

# Técnicas de tratamiento

## **Breve descripción:**

El aprovechamiento y manejo de los residuos es fundamental no solo para reducir el riesgo provocado por la manipulación de estos elementos, sino para reducir la cantidad de residuos que son dispuestos de forma no técnica generando mayores impactos ambientales, en este componente se determinará el procedimiento para la cuantificación y el tratamiento posible para algunos tipos de residuos.

## Tabla de contenido

Introducción .....	1
1. Metodologías de muestreo y separación de residuos .....	1
1.1. Contenido general de un Plan de gestión integral de residuos sólidos (Pgirs)      2	
1.2. Caracterización de residuos sólidos .....	4
2. Caracterización y cuantificación de residuos peligrosos .....	9
2.1. Plan de gestión integral de residuos peligrosos.....	10
2.2. Componentes de un PGIRP .....	11
2.3. Caracterización de residuos peligrosos .....	12
2.4. Cuantificación .....	14
2.5. Metodología de cuantificación.....	15
3. Separación de residuos .....	16
3.1. Condiciones para la separación en la fuente.....	19
3.2. Condiciones para la separación en la fuente según el tipo de residuo ..	20
4. Transporte RESPEL .....	22
4.1. Requisitos del vehículo .....	23
4.2. Operación de transporte.....	30
5. Almacenamiento temporal .....	35

5.1.	Responsabilidades del prestador del servicio de almacenamiento .....	35
5.2.	Actores involucrados en el almacenamiento.....	36
5.3.	Condiciones del sitio de almacenamiento.....	37
6.	Aprovechamiento de residuos sólidos no peligrosos.....	39
6.1.	Aprovechamiento de residuos plásticos.....	39
6.2.	Aprovechamiento de residuos de envases de vidrio .....	41
6.3.	Aprovechamiento de residuos de papel y cartón .....	41
6.4.	Aprovechamiento de residuos metálicos .....	42
6.5.	Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos .....	43
7.	Aprovechamiento de residuos sólidos peligrosos.....	50
	Síntesis .....	56
	Material complementario.....	57
	Glosario .....	58
	Referencias bibliográficas .....	60
	Créditos .....	64

## **Introducción**

El tratamiento de residuos de diferente índole se ha convertido en una estrategia primordial para cualquier país, porque su objetivo no solo es reducir el impacto por su disposición sino iniciar procesos para reintroducir esos residuos como materia prima para otros procesos y que puedan tener mayor vida útil. Por lo anterior, le damos la bienvenida a este momento de aprendizaje orientado a detallar entre otras cosas, el manejo que debe darse a los residuos sólidos, sus técnicas, almacenamiento, separación, metodologías, entre otros.

### **1. Metodologías de muestreo y separación de residuos**

Teniendo en cuenta la cantidad de residuos que se pueden generar en los territorios, la cual puede ser directamente proporcional al crecimiento de la población, las autoridades ambientales han creado estrategias para lograr la disminución de los residuos generados, lo que se conoce como control en la fuente. Estas estrategias pueden ser genéricas a todas las poblaciones, pero cada región o localidad aplica la que sea acorde, atendiendo las características socioculturales particulares que se evidencian en el tipo, cantidad y especificaciones de los residuos generados.

Partiendo de esta premisa, y de acuerdo con el Ministerio de Vivienda (MINVIVIENDA) (2015), en su documento guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Pgirs), la autoridad ambiental estableció que era responsabilidad de los municipios y/o distritos velar porque la prestación del servicio público de aseo se dé en el marco de una adecuada planeación y gestión integral de los residuos sólidos en todo su territorio, a partir de principios de calidad, eficiencia, solidaridad y

sostenibilidad, en función de garantizar la presencia de la comunidad en la gestión y fiscalización del servicio, lo que permite el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos. Esta planeación debe estar orientada a disminuir o prevenir la generación de residuos, promoviendo el aprovechamiento, la valorización, el tratamiento y la disposición final.

Se definió también que cada territorio debe crear y mantener actualizado su documento denominado Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Pgirs), Instrumento de planeación municipal o regional que busca garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos y la prestación del servicio de aseo en los ámbitos municipal o regional. Los PGIRS deben centrarse en los residuos no peligrosos: aprovechables, no aprovechables y especiales.

### **1.1. Contenido general de un Plan de gestión integral de residuos sólidos (Pgirs)**

La oficina de planeación municipal o regional, tiene una serie de programas trazados sobre el manejo de los residuos sólidos de su localidad, el procedimiento para la formulación y actualización de estos planes (Pgirs) se compone de ocho pasos generales de acuerdo con MINVIVIENDA, (2015), estos son:

- a) Organización para la formulación:** definir el carácter si será municipal o regional, se conforman los grupos de trabajo tanto el coordinador como el técnico, se planeará los procesos de divulgación y participación ciudadana.
- b) Línea base:** es la fase de recopilación de información a través de mediciones en campo y otros elementos como encuestas e información secundaria de entidades

para identificar causas y consecuencias de las problemáticas asociadas con los residuos.

- c) **Objetivos y metas:** establecer objetivos y metas claros que se quieren lograr con el manejo o gestión de los residuos, la idea es que también sean soluciones reales a los problemas identificados en el territorio por medio de la línea base.
- d) **Programas y proyectos para la implementación:** es obligatorio que los objetivos y las metas específicas se materialicen a través de programas y proyectos viables y sostenibles, enfocados en cada uno de los componentes del servicio, dentro de los programas que deben ser formulados se encuentra:

- ✓ El programa institucional para la prestación del servicio de aseo.
- ✓ El programa recolección transporte y transferencia.
- ✓ El programa de barrido de limpieza de vías.
- ✓ El programa de corte de césped y poda.
- ✓ El programa de lavado de áreas públicas.
- ✓ El programa de aprovechamiento.
- ✓ El programa de inclusión de recicladores.
- ✓ El programa de disposición final.
- ✓ Programas para gestión de residuos especiales, de construcción y demolición y residuos rurales.
- ✓ El programa de gestión de riesgo.

- e) **Cronograma:** de acuerdo con MINVIVIENDA, (2015) Los elementos de un buen cronograma son:

- ✓ Identificar las actividades principales y específicas.
- ✓ Determinar claramente los responsables.

- ✓ Establecer tiempos a corto, mediano y largo plazo para cada uno de los proyectos del PGIRS.
- f) Plan financiero: el objetivo del plan financiero es direccionar la asignación de recursos del municipio y garantizar la viabilidad de los proyectos que se proponen.
- g) Implementación, evaluación y seguimiento: una vez diseñado el Pgirs este deberá publicarse en la página web del municipio por un periodo de 15 a 20 días para comentarios y observaciones de la comunidad, finalizado este periodo, se revisan e incorporan las observaciones que se consideren pertinentes y se procede a su firma y adopción por decreto.
- h) Revisión y actualización del PGIRS: revisar por medio de indicadores el cumplimiento de los objetivos y metas y cuando se vea necesario debe ser actualizado.

## **1.2. Caracterización de residuos sólidos**

Determinar la cantidad de residuos sólidos que genera un municipio y de qué tipo son, es de vital importancia porque a partir de los resultados obtenidos se establecen diferentes aspectos de la logística tanto de transporte como de tratamiento y disposición final. El objetivo principal de la caracterización de los residuos es obtener el mejor aprovechamiento de los recursos planteados en el PGIRS, así como brindar información para la mejora continua del mismo.

La caracterización de los residuos sólidos municipales se realiza a través de los siguientes pasos:

### **1. Muestreo**

Se establece una muestra representativa dentro de una zona determinada del municipio, los residentes de esta zona entregarán al personal encargado de la caracterización los residuos por un lapso de 8 días (no lo hacen al prestador de servicio habitual).

### **2. Tabulación**

Durante los 8 días del muestreo personal calificado pesará, separará y almacenará los residuos sólidos de los habitantes de la zona a estudiar y evaluará la información obtenida.

