por trabajadores relacionados con el generador de residuos y su mala disposición. Este cuerpo se halla expuesto directamente a los riesgos que entrañan los residuos peligrosos, ya que por lo regular carecen de los implementos de seguridad industrial, simplemente los rechazan u operan en la ilegalidad ambiental.

El segundo grupo son las personas ligadas a los servicios de aseo, quienes se exponen a los riesgos generados por mala disposición, como sería la basura domiciliaria. En este caso la peligrosidad aumenta, ya que la mayoría de las veces el personal de aseo no cuenta con los conocimientos necesarios en relación con los procesos de recolección, almacenamiento, manipulación y disposición de los residuos peligrosos.

El tercer grupo lo forman las personas que ejercen las labores de reciclaje, quienes seleccionan materiales contenidos en los residuos domiciliarios y se exponen, en consecuencia, a los riesgos que de ello se desprenden. Si la labor de recuperación se ejecuta en una planta, no es raro que desconozca la existencia de residuos peligrosos.

El cuarto grupo es la comunidad social en general, que se ve perjudicada por una mala disposición de los residuos peligrosos en sitios como rellenos sanitarios o áreas clandestinas ubicadas a orillas de ríos y carreteras y en lotes baldíos. Los lixiviados generados contaminan las aguas subterráneas, las cuales constituyen el 50 % del recurso hídrico de las regiones y es la fuente de consumo de animales, plantas y seres humanos.

Otra forma de afectar el ambiente de la comunidad social proviene de rellenos sanitarios encendidos por autoignición de gases. En estos casos, algunos residuos peligrosos generan humo de forma continua, contaminando así la atmósfera con dioxinas y provocando olores molestos.

Este cuarto grupo también se afecta con la contaminación de la fauna y la vegetación alrededor del relleno sanitario y los sitios clandestinos. La contaminación que allí se presenta es bioacumulada y transmitida por la cadena alimentaria a los seres humanos. Estas plantas y animales intoxicados se convierten en transmisores de enfermedades, aumentando así el riesgo para la salud pública.

Impactos ambientales y a la salud relacionados con los residuos sólidos peligrosos de un taller mecánico automotor

En primer lugar, se tienen los aceites usados en los talleres mecánicos, los cuales presentan características tóxicas al estar compuestos por sustancias peligrosas. Tal como se indicó en el Capítulo 1, los efectos en la salud involucran el sistema nervioso y las vías respiratorias e implican mutaciones celulares, salpullidos, dolores de cabeza y temblores.

Los efectos ambientales se concentran en ríos, fuentes de agua, fauna y flora y pueden llegar a extinguir algunas especies (1). Los lubricantes usados tienen varias características que lo hacen peligroso para la salud y el ambiente, como son la baja biodegradabilidad, la bioacumulación en los seres vivos, su alta toxicidad y la ecotoxicidad.

Las baterías usadas o desechadas en talleres mecánicos contienen sustancias y elementos peligrosos, como ácidos y plomo. Los efectos son variados y comprenden quemaduras en la piel y los ojos e intoxicación por plomo que afecta los huesos, las articulaciones, los riñones, el sistema nervioso central y causa anemia (1), (2), (3).

Los efectos ambientales son similares a los causados por los aceites y lubricantes y se producen al verter sus elementos peligrosos en aguas subterráneas, ríos y lagos (1), (2).

El pulimento de las pastillas de los frenos por medio de un esmeril o pulidora para alargar su vida útil acarrea contaminación al ambiente y puede generar enfermedades respiratorias en el operario, como asbestiosis, al estar expuesto

al amianto o cáncer de pulmón y mesoteliomas. Cuando finaliza la vida útil de las pastillas se desechan como residuos domiciliarios (1).