### **3. Informe**

El personal especializado realizará un informe detallado sobre los resultados obtenidos en la caracterización de los residuos de la muestra en el municipio.

## **Requerimientos para la caracterización de residuos sólidos**

Es necesario disponer de diferentes recursos para realizar la caracterización de los residuos sólidos, principalmente se necesita:

### **Recurso humano**

Debido a que la separación de los residuos se realiza de forma manual se necesita un equipo de personas que reciba la muestra a analizar y ejerzan las siguientes funciones:



### **1. Operarios**

Personas encargadas de realizar encuestas a los usuarios del servicio de aseo, levantan información sobre hábitos de consumo, satisfacción con el servicio, posibles mejoras, entre otras.

Así mismo, recolectan los residuos que serán analizados, por esta razón se recomienda que sea un personal, por lo menos con estudios medios y sin prejuicios para la manipulación de los residuos y con condición física.

### **2. Técnicos**

Son las personas encargadas de la supervisión de la tabulación y manipulación de los residuos, deben conocer la zona donde se tomará la muestra ya que plantean las micro rutas de recolección.

Se recomienda que tenga estudios técnicos en manipulación de residuos sólidos.

### **3. Coordinadores**

Son las personas expertas en gestión de residuos, debe supervisar todas las actividades durante la medición y enviar los informes a las personas interesadas.

## **Recurso de equipos y herramientas**

Para poder realizar la caracterización de los residuos dentro de la zona que se escoge como muestra es necesario contar con lo siguiente:

#### **a) Vehículo**

Se utilizará para recolección de las muestras de los usuarios seleccionados.

**b) Depósitos**

Se dispondrán allí los residuos para las mediciones de densidad, deben estar sin abolladuras y limpios, se sugiere una capacidad de 200 litros.

**c) Elementos de protección**

Todos los operarios, técnicos y coordinadores deben contar con overol, guantes, mascarillas, botas y gafas de seguridad cuando se esté realizando la caracterización.

**d) Herramientas**

Se requieren para la manipulación de los residuos tales como escobas, recogedores, contenedores de residuos pequeños.

**e) Papelería**

Formatos para consignar los valores obtenidos, tableros para dejar indicaciones, marcadores, bolsa para almacenar temporalmente residuos, cinta, entre otros.

**Recurso de infraestructura**

Poder ubicar los residuos que se recogen en la zona de muestreo durante ocho días requiere de un espacio que cumpla con una serie de condiciones que minimicen los impactos ambientales negativos asociados a la acumulación de dichos residuos.

Se recomienda que el espacio a utilizar cumpla con las siguientes condiciones:

**a) Espacio amplio**

Todos los colaboradores deben poder movilizarse con facilidad, los residuos recolectados en el lapso de 8 días deben poder almacenarse y

adicional los vehículos de recolección deben poder ingresar al espacio disponible. Se recomienda que el espacio designado a la caracterización de los residuos sea lo más cercano a la zona donde se está obteniendo la muestra.

#### **b) Ventilación e iluminación**

El espacio debe contar con ventilación e iluminación natural, y debe cumplir con dos condiciones, la primera: debe haber una cubierta para que la lluvia no cambie las propiedades físicas de los residuos y la segunda: no se deben producir ráfagas de viento que levante los residuos más livianos para que no se pierda masa en la muestra seleccionada.

#### **c) Arquitectura**

El lugar debe contar con piso liso, en ningún momento se puede considerar pisos de tierra, arena o similares debido a que estos se mezclan con los residuos aumentando la masa, no debe tener inclinaciones para que los camiones puedan acceder con facilidad, debe contar con todos los servicios sanitarios para mantener la salubridad de los colaboradores.

### **Procedimiento para llevar a cabo la caracterización**

Una vez se tienen disponibles todos los recursos que serán necesarios en la caracterización, se deben tener en cuenta una serie de actividades que se deben realizar para hacer de los resultados lo más confiables posibles y minimizar el error en la medición.

Las actividades a tener en cuenta son:

### **a) Antecedentes**

El primer paso para llevar a cabo la caracterización es hacer una revisión de antecedentes, consultar si alguna empresa u organización (pública o privada) ha realizado un proceso similar.

Cuando se han realizado anteriormente las caracterizaciones se pueden ver plasmadas las dificultades que se han tenido en la realización para no cometer los mismos errores y para optimizar los procesos.

### **b) Divulgación**

Los usuarios son parte fundamental del sistema de aseo del municipio, por ello se deben mantener informados sobre las actividades que se realicen en el marco del Pgirs.

Es importante aprovechar los espacios de grupos organizados y canales de comunicación locales, para generar una mayor participación comunitaria propiciando una buena comunicación; asimismo, permitirá confirmar o fortalecer la información previamente recolectada.

## **2. Caracterización y cuantificación de residuos peligrosos**

Teniendo en cuenta el decreto único reglamentario 1076 de 2015, en su título 6 residuos peligrosos, sección 2 clasificación, caracterización, identificación y presentación de los residuos o desechos peligrosos, describe:

El generador podrá demostrar ante la autoridad ambiental que sus residuos no presentan ninguna característica de peligrosidad, para lo cual deberá efectuar la caracterización físico - química de sus residuos o desechos. Para tal efecto, el generador podrá proponer a la autoridad ambiental los análisis de caracterización de peligrosidad a realizar, sobre la base del conocimiento de sus residuos y de los procesos que los

generan, sin perjuicio de lo cual, la autoridad ambiental podrá exigir análisis adicionales o diferentes a los propuestos por el generador.

### **Nota importante**

La mezcla de un residuo o desecho peligroso con uno que no lo es, le confiere a este último, características de peligrosidad y debe ser manejado como residuo o desecho peligroso.

## **2.1. Plan de gestión integral de residuos peligrosos**

El documento de gestión que debe tener todo generador de residuos peligrosos se denomina plan de gestión integral de residuos peligrosos PGIRP, este documento es el que consolida la información de la gestión interna y externa que va a realizar una organización para garantizar el control del impacto ambiental que puedan generar estos residuos.

Teniendo en cuenta el decreto único reglamentario 1076 de 2015, en su título 6 residuos peligrosos, sección 3 de las obligaciones y responsabilidades, en el artículo 2.2.6.1.3.1. Obligaciones del Generador específica entre sus obligaciones lo siguiente:

- ✓ Elaborar un plan de gestión integral de los residuos o desechos peligrosos tendiente a prevenir la generación y reducción en la fuente, así como, minimizar la cantidad y peligrosidad de los mismos. En este plan deberá igualmente documentar el origen, cantidad, características de peligrosidad y manejo que se dé a los residuos o desechos peligrosos. Este plan no requiere ser presentado a la autoridad ambiental, no obstante, lo anterior, deberá estar disponible para cuando esta realice actividades propias de control y seguimiento ambiental.

- ✓ Identificar las características de peligrosidad de cada uno de los residuos o desechos peligrosos que genere, para lo cual podrá tomar como referencia el procedimiento establecido en el presente título sin perjuicio de lo cual la autoridad ambiental podrá exigir en determinados casos la caracterización físico- química de los residuos o desechos si así lo estima conveniente o necesario.

### **Decreto 1076 (2015)**

Para consultar las demás obligaciones del generador, lo invitamos a leer el Decreto 1076 (2015) o a la norma que lo modifique, en el título 6 residuos peligrosos, sección 3 de las obligaciones y responsabilidades, en el artículo 2.2.6.1.3.1.

Obligaciones del Generador, el cual se encuentra en el material complementario. [Ir a página.](#)

## **2.2. Componentes de un PGIRP**

La implementación correcta de las buenas prácticas que se contemplan en el plan de gestión integral de residuos peligrosos, permitirá el cumplimiento de los objetivos trazados en dicho plan, por lo que debe atenderse en debida forma cada uno de los cuatro componentes que lo conforman, como se muestra a continuación:

1. **Componente de prevención y minimización:** centrado en realizar el diagnóstico de la organización, identificando fuentes de generación de posibles residuos peligrosos, su caracterización, luego se pasa a la cuantificación y la primera aproximación de estrategias de prevención.
2. **Componente de manejo interno seguro:** enfocado en las condiciones internas necesarias para el manejo del residuo, en este apartado se

establecen acciones para acondicionamiento, manejo interno, almacenamiento, medidas de contingencia y entrega de residuos.