El thinner es un disolvente de pinturas, grasas y aceites con un elevado uso en los talleres automotores. La mala disposición de este residuo provoca epidermis seca, irritación y enrojecimiento de los ojos y dolor de cabeza, náuseas, fatiga, vértigo, confusión mental y pérdida del conocimiento cuando se inhala. La exposición a altas concentraciones provoca neumonitis química cuyos síntomas a menudo no se ponen de manifiesto hasta haber transcurrido varias horas y se agravan por el esfuerzo físico. Asimismo, el adelgazador de pinturas reacciona con oxidantes fuertes tales como hipoclorito de sodio, ácidos fuertes, peróxidos y cloro, lo que causa riesgo de incendio y explosión. Igualmente, ataca algunas formas de plástico, caucho y recubrimientos (4).

Por sus propiedades absorbentes, los guapos son usados para limpiar los derrames de aceite, combustibles y grasas, entre otros. El trapo impregnado de aceite se considera inflamable y sustancias como pinturas, grasas y refrigerantes presentan peligrosidad según el residuo origen (6). Los elementos usados para limpieza son desechados, por lo regular, en residuos domiciliarios (7), (8).

La ropa de trabajo en general, genera contaminación, ya que su proceso de limpieza es llevado a cabo en domicilios o lavanderías normales, contaminando así el agua con residuos tóxicos que corren por las alcantarillas y desembocan en ríos y canales de agua que van a parar, finalmente, al acueducto (6).

Alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos peligrosos

Para el reciclaje de líquidos y sólidos peligrosos se utilizarán recipientes por cada residuo, ya que combinar estas sustancias implica un aumento de su poder tóxico y por ende, del costo del tratamiento técnico para disponer de ellos (6), (9).

Las pastillas de asbesto no tienen un plan de aprovechamiento o valoración ya que son elementos contaminantes, razón por la cual en los países desarrollados está prohibido su uso. Actualmente, se sustituyen por pastillas compuestas de cerámica y fibra de cobre de igual rendimiento y prestaciones, pero de costo más elevado (6), (10).

Las baterías usadas valoran sus residuos por medio del reciclaje, el cual consiste en reutilizar el ácido sulfúrico (electrolito) luego del filtrarse y destilarse. El plástico del que están compuestas se utiliza como combustible en diversos

procesos y el plomo metálico se separa de otros componentes y se introduce en un horno para obtener lingotes (6), (11).

Para aprovechar los residuos de los disolventes de pinturas se impedirá su mezcla con pinturas, grasas y aceites. El solvente se recupera por medio de un tratamiento físico que consiste en destilar el solvente según su punto de fusión (cada solvente tiene un punto de ebullición específico). Una vez destilado se alcanzan rendimientos hasta del 95 % (6), (12).

El aprovechamiento y valoración de los guapies dependen del tipo de sustancia que absorbió, razón por la cual es importante separar los líquidos y los trapos para su aprovechamiento. Si la sustancia genera inflamabilidad, los guapies podrían comprimirse y ser utilizados para combustible (pellet) (6).

El problema de la ropa de trabajo contaminada con residuos peligrosos se puede mitigar o eliminar mediante el lavado industrial, el cual se lleva a cabo con equipos adecuados y las aguas residuales son convenientemente tratadas. Otra solución para la ropa de trabajo contaminada es el uso de overoles desechables (6), (11).

Conclusión

La bibliografía analizada evidenció que los talleres de mantenimiento automotor impactan el ambiente y la salud si se hace una mala o inadecuada disposición de los residuos sólidos peligrosos. Igualmente, se unificaron los conceptos de diversos autores y se establecieron las alternativas de aprovechamiento de los residuos peligrosos y su valoración de acuerdo con los métodos investigados. Se declara que el propósito es prevenir la generación de residuos peligrosos en lugar de controlar, disponer, aprovechar y valorar.