3. **Componente de manejo externo:** también conocido como gestión externa, en este se clasifica el residuo, se cuantifica la generación, se establece el tratamiento y la disposición final requerida, y se selecciona el receptor o transportador fuera de las instalaciones de la organización.
4. **Componente final de ejecución, seguimiento y evaluación:** se establecen responsabilidades, se determinan las necesidades de capacitación, seguimiento y el cronograma de actividades.

## 2.3. Caracterización de residuos peligrosos

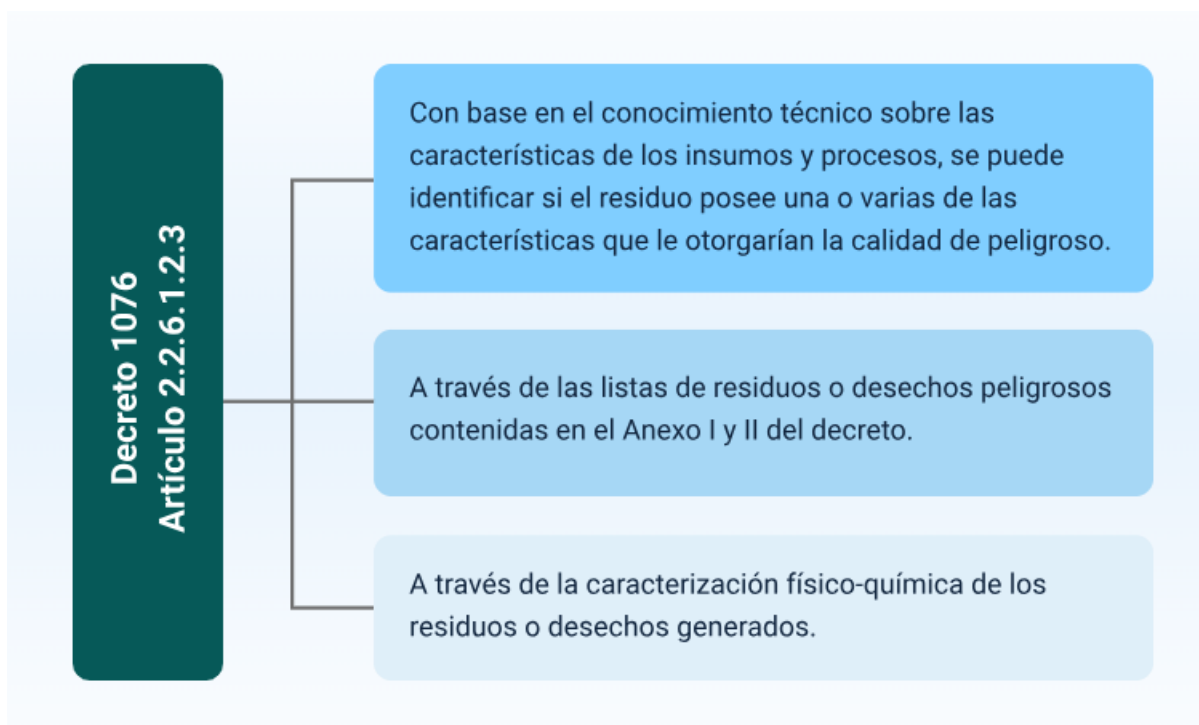
Las características que hacen que un residuo sea considerado peligroso, son descritas a través del Decreto 1076 (2015), el cual compiló el Decreto 4741 (2005), en este último se describen por medio de los anexos I, II y III las características o componentes que puede hacer que un residuo sea peligroso, al igual que la codificación para identificarlo.

### **Decreto 4741 (2005)**

Para consultar los anexos I, II y III, dirigirse al Decreto 4741 (2005) o a la norma que lo modifique, el cual se encuentra en el material complementario. [Ir a página](#)

### **Procedimiento de identificación de peligrosidad**

Siguiendo los parámetros normativos, el decreto 1076 (2015), indica un procedimiento sencillo que puede ser desarrollado por el generador para identificar si existe un grado de peligrosidad en sus residuos, el cual está descrito en el artículo 2.2.6.1.2.3 que indica lo siguiente:



Si se debe preferir, esta última opción, la caracterización debe ser desarrollada bajo estándares normativos vigentes, los cuales especificarán el procedimiento adecuado y seguro para la identificación de la peligrosidad.

### **Resolución 0062**

Para consultar los protocolos de muestreo y análisis de laboratorio para la caracterización fisicoquímica de los residuos o desechos peligrosos en el país, se invita a consultar la Resolución 0062, la cual se encuentra en el material complementario. [Ir a página.](#)

### **Responsabilidad de la caracterización**

La caracterización físico-química de residuos o desechos peligrosos debe efectuarse en laboratorios acreditados. Es importante aclarar que el generador de un residuo o desecho peligroso debe actualizar la caracterización de sus residuos o



desechos peligrosos, particularmente si se presentan cambios en el proceso que genera el residuo en cuestión; esos cambios pueden incluir, entre otros, variaciones en los insumos y variaciones en las condiciones de operación (Decreto 1076, 2015).

El fin de cuantificar es determinar el tipo de generador de residuos peligrosos, que puede ser la organización o institución, su importancia radica en que la normatividad legal vigente solicita ciertos reportes de los residuos peligrosos generados. A continuación, presentamos cómo se realiza este proceso.

## 2.4. Cuantificación

Los generadores de residuos o desechos peligrosos según el decreto 1076 (2015), en su artículo 2.2.6.1.6.2, están obligados a inscribirse en el registro de generadores de la autoridad ambiental competente de su jurisdicción, teniendo en cuenta las siguientes categorías:

- a) **Gran generador:** persona que genera residuos o desechos peligrosos en cantidad igual o mayor a 1.000,0 kg/mes calendario, considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas.
- b) **Mediano generador:** persona que genera residuos o desechos peligrosos en cantidad igual o mayor a 100.0 kg/mes y menor a 1,000.0 kg/mes calendario, considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas.
- c) **Pequeño generador:** persona que genera residuos o desechos peligrosos en cantidad igual o mayor a 10.0 kg/mes y menor a 100.0 kg/mes calendario, considerando los períodos de tiempo de generación del residuo

y llevando promedios de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas.

### **Nota importante**

Los generadores de residuos o desechos peligrosos que generen una cantidad inferior a 10.0 kg/mes están exentos del registro. No obstante, lo anterior, la autoridad ambiental, con base en una problemática diagnosticada y de acuerdo con sus necesidades podrá exigir el registro de estos generadores, para lo cual deberá emitir el acto administrativo correspondiente. Luego la importancia de cuantificar correctamente los residuos peligrosos generados es para evitar problemas con las autoridades ambientales.

## **2.5. Metodología de cuantificación**

De acuerdo con lo dispuesto por la normativa, la cuantificación de residuos peligrosos debe ser realizada llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas.

Para ello se sugiere realizar el siguiente procedimiento:

1. **Reconocimiento:** reconocer el proceso o servicio que se evalúa respecto a la generación de residuos peligrosos puede hacerse de manera sencilla por medio de un diagrama de flujo donde se reconozca que entra a cada proceso y que se va generando.
2. **Medir y registrar:** una vez identificados los tipos de residuos se aconseja llevar un registro físico de la cantidad en peso y el tipo de residuo que se genera en el mes, se deben guardar registros constantes.

3. **Promediar:** luego de seis meses de llevar el registro, se toman esas mediciones y se promedian, para el séptimo mes se toma en cuenta las mediciones desde el segundo mes hasta el séptimo y se promedian, así, sucesivamente.
4. **Obtener la media móvil:** para obtener la media móvil, se toman los seis últimos promedios, se suman y se divide por seis meses, y es el valor que identifica el tipo de generador.