Bibliografía

Capítulo 1

- (1) GRANADA, L. (2009). “Gestión ambiental empresarial: pasado, presente y futuro de las normas e instituciones ambientales en Colombia”. En: revista *Librempra*. Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables. Vol. 6. Nº 1, enero-junio de 2009. Universidad Libre, seccional Cali.
- (2) Iavh, Ideam, IIAP, Invenmar, Sinchi (2010). Informe del estado del ambiente y de los recursos naturales renovables, 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estados Ambientales (Ideam), Bogotá.
- (3) VALLEJO, L.; MORENO, S. (2013). *Modelo de gestión para la minimización de residuos sólidos peligrosos en un taller de mantenimiento de vehículos de transporte masivo*, Cali .
- (4) ZÚÑIGA, A. (2005). *Plan de manejo ambiental del patio sur de Transmilenio*. Universidad del Bosque, Bogotá.
- (5) Cámara de Comercio de Bogotá. (2006). *Guía para el manejo de llantas usadas. Un sector de transporte con operación más limpia*. Bogotá Colombia. Disponible en http://www.ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=ab80a611-f997-4864-bd6e-7aa0d8680067&groupId=10157
- (6) Unión Temporal Ocade Ltda. *Diagnóstico ambiental sobre el manejo de llantas de los vehículos neumáticos usados generados por el parque automotor de Bogotá, Colombia*. Disponible en http://www.ambientebogota.gov.co/c/Document_library/get_file?uuid=2b1cb194-bfd7-43d9-9350-11dd98b6f426&groupId=10157.
- (7) RESTREPO M; RAMÍREZ E. (2010). *Guía para el manejo integral de residuos del área metropolitana del Valle de Aburrá*.
- (8) Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política Ambiental para la gestión de residuos peligrosos. Bogotá. 2005 Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/documentos/Politica_Residuos%20peligrosos.pdf
- (9) MARTÍNEZ J.; MALLO M.; LUCAS R.; ÁLVAREZ J. (2012). *Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Guía para la gestión integral de residuos peligrosos. Fundamentos. Tomo 1*. Disponible en: <http://www.ccbasilea-crestocolmo.org.uyl>
- (10) LACAYO, M.; AMANTE, B.; PIQUÉ, V.; GRIMAU, V. (2010). “Gestión de residuos a lo largo del ciclo de vida de un automóvil”. En: *Afinidad*. Revista de química teórica y aplicada.
- (11) Congreso de la República. Ley 253 de 1996, por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los

- desechos peligrosos y su eliminación, hecho en Basilea el 22 de marzo de 1989. Disponible en http://www.minambiente.gov.co/documentos/ley_0253_090196.pdf
- (12) Presidencia de la República. Decreto 1713/2002, por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo; y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la gestión integral de residuos sólidos. Disponible <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>
- (13) Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 4741 de 2005, diciembre 30, por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Bogotá. Disponible en www.minambiente.gov.co
- (14) Agencia de Protección ambiental de los Estados Unidos (EPA) (2003). *Manejando sus residuos peligrosos. Una guía para empresas pequeñas*.
- (15) Ministerio de Transporte. Decreto 1609 de 2002, por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera. Bogotá. Disponible en <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=6101>
- (16) Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2005. NTC 1692 Bogotá [Disponible en <http://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/Reglamento/Anexos/NTC1692.pdf>]
- (17) Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política Ambiental para la gestión de residuos peligrosos. Bogotá. 2005 Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/documentos/Politica_Residuos%20peligrosos.pdf
- (18) Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Gestión integral de residuos o desechos peligrosos. Bases conceptuales. Bogotá. 2007. Disponible en http://www.minambiente.gov.co/documentos/4886_260210_gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf
- (19) Consejería del Medio Ambiente. *Manual para la gestión ambiental en el sector transporte en Andalucía*. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=2a14563f45b7a110VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnextchannel=4836a7aaa4f4310VgnVCM2000>
- (20) Asociación Mexicana de distribuidores de automotores AMDA. *Manejo de Residuos Peligros en una agencia automotriz*. Disponible en: <http://www.amdaslp.com/descargas/Fasciculo1.pdf>
- (21) ONURSAL B; GAUTAM, P (1997). *Contaminación atmosférica causada por Vehículos automotores: generalidades experiencias recogidas en siete centros urbanos de*

América Latina. Washington. Disponible en: <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/001083/Course2/Lecturas/Vehiculos/chapter1.pdf>

- (22) Asociación Española de fabricantes de automóviles y camiones (ANFAC) (2000). Informe de resultados del proyecto: Valorización energética de residuos generados durante y al final de la vida de los vehículos. Disponible en: <http://www.sigrauto.com/pdf/ATYCA99.pdf>

Capítulo 2

- (1) Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 4741 de 2005 de diciembre 30, por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Disponible en www.minambiente.gov.co
- (2) RESTREPO M. y RAMÍREZ G. (2010). *Guía para el manejo integral de residuos del área metropolitana del Valle de Aburrá*. Itagüí.
- (3) BALLESTER, S.; GONZÁLEZ, O.; MARTÍNEZ, M. (2002). *El mantenimiento de las flotas de transporte en España*. Disponible en <http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/4/39/a39.pdf>
- (4) Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). Norma técnica colombiana GTC 24. *Gestión ambiental residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente*. Bogotá, 2009.
- (5) Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. *Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos*. Disponible en www.minambiente.gov.co
- (6) VALLEJO, L.; MORENO, S. (2013). *Modelo de gestión para la minimización de residuos sólidos peligrosos en un taller de mantenimiento de vehículos de transporte masivo en Cali*.

Capítulo 3

- (1) AVANDEIRA; LEÓN y VÁSQUEZ. 2007. *Economía Ambiental*. Madrid: Pearson educación, S.A
- (2) GRANADA, L. *Procedimiento para las medidas de control de contaminantes atmosféricos de fuentes móviles y fijas en Cali - Colombia*. La Habana : Tesis doctoral para optar al título de doctor en ciencias técnicas ISPJAE - Cuba, 2010.
- (3) VALLEJO, L. A., MORENO, S. P. (2013). *Modelo de gestión para la minimización de residuos sólidos peligrosos en un taller de mantenimiento de vehículos de transporte masivo, Cali*.
- (4) Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. *Guías Ambientales de Almacenamiento y Transporte por Carretera de Sustancias Químicas*

- Peligrosas y Residuos Peligrosos, 2002. [Internet] [Consultado año 2012 mes 09 día 28]. Disponible www.minambiente.gov.co
- (5) Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC NTC 1692. Bogotá. 2005. [Internet] [Consultado año 2012 mes 09 día 28] Disponible <http://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/Reglamento/Anexos/NTC1692.pdf>
 - (6) Consejería del Medio Ambiente. Las buenas prácticas medioambientales en talleres mecánicos. Andalucía. España. [Internet] [Consultado año 2012 mes 09 día 30] Disponible http://www.cma.gva.es/areas/educacion/educacion_ambiental/educ_ed_amb_empresa/pdf/talleresmecanicosc.pdf
 - (7) Traverstool. Proveedor de herramientas y accesorios para la industria. México [Internet] [Consultado año 2012 mes 10 día 8] Disponible: <http://www.traverstool.com.mx/>
 - (8) WOMACKJ, J.; LENAN T. (2007). *Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. Madrid: Gestión Ediciones.
 - (9) Cámara de Comercio de Bogotá. *Guía para el manejo de llantas usadas*. Bogotá. 2006 pág. 27 [Internet] [Consultado año 2012 mes 10 día 8] Disponible: http://www.ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=ab80a611-f997-4864-bd6e-7aa0d8680067&groupId=10157
 - (10) Colombia. “Plan de gestión integral de residuos peligrosos” Medellín, 2007. Disponible en http://www.unalmed.edu.co/dir_laboratorios/Plan_manejo_integral_residuos_peligrosos_Unal.pdf
 - (11) Colombia. Servitransa S.A. *Plan de contingencia. Procedimiento metódico para la prevención, preparación y respuesta de las emergencias que se presentan en el transporte de carga terrestre*. Disponible en <http://merco.com.co/calidad/Sistema%20de%20Calidad/SSOA/PLAN%20DE%20CONTINGENCIA%20SERVITRANSA%20SA.doc>.
 - (12) Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). Norma Técnica Colombiana GTC 4532. Gestión ambiental residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente. Bogotá, 2009. Transporte de mercancías peligrosas. Tarjetas de emergencia para transporte de mercancías peligrosas. 2010