### 3. Separación de residuos

De acuerdo con la Guía Técnica Colombiana GTC 24 (2009), la separación en la fuente permite obtener una mejor calidad de los residuos optimizando su aprovechamiento o disposición final. Una vez realizada esta separación, se debe llevar a cabo una recolección selectiva de los residuos seleccionados; pues sin este componente lo efectuado en la separación pierde valor, veamos esto con mayor detalle en el siguiente video:

#### Video 1. Separación de residuos



### [Enlace de reproducción del video](#)

#### **Síntesis del video: separación de residuos**

##### Código de colores a nivel nacional

Dentro de las acciones para hacer separación de residuos sólidos, una de las más importantes es dar cumplimiento a la Resolución 2148 (2019), en la cual el Gobierno unifica el código de colores para la separación de residuos en la fuente a nivel nacional.

Esta resolución, aunque es una base para el manejo de bolsas plásticas también indica específicamente el código de colores que se rige a nivel nacional para la recolección y manejo de residuos sólidos que son entregados a la empresa prestadora de servicios públicos.

Ese código se enfoca en el manejo de solo tres (3) colores:

1. Bolsa de tonalidad verde: para depositar residuos orgánicos aprovechables (restos de comida y desechos agrícolas).
2. Bolsa de tonalidad blanca: para depositar los residuos aprovechables como plástico, vidrio, metales, papel y cartón.
3. Bolsas de tonalidad negra: para aquellos residuos no aprovechables: todo lo contaminado por comida, como servilletas, el papel higiénico y papeles metalizados (Resolución 2148, 2019, Artículo 4).

### Código de colores a nivel empresarial

Sin embargo es realmente importante aclarar que a nivel organizacional las empresas que desean hacer una gestión más detallada y hacer entrega de sus residuos a otras organizaciones para hacer aprovechamiento y disposición que no son prestadores de servicios públicos, sino empresas denominadas gestores ambientales que cuenten con la autorización ambiental, se pueden guiar por el código de colores de la Guía Técnica Colombiana GTC 24 (2003) la cual es la guía para la separación en la fuente y la recolección selectiva.

- Verde: para disponer residuos ordinarios.
- Naranja: para disponer residuos orgánicos aprovechables.
- Crema o beige: para disponer todos los residuos que puedan ser objeto de procesos de compostaje como residuos de alimentos, cáscaras de huevo entre otras.
- Gris: para disponer papel y cartón en buenas condiciones y no contaminados.
- Azul: para disponer plásticos limpios.
- Blanco: para disponer de elementos de vidrio limpios.
- Rojo: para la disposición de residuos con características peligrosas (Pero dejando claro que no pueden ser combinados los residuos, deben separarse de acuerdo con sus características de peligrosidad.
- Púrpura para residuos o desechos radioactivos.

### 3.1. Condiciones para la separación en la fuente

La separación en la fuente, es una práctica que consiste en separar y almacenar los diferentes tipos de residuos, con el fin de facilitar su aprovechamiento y manejo posterior; las condiciones a tener en cuenta para llevar a cabo este procedimiento son:

- ✓ Contar con recipientes, bolsas y vehículos de recolección interna para el movimiento interno de residuos que cumplan las características y condiciones establecidas al tipo de residuo.
- ✓ Separar cada residuo, según su clasificación (peligroso y no peligroso), código de colores y las especificaciones a que hace referencia la etiqueta de cada recipiente.
- ✓ No se debe compactar las bolsas que contienen residuos o desechos peligrosos.
- ✓ El recipiente, al igual que la bolsa, podrá llenarse hasta un máximo de (3/4) partes de su capacidad.
- ✓ Se recomienda elaborar ayudas visuales e informativas para facilitar el proceso de segregación en la fuente tanto por el personal trabajador como por el personal visitante.

**Nota:** es deber de los usuarios realizar separación en la fuente cuando se haga recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables, de acuerdo con las condiciones establecidas por los respectivos Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos-PGIRS y el Programa de Prestación del Servicio (Decreto 1077, 2015).

### **3.2. Condiciones para la separación en la fuente según el tipo de residuo**

De acuerdo con las condiciones o materiales de residuos, se pueden tener otras consideraciones importantes para el momento de la separación, como las que se mencionan a continuación:

#### **Plásticos**

##### **Separación de residuos plásticos**

Una vez se tengan todos los residuos plásticos generados, estos se pueden subdividir de acuerdo con la resina plástica que los compone, para ello se contempla la Guía Técnica Colombia GTC 53- 2 (2004), gestión ambiental, residuos sólidos, guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos.

La separación en la fuente de este residuo a nivel doméstico es, generalmente suficiente para separar los envases o productos plásticos en un contenedor diferenciado y específico que permita recolectar los residuos plásticos libres de contaminación hasta una cantidad que facilite el transporte económico al procesador o usuario final ICONTEC. (2004). GTC 53- 2.

#### **Papel y cartón**

##### **Separación de residuos papel y cartón**

Para la separación en la fuente de los residuos papel y cartón, lo que se solicita normalmente es tener un contenedor específico para este tipo de residuos, en lo posible garantizar que no se encuentre contaminado por otro tipo de residuos, una vez esta separación, en las plantas de tratamiento se puede realizar una reclasificación de

acuerdo con las fibras celulósicas que contienen, teniendo en cuenta la Guía Técnica Colombia GTC 53- 4 (2003).

## **Vidrio**

### **Separación de residuos de vidrio**

Para la gestión de residuos de vidrio, se cuenta con la GTC 53-3 (1998), gestión ambiental, residuos sólidos, guía para el aprovechamiento de envases de vidrio, en la cual describe la separación y selección de los envases de vidrio posconsumo, esta separación debe hacerse en el sitio donde se consume el producto contenido en el envase de vidrio.

A este material se le puede hacer una sub separación o clasificación dependiendo de su color:

- ✓ Blanco.
- ✓ Ámbar o café.
- ✓ Verde.

De acuerdo con la ICONTEC (1998), la separación se debe hacer, debido a la composición química de cada uno de los materiales, no permite que cuando se reincorporen al ciclo productivo para la fabricación de nuevos envases, se puedan mezclar unos con los otros.

## **Metálicos**

### **Separación de residuos metálicos**

Para la separación de los residuos metálicos generados, lo que se solicita normalmente es tener un contenedor específico para estos residuos y en lo posible



garantizar que no se encuentre contaminado por otros tipos de residuos. Para la gestión de residuos metálicos, se cuenta con la GTC 53-5 (1999).

#### **4. Transporte RESPEL**

El transporte de residuos peligrosos es una actividad a la cual se le debe prestar especial atención con el fin de evitar efectos adversos sobre la salud del personal e impactos negativos al ambiente. De acuerdo con el Ministerio de Transporte, en su decreto 1609 (2002), hay cinco roles específicos que tienen responsabilidad en el transporte de los residuos peligrosos, estos son:

##### **Remitente o propietario**

Es cualquier persona u organización que presente un residuo sólido peligroso para su transporte.

##### **Destinatario de la carga**

Es cualquier persona u organización que reciba un residuo peligroso.

##### **Empresa transportadora**

Es la persona natural o jurídica habilitada por el Ministerio de Transporte para la movilización de los residuos peligrosos.

##### **Conductor del vehículo**

Es la persona encargada de maniobrar el vehículo.

##### **Propietario o tenedor del vehículo**

Es la persona a la cual se encuentra asignada la propiedad del vehículo en los sistemas de información de movilidad.

Una vez se establecen las responsabilidades de estos actores se definen requisitos básicos para poder realizar el transporte de los residuos peligrosos estos son:

#### 4.1. Requisitos del vehículo

El vehículo debe cumplir con las especificaciones técnicas del Ministerio de Transporte que se establecen en el artículo 5 del decreto 1609 (2002), entre las que se encuentran:

##### Rótulos de identificación

Este elemento permite de forma clara especificar que en el vehículo se están transportando sustancias peligrosas, la base de los rótulos es la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), conforme a los lineamientos dados por el Ministerio de Transporte en la NTC 1692 (2005).