Capítulo 4

- (1) RESTREPO M.; RAMÍREZ G. (2010). *Guía para el manejo integral de residuos del área metropolitana del Valle de Aburrá*. Disponible en: <http://Itagui.Areadigital.Gov.Co/Institucional/Documents/Gu%C3%Ada%20para%20el%20manejo%20integral%20de%20residuos%20%20subsector%20de%20transporte%20terrestre.Pdf>

- (2) RODRÍGUEZ M.; CARRIEL P.; GAVILANES C.; GUADALUPE E. (2010). *Procedimientos para disminuir los impactos ambientales en un taller mecánico automotor*. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24295/1/Articulo%20de%20medioambiente%20Aprobado.pdf>
- (3) BELTRÁN, S. (2000). *Propuestas para el manejo de fluidos contaminantes de un taller automotriz en el sector sur del distrito metropolitano de Quito*. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5088/2/DT-ESPEL-0877.pdf>
- (4) WILSON M.; NOGUERA K.; OLIVERO J. (2010). *Caracterización por cromatografía de gases-espectrometría de masas del thinner comercialmente disponible en la ciudad de Cartagena*. Disponible en <http://Revistas.Urosario.Edu.Co/Index.Php/Revsalud/Article/Viewfile/2806/2308>
- (5) RAMÍREZ A. (2006). *El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo*. Disponible en: <Http://Www.Scielo.Org.Pe/Pdf/Afm/V66n1/A09v66n1>
- (6) BARROS, J. (2012). *Estudio del impacto ambiental generado por un taller de mantenimiento automotor de vehículos livianos*. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/1446/1/09614.pdf>
- (7) Comisión Nacional del Medioambiente. *Guía técnica para aceites usados del sector transporte*. Santiago de Chile. Disponible en http://www.Respel.Cl/Residuospeligrosos/Documentos_Respel/Guia_Tecnica_Aceites_Usados_Sector_Transporte.Pdf
- (8) CASTAÑEDA, L.; PÉREZ, L. (2003). *Políticas ambientales para ayudar a minimizar los impactos ambientales generados por un taller de cambio de aceite*. Disponible en: <http://www.usergioarboleda.edu.co/investigacion-medioambiente/impacto-ambiental-cambio-aceite.pdf>
- (9) MUNDÓ, J. y OCAÑA, R. (2011). *Impacto ambiental de un nuevo modelo de sistema de transporte público para Caracas*. Disponible en: <http://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/viewFile/1870/1665>
- (10) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. *Residuos sólidos y respuesta a emergencias (5305W) Rcra*. Disponible en: <http://www.epa.gov/osw/inforesources/pubs/infocus/k99004s.pdf>
- (11) Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). *Política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos*. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/documentos/Politica_Residuos%20peligrosos.pdf
- (12) FRANCO, A. (2009). *Estudio de impacto ambiental de una instalación de una planta envasadora*. Disponible en: <http://www.Minem.Gob.Pe/Minem/Archivos/File/Dg-gae/Archivos/Estudios/Eias%20-%20hidrocarburos/Eia/Anuncion%20franco%20moreno%20eia%20-%20planta%20glp.Pdf>

Anexos

En el siguiente código QR se presentan los anexos correspondientes a la publicación.



En este libro el grupo de trabajo diseñó un modelo y su procedimiento para el manejo de residuos peligrosos de lámparas, guapies, baterías, combustible y filtros de aire. Igualmente, identificó el estado actual del manejo integral de estos residuos en los talleres de mantenimiento de una empresa de transporte masivo en la ciudad de Cali – Colombia y estableció las acciones para su gestión. Por último, el modelo y su procedimiento propuesto se pueden aplicar a cualquier taller de mantenimiento automotor del mundo con sus respectivos ajustes, de acuerdo con las condiciones específicas de cada taller.


EDITORIAL
BONAVENTURIANA

La Umbria, carretera a Pance
PBX: 318 22 00 – 488 22 22
Fax: 555 20 06 – A.A. 25162
www.usbcali.edu.co