Deben estar ubicados a dos metros de distancia en la parte lateral de la unidad de transporte a una altura que permita su fácil lectura, en camiones, remolques y semirremolques los rótulos deben ser fijos y debe existir un rótulo por cada característica de peligrosidad.



Así mismo en las guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos se menciona que el Ministerio de Transporte define requerimientos respecto a los rótulos basándose en la NTC 1692 (2005) entre los que se encuentran:

- ✓ Tamaño superior a 250 mm x 250 mm.
- ✓ Material refractivo y resistente al deterioro causado por exposición a la intemperie.
- ✓ Símbolo y número de la clase dentro del rótulo.
- ✓ Poseer una línea del mismo color del símbolo a 5 mm del borde en todo su perímetro.
- ✓ En lo posible, contener el texto indicativo de la clase a la cual pertenece.
- ✓ Parte superior reservada para el símbolo.
- ✓ Parte inferior para el texto, el número de la clase o de la división, y si es el caso, la letra del grupo de compatibilidad de la sustancia peligrosa.
- ✓ Símbolos, textos y números impresos en negro en todos los rótulos, excepto en la clase 8, en las que el texto y el número de la clase deben figurar en blanco y en los rótulos con fondo rojo, verde o azul, en las que pueden figurar en blanco.
- ✓ Garantizar que la información sea identificable en bultos que hayan permanecido tres meses sumergidos en agua.
- ✓ Colocarse sobre un fondo de color tal que contraste con ellos.

### **Placa de identificación de la ONU**

Es la forma de identificar la sustancia química peligrosa que se está transportando sin importar el país de donde provenga, el número UN (por sus siglas en

inglés United Nations) resuelve la problemática de los nombres técnicos de las sustancias químicas en cada idioma y los posibles cambios de nombre por los usos que se le dan.

La placa debe tener un fondo naranja y los bordes y números deben ser negros, las dimensiones deben ser 30cm x 12 cm, el número correspondiente a cada sustancia química se puede consultar en el libro “recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas. Reglamento modelo”. Comúnmente conocido como libro naranja.

La lista ordenada por número UN debe tener una estructura de once columnas donde se encuentran:

1. Número UN: esta columna contiene el número asignado a la sustancia peligrosa, cada sustancia tiene un número único y no varía a nivel mundial.
2. Nombre y descripción: en esta columna se da el nombre oficial de acuerdo con las naciones unidas y algunas características que pueda presentar.
3. Clase o división: es el riesgo principal que posee la sustancia.
4. Riesgo secundario: contiene los riesgos adicionales al de la clase o división.
5. Grupo de embalaje o envase: es el grado relativo de peligro que posee la sustancia y su embalaje.
6. Disposiciones especiales: condiciones especiales a las que están sujetas las sustancias peligrosas.
7. Cantidades limitadas: cantidad máxima por embalaje que se puede transportar de mercancía peligrosa.
8. Instrucciones de embalaje: esta columna tiene códigos alfanuméricos que establecen los procedimientos para el envase de las sustancias.

9. Disposiciones especiales de embalaje: condiciones diferenciales en el envase y embalaje de las sustancias químicas establecidas a través de códigos alfanuméricos.
10. Instrucción para cisternas portátiles: en esta columna se establecen los tipos de cisterna exigidos para el transporte de las sustancias peligrosas a través de un código precedido por la letra T.
11. Disposiciones especiales para las cisternas portátiles: se especifican condiciones especiales tales como grado de llenado, temperatura media, temperatura máxima de la carga entre otras a través de un código precedido por las letras TP.

### **Equipo de carretera**

Las guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos se mencionan que el Ministerio de Transporte a través del artículo 30 del Código Nacional de Tránsito Terrestre (CNTT) “equipos de prevención y seguridad” establece que ningún vehículo podrá transitar por las vías del territorio nacional sin portar el siguiente equipo de carretera como mínimo:

- ✓ Un gato con capacidad para elevar el vehículo con la carga que transporta.
- ✓ Una cruceta.
- ✓ Dos señales de carretera en forma de triángulo en material refractivo y provisto de soportes para ser colocadas en forma vertical, o lámparas de señal de luz amarilla intermitentes o de destello.
- ✓ Un botiquín de primeros auxilios: aunque el código de transporte no fija el contenido de este, se recomienda que contenga antisépticos, que son sustancias cuyo objetivo es la prevención de la infección evitando el crecimiento de los gérmenes que comúnmente están presente en toda

lesión. Entre estos se encuentra el agua oxigenada. Material de curación que se utiliza para controlar hemorragias, limpiar, cubrir heridas o quemaduras y prevenir la contaminación e infección, tales como gasas estériles, compresas de agua, vendas de gasa, vendas elásticas (para torceduras y esguinces), vendas adhesivas de diversos tamaños resistentes al agua, esparadrapo y algodón. Instrumental tales como tijeras, guantes estériles desechables y termómetro.

- ✓ El decreto 1609 (2002) exige mínimo dos extintores cuando se transportan sustancias químicas y residuos peligrosos.
- ✓ Dos tacos para bloquear el vehículo.
- ✓ Caja de herramienta básica que como mínimo deberá contener: alicate, destornilladores, llave de expansión y llaves fijas.
- ✓ Llanta de repuesto.
- ✓ Linterna.
- ✓ Equipo de carretera

### **Equipos básicos para atención a emergencias**

Adicionalmente al equipo de carretera los vehículos que transporten residuos peligrosos deben contar con elementos básicos para la atención a emergencias, así como las dotaciones especiales que se especifiquen en cada una de las hojas de seguridad de las sustancias transportadas, estos elementos son:

Extintor de incendios: deben ser mínimo dos extintores multipropósito de acuerdo con el residuo peligroso transportado, uno debe ubicarse en la cabina y los demás cerca de la carga, pero donde se pueda acceder fácilmente a ellos. Deben ser inspeccionados regularmente y se les debe efectuar el mantenimiento adecuado. Todo

el personal vinculado al transporte de los residuos peligrosos debe ser entrenado en la operación de extintores en caso de emergencia.

Equipo de protección personal para atención a emergencias: aunque se deben tomar las medidas de prevención necesarias en el transporte de residuos peligrosos puede existir alguna situación de emergencia y por ello el personal debe estar capacitado para realizar las primeras acciones de control de la emergencia. El equipo de protección personal se selecciona a partir de la sustancia transportada, se utiliza para evitar el posible contacto o inhalación de las sustancias peligrosas.

Equipo para recolección y limpieza de derrames: las guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas y residuos peligrosos mencionan que de acuerdo con la cantidad y tipo de sustancia del residuo transportado se deben seleccionar los elementos para la recolección y limpieza de derrames. Estos elementos son:

- ✓ Un rollo de cinta amarilla y negra para aislar la zona y demarcar peligro.
- ✓ Paños absorbentes seleccionados de acuerdo con las características de la sustancia. Son idóneos para responder ante situaciones provocadas por derrames de líquidos. Tienen una buena capacidad de absorción y un manejo fácil y cómodo.
- ✓ Cordones o barreras absorbentes seleccionados de acuerdo con las características de la sustancia a confinar.
- ✓ Una pala de plástico antichispas.
- ✓ Bolsas de polietileno de alta densidad, para depositar temporalmente los desechos de los derrames.
- ✓ Masillas epoxy para reparar fisuras.

## Requisitos técnicos

Adicional a las señalizaciones y equipos para emergencias, es necesario que el vehículo que transporta residuos peligrosos cuente con perfecto funcionamiento de frenos, del sistema de dirección, del sistema de suspensión, del sistema de señales visuales y audibles permitidas y del sistema de escape de gases; además demostrar un estado adecuado de llantas, del conjunto de vidrios de seguridad y espejos según lo establecido en el CNTT y el cumplimiento de la norma de emisión de gases.

De igual manera, se debe contar con los siguientes requisitos técnicos:

- ✓ Tener el sistema eléctrico con dispositivos que minimicen los riesgos de chispas o explosiones.
- ✓ Contar con un dispositivo sonoro o pito que se active en el momento en el cual el vehículo se encuentre en movimiento de reversa.
- ✓ Poseer dispositivo de cargue y descargue en el caso de transportar sustancias químicas peligrosas en cilindros.
- ✓ No circular con más de un remolque o semirremolque.
- ✓ Cuando se transporten sustancias químicas peligrosas de Clase 2. Gases, deben cumplir con los requisitos del vehículo establecido en la resolución 074 (1996), la resolución 80505 (1997) y demás disposiciones que sobre el tema se dispongan.



## **4.2. Operación de transporte**

Las condiciones técnicas de los vehículos se pueden cumplir a cabalidad; sin embargo, para disminuir accidentes y efectos negativos hacia el medio ambiente y la población cercana es de vital importancia verificar procedimientos para cada una de las actividades que abarca la operación de transporte. Para ello se debe hacer revisión de los siguientes ítems:

### **Manejo de carga**

Se debe hacer control del manejo de la carga y por ello se deben contar con documentos para todo el personal que incluyan lo que se indica a continuación:

- a) Instrucciones para realizar una operación segura y correcta de todos los equipos incluyendo equipo de protección personal.
- b) Hojas de seguridad para todas las sustancias manejadas.
- c) Instrucciones y procedimientos sobre higiene, seguridad y medio ambiente.
- d) Instrucciones y procedimientos sobre emergencias.

Adicionalmente a la documentación, se deben cumplir con el principio de no mezclar sustancias peligrosas con alimentos y mantener la clasificación, etiquetado, embalaje y envase de las sustancias peligrosas.

### **Carga y descarga**

Todos los puntos de carga y descarga deben contar con condiciones de accesibilidad, maniobrabilidad y seguridad, así como buena ventilación y control de temperatura. La actividad de carga debe ser realizada por personal capacitado,

entrenado y con experiencia, antes de iniciar se deben leer y entender las hojas de seguridad.

Las guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos dentro de las operaciones de carga y descarga se recomiendan también:

- ✓ Operaciones de carga y descarga
- ✓ Utilizar protección personal durante estas labores.
- ✓ Limpiar los vehículos en caso de que se produzcan fugas.
- ✓ Limpiar las unidades de transporte para sustancias químicas a granel antes de cargar otra sustancia diferente.
- ✓ Apagar los motores de los vehículos durante la carga o la descarga, excepto para hacer funcionar el equipo de manipulación, por ejemplo, bombas.
- ✓ Disponer de elementos para contención de derrames y atención de emergencias.
- ✓ Tener vigilada la zona mientras dura la operación.
- ✓ Ante cualquier anomalía detener la operación y no continuar hasta realizar la corrección oportuna.

Así mismo, se recomienda establecer una planificación del transporte donde se incluya:

- ✓ Hora de salida del origen.
- ✓ Hora de llegada al destino.
- ✓ Ruta seleccionada.

- ✓ Listado de los teléfonos para notificación en caso de una emergencia: de la empresa, del fabricante o dueño de la sustancia peligrosa, destinatarios y comités regionales y locales para atención de emergencias, localizados en la ruta a seguir.
- ✓ Lista de puestos de control de la empresa a lo largo de la ruta.

### **Documentación**

Para llevar seguimiento y control de los procesos que se realizan a través del transporte de residuos peligrosos es indispensable contar con los siguientes documentos.

#### **a) Manifiesto de carga**

Es el documento que se estableció mediante el decreto 173 (2001), amparando el transporte de sustancias peligrosas ante las distintas autoridades. Es elaborado y expedido por la empresa transportadora y tiene la siguiente información:

- ✓ Datos de la empresa que expide el documento.
- ✓ Información del vehículo que transporta la sustancia peligrosa.
- ✓ Datos relacionados con el propietario o tenedor del vehículo.
- ✓ Datos relacionados con el conductor del vehículo.
- ✓ Información de la sustancia peligrosa transportada.
- ✓ Datos del remitente y destinatario.
- ✓ Información referente al flete.
- ✓ Datos de los seguros de transporte.

## b) Remesas y registros

Las remesas son los documentos establecidos de acuerdo con el código de comercio en su artículo 1010, allí se fijan las especificaciones del contrato de transporte y las condiciones del mismo, las remesas deben ser expedidas mínimo con dos ejemplares debido a que el transportador debe firmar y entregar un ejemplar al destinatario.

Los registros son documentos estatales que permiten el transporte de residuos peligrosos, actualmente se requieren dos:

### **Registro nacional de transporte de carga**

Tarjeta expedida cuando el propietario registra el vehículo ante el Ministerio de Transporte.

### **Registro nacional para el transporte de mercancías peligrosas**

Documento expedido por el estado donde autoriza a un vehículo a transportar sustancias peligrosas.

De acuerdo con el tipo de residuo que se quiere transportar en algunas ocasiones se necesitan pólizas vigentes de seguro de responsabilidad civil extracontractual, de acuerdo con lo establecido en el artículo 39 del decreto 1521 (1998), que cubra muerte o lesiones a una persona, daños a bienes de terceros y muerte o lesiones a dos o más personas, por ejemplo, en el transporte de líquidos inflamables, clase 3 y transporte de gases, clase 2.

### c) Tarjeta de emergencia

Es el documento que contiene la información de la sustancia y recomendaciones para el control, es de carácter obligatorio contar con ella en el momento del transporte. El diseño de la tarjeta de emergencia está hecho para todo tipo de audiencia, desde los transportadores, profesionales de la salud hasta los grupos de apoyo de la comunidad.

De acuerdo con la NTC 4532, todas las tarjetas de emergencia deben tener el mismo orden, a saber:

Identificación producto: nombre de la sustancia peligrosa, número UN, teléfono de fabricante, número de organismos de atención a emergencias.

Identificación producto: Efectos adversos a la salud y al medio ambiente, síntomas por contacto entre otros.

Controles de exposición: alternativas de ingeniería para disminuir riesgos químicos y físicos, así como elementos de protección personal que se deben usar en la manipulación del residuo.

Estabilidad y reactividad: describe las condiciones que pueden resultar en reacciones químicas potencialmente peligrosas.

Medidas de primeros auxilios: instrucciones y protocolos para la atención de las personas con salud comprometida a causa de los residuos transportados.

Medidas para extinción de incendios: describe si hay propiedades explosivas en el residuo y las medidas para extinguir el fuego.

Medidas en caso de vertido accidental: protocolos para el control de derrames, goteos y fugas.

#### d) Plan de transporte

En este documento se debe consignar la hora de salida y llegada, la ruta seleccionada y los teléfonos en caso de emergencia.

## **5. Almacenamiento temporal**

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y el consejo colombiano de seguridad (CCS), (s.f.), en la guía ambiental de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos, describe que, durante el almacenamiento de sustancias químicas y residuos peligrosos es necesario tomar medidas de prevención y control para evitar daños a la salud de los trabajadores e impactos negativos al ambiente. En el caso particular de los residuos peligrosos, su tiempo de almacenamiento debería corresponder al mínimo posible, solo como un paso previo a su tratamiento y disposición final responsable.

### **5.1. Responsabilidades del prestador del servicio de almacenamiento**

Dentro de las responsabilidades del prestador del servicio de almacenamiento es guardar debidamente y de manera temporal los residuos peligrosos vigilando que se encuentren debidamente etiquetados y que corresponda a lo que se tiene almacenado, de otra parte es importante resaltar algunas de las funciones más importantes que tiene este prestador de servicio y son:

1. Asegurarse de que todas las sustancias peligrosas almacenadas estén debidamente etiquetadas, se recomienda utilizar el sistema globalmente armonizado y la identificación dispuesta por las Naciones Unidas dadas por la Norma Técnica Colombiana (NTC) 1692.
2. Verificar que las hojas de seguridad han sido proporcionadas de acuerdo con las normas correspondientes.
3. Mantener un registro de las sustancias o residuos que tiene almacenado.
4. Asegurarse que los trabajadores no estén expuestos a sustancias o residuos peligrosos.
5. Informar a los trabajadores sobre los peligros y riesgos asociados.
6. Utilizar hojas de seguridad.
7. Mantener capacitados a los trabajadores.
8. Conocer y cumplir todas las leyes.
9. Mantener los equipos y los elementos de protección personal.

## **5.2. Actores involucrados en el almacenamiento**

Durante el almacenamiento de estos elementos, es necesario tomar las medidas de prevención respectivas con el fin de evitar daños a la salud de estos actores al igual que al medio ambiente. Dentro de los actores, involucrados en el proceso de almacenamiento se pueden describir dos partes que son:

Administrador de la bodega de almacenamiento: encargado del control y seguimiento del almacenamiento, es quien asigna labores, diseña y mantiene los planes de almacenamiento y hace un proceso de vigilancia.

Operarios del sitio de almacenamiento: recibir los residuos conforme a las capacitaciones recibidas, entender el manejo de las etiquetas de los residuos, conocer la ubicación de las hojas de seguridad, entre otras. (MAVDT y CCS, (s.f.)).

### **5.3. Condiciones del sitio de almacenamiento**

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y el consejo colombiano de seguridad (CCS), (s.f.), en la guía ambiental de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos, un factor importante para disminuir los impactos ambientales en un sitio de almacenamiento es contar con un lugar adecuado que reúna todas las condiciones necesarias para esta actividad. Para los nuevos sitios destinados al almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos se recomienda que dentro de la planeación se contemplen los requisitos aquí descritos y para aquellas que ya están en funcionamiento lo aconsejable es realizar todas las medidas posibles para alcanzar estos requerimientos.

Dentro de las variables que deben ser consideradas se relacionan las siguientes:

- ✓ Ubicación: alejado de las fuentes de agua y de centros poblados que facilite el ingreso de los vehículos de transporte.
- ✓ Diseño: debe permitir la separación de los residuos de acuerdo con sus características, se sugiere que tenga muros cortafuegos o áreas separadas, dentro del diseño se puede establecer algunas características fundamentales:
- ✓ Muros o separación de áreas: separación de las áreas de almacenaje según los tipos de residuos y del área administrativa.



- ✓ Puertas: definir las puertas dependiendo del área, si es posible establecer puerta de emergencia, el tamaño de las puertas debe permitir el acceso de facilidad y debe permanecer libre de toda obstrucción.
- ✓ Piso: debe ser impermeable, liso, sin ser resbaloso y libre de grietas.
- ✓ Drenaje: debe tener drenajes internos, si es para almacenamiento de residuos peligrosos el drenaje no debe ser conectado al alcantarillado sin pasar por un proceso de depuración.
- ✓ Techos: con un diseño que no permita el ingreso de agua lluvia, pero que permita la salida del humo y el calor en caso de incendio.
- ✓ Ventilación: tener una óptima ventilación natural o artificial.
- ✓ Equipos eléctricos e iluminación: en lo posible usar iluminación artificial, en caso de que sea necesario usar elementos de iluminación para escoger estos elementos es necesario que atiendan los requisitos del código eléctrico colombiano (CEC).
- ✓ Protección contra relámpagos: si almacena materiales inflamables debe tener protección contra relámpagos.
- ✓ Señalización: todos los elementos de señalización necesarios para identificar los residuos como los colores, etiquetas, rótulos.
- ✓ Sistemas de control de incendios: poner todos los elementos necesarios para prevención y control de incendios.

### **Almacenamiento de sustancias 2 químicas y residuos peligrosos**

Para ampliar la información sobre los elementos a considerar para el diseño de los almacenamientos, consultar la guía “Almacenamiento de sustancias químicas y residuos peligrosos”, que se encuentra en el material complementario. [Ir a página](#)

## **6. Aprovechamiento de residuos sólidos no peligrosos**

De acuerdo con la Guía Técnica Colombiana (GTC) 24, el aprovechamiento en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y económicos.

### **6.1. Aprovechamiento de residuos plásticos**

De acuerdo con la Guía Técnica Colombiana (GTC) 53-2 (2004), el aprovechamiento de los residuos plásticos debe considerar viabilidad económica, técnica, legal y ambiental y se aclara que ningún plástico que haya tenido contacto con residuos peligrosos puede ser recuperado para ser utilizado en productos alimenticios. Para el aprovechamiento de los residuos plásticos existen varios tipos generales de reciclaje para aprovechar el plástico que son:

#### **Reciclaje mecánico**

Cuando se hace la recuperación de los residuos generados por la fabricación de algún producto (por ejemplo la rebaba del soplado del plástico y las virutas por taladrar), se habla de reciclaje post industrial o primario, si en cambio el aprovechamiento se hace sobre un residuo de un producto ya consumido se habla de reciclaje secundario de post consumo, en este caso los plásticos principalmente se peletizan para ser reincorporados al ciclo productivo con material virgen, los usos dependen del material plástico por ejemplo con el Poli Etilen Tereftalato (PET), se

pueden hacer escobas, cepillos o materiales de relleno para chaquetas, con el Polietileno de Alta Densidad (PEAD) se fabrican estibas, bolsas o contenedores, con el Cloruro de Polivinilo (PVC) se realizan tuberías, revestimientos de piso o techos, con el Polietileno de Baja Densidad (PEBD) se realizan mangueras y envases para productos no alimenticios, con el Polipropileno (PP) se hacen cajas de recolección de piezas, láminas divisorias y separadores, con el Poliestireno (PS) se hacen elementos decorativos, ganchos de ropa, rejillas y con otros plásticos se pueden hacer autopartes, adoquines, carcasas, entre otros.

### **Reciclaje químico**

Es un proceso terciario y se lleva a cabo mediante varias fases donde las moléculas de los plásticos son craqueadas (rotas) convirtiéndose nuevamente en materias primas básicas permitiendo ser utilizadas en la petroquímica o en la fabricación de otros plásticos, entre los procesos de reciclaje químico se encuentra la pirólisis donde se craquea las moléculas por calentamiento en ausencia de oxígeno generando hidrocarburos líquidos o sólidos, la hidrogenación donde se convierten los plásticos en un petróleo sintético gracias al exceso de hidrógeno y calor, la gasificación donde los plásticos se calientan con aire para obtener monóxido de carbono o hidrógeno que se utilizan posteriormente para producir metanol o amoníaco, la quimiólisis donde se aplica a los poliésteres altas cantidades de solventes para transformar los plásticos en sus monómeros, la metanólisis donde se aplica metanol al PET para reducirlo o técnicas bioquímicas donde se despolimerizan las macromoléculas principalmente de los biopolímeros.

## **Incineración con recuperación de energía**

Se conoce como reciclaje cuaternario, a pesar de que muchos plásticos pueden reciclarse a veces los tamaños que tienen no permiten su procesamiento mecánico, por ello aprovechando el poder calorífico que tienen los plásticos se utilizan en procesos de combustión donde se mezclan con materiales húmedos para degradarlos térmicamente.

### **6.2. Aprovechamiento de residuos de envases de vidrio**

De acuerdo con la GTC 53-3 (1998), para la optimización de envases de vidrio, se debe tener especial cuidado en que este no contenga material orgánico como papel, madera, cartón, tampoco debe tener materiales inorgánicos tales como la cerámica, porcelana, piedra, escombros, ni se acepta tampoco materiales ferrosos como tapas, tuercas o tornillos ni no ferrosos como aluminio, estaño o plomo, el vidrio debe estar totalmente libre de cualquiera de estos materiales en la etapa de aprovechamiento.

Esta etapa se da cuando el vidrio se mezcla con materia prima virgen para ser fundido y producir nuevos envases, antes de ser mezclado debe haber sido triturado de forma manual donde se golpean los envases con una varilla (teniendo las medidas adecuadas de seguridad) o con una trituradora de impacto que es una máquina que tritura el vidrio hasta obtener una granulometría de 2,22 cm aproximadamente.

### **6.3. Aprovechamiento de residuos de papel y cartón**

La GTC 53-4 establece el aprovechamiento de residuos de papel y cartón como la incorporación de materiales usados a los procesos de pulpeo para mezclarlos con materia prima virgen y volver a producir productos de alta calidad.

Para poder garantizar la calidad de las fibras el papel y el cartón deben estar libres de cuerpos extraños entre los que se encuentran trapos, cauchos, cuerdas, cabuyas, vidrios, alambres, icopor, piedras, arena, tierra, barro, madera, colillas de cigarrillo entre otros.

Así mismo, no se pueden realizar los procesos de repulpeo a papeles químicos tales como los de seguridad (etiquetas de cerveza cheques), moneda (billetes), carbón (autocopiantes), celofán, fotografía, adhesivos y barnizados.

#### **6.4. Aprovechamiento de residuos metálicos**

Para lograr un mejor aprovechamiento de los residuos metálicos se debe hacer una correcta separación entre los que son ferrosos y los que son no ferrosos de acuerdo con la GTC 53-5 (1999).

En la guía se menciona que la incineración no es una disposición aplicable a los residuos metálicos ya que ocasionan altos impactos ambientales, de allí nace la necesidad de aprovecharlos mediante diferentes estrategias. Inicialmente, se busca que los residuos metálicos sean aprovechados mediante el mecanizado por arranque de viruta en caso de ser factible técnicamente, cambiar la forma del metal para darle otro uso con el fin de evitar el consumo energético en la transformación térmica de la forma.

De no ser posible el aprovechamiento mecánico se procede a realizar el aprovechamiento térmico, el cual a partir de la ausencia de oxígeno eleva la temperatura en hornos siderúrgicos principalmente hasta que cambien de estado los metales que previamente fueron separados, una vez cambia de estado se agrega el metal líquido en un nuevo molde para obtener otro producto útil.

## **6.5. Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos**

La mayor cantidad de residuos sólidos que se generan a nivel municipal son orgánicos por lo que esto representa una problemática por resolver, de acuerdo con la GTC 53-7 (2006), existen diferentes estrategias para hacer aprovechamiento pero que se pueden agrupar en 3 grandes métodos.

### **Métodos biológicos**

Son todos los métodos de aprovechamiento que utilizan seres vivos para hacer una degradación de la materia orgánica en productos de valor agregado como son:

#### **Lombricultura**

Es el proceso mediante el cual se hace crianza intensiva en cautiverio de lombrices de tierra principalmente de la especie Roja Californiana (*Eisenia foetida*) y *Rubellus*, la finalidad es que las lombrices consuman los residuos sólidos urbanos como alimento para que a través de los procesos digestivos excreten un compuesto denominado vermiabono rico en nutrientes para toda clase de cultivos.

Esta técnica es muy utilizada en la degradación de residuos sólidos orgánicos ya que no solo soluciona la problemática asociada a dichos residuos, sino que se obtiene el vermiabono como producto, adicional a los ingresos que se obtienen por la venta de la lombriz roja californiana ya que es apta para el consumo humano, o el uso de las mismas para alimentación de animales, fabricación de harina y otros productos alimenticios.

Para realizar correctamente la lombricultura se deben tener en cuenta las siguientes etapas:

**Acondicionamiento:** se ubican los residuos sólidos orgánicos en un terreno con buen drenaje, procurando voltearlos periódicamente hasta que se estabilicen, luego se introducen los residuos a un contenedor donde se incorporan las lombrices.

**Riego y adición de residuos:** la humedad es un factor clave para la reproducción y crecimiento de las lombrices por lo que se debe regar con agua dos veces por semana, así como añadir residuos nuevos para que estas puedan alimentarse.

**Periodo de humificación:** el vermiabono se puede obtener en un periodo de 6 meses; sin embargo, desde el tercer mes se puede utilizar el subproducto generado en diferentes cultivos menores.

**Cosecha de lombrices y abono:** las lombrices duplican su población en promedio cada tres meses por lo que se deben ir retirando para evitar la sobrepoblación y disminución de alimento, así como se debe ir retirando el vermiabono para permitir la movilización de las lombrices.

### Compostaje

De acuerdo con la GTC 53-7 (2006) el compostaje es un proceso biológico controlado que permite la degradación y estabilización de la materia orgánica por la acción de microorganismos y por medio del cual se obtiene abono. El proceso de compostaje se puede desarrollar de forma aeróbica, anaeróbica o ambos, en cualquiera de los casos se degrada una matriz sólida compuesta principalmente por residuos sólidos orgánicos y en todos existe el auto calentamiento.

Como resultado del proceso de compostaje se genera un producto llamado compost que se puede utilizar en zonas urbanas como parques, en cultivos agrícolas o incluso en recuperación forestal de espacios intervenidos, el compost aumenta la capa vegetal y la capacidad del suelo de retener nutrientes al tiempo que mejora la textura del terreno y retiene el agua en época de lluvias.

El proceso de compostaje se realiza mediante las siguientes etapas:

### **1. Acondicionamiento materias primas**

Se limpian los residuos sólidos orgánicos de los contaminantes como vidrios, metales y otros que puedan inhibir el crecimiento de microorganismos, cuando se mezclan los residuos se debe verificar que la relación carbono - nitrógeno esté entre 25-30. Luego se adecua el tamaño de los residuos para que tenga una mayor superficie de contacto con los microorganismos, se debe tener cuidado que el tamaño de la partícula no sea tan fino, la humedad debe corregirse entre 40 y 60% finalmente se airea.

### **2. Descomposición**

La pila de residuos sólidos se va auto calentando por la multiplicación microbiana hasta alcanzar la temperatura máxima, posterior a esto se va enfriando y luego madurando. En el proceso inicial se descomponen los azúcares y almidones.

### **3. Enfriamiento**

En este punto el material ya no atrae ni moscas ni gusanos, tampoco se generan malos olores, en este punto el proceso de degradación es llevado a cabo principalmente por hongos.



#### **4. Maduración**

Al disminuir la materia orgánica porque es consumida por los microorganismos para su reproducción, el alimento escasea y la especie empieza a morir progresivamente, para mantener la supervivencia empiezan a descomponer materiales más complejos.

#### **5. Acabado**

Se tamiza el compost para mejorar la uniformidad y apariencia, se almacena y se comercializa.

### **Digestión anaeróbica**

Al igual que otras estrategias de aprovechamiento, en este caso los residuos sólidos orgánicos se descomponen por la acción microbiana, la diferencia radica en que para la digestión anaeróbica el proceso se realiza en ausencia de oxígeno y de luz, como resultado se obtiene biogás.

Para este proceso es importante que los residuos sólidos orgánicos estén protegidos del agua, de acuerdo también a las características de la materia prima que se trate el biogás obtenido tendrá diferente composición, sin embargo, el principal componente será el metano que se encontrará en una concentración entre el 50 y el 70 %.

La digestión anaerobia se realiza en tres fases que son las siguientes:

Hidrolítica: es la fase inicial, los microorganismos descomponen los carbohidratos, lípidos y proteínas convirtiéndolo en azúcares.

Ácida: se forman formiatos, acetatos y propionatos, también se puede formar etanol, hidrógeno y gas carbónico, el pH en esta fase tiende a bajar a valores menores de 5.

Metanogénica: las bacterias anaerobias actúan sobre el substrato de la fase anterior formando metano y gas carbónico.

### **Procesos termoquímicos**

En este tipo de procesos se mezclan dos principios los cuales son la descomposición de la materia orgánica en moléculas más pequeñas y el uso del calor para lograr dicha descomposición, entre los procesos más relevantes se encuentran:

#### **Combustión para la generación de energía**

En este proceso se queman los residuos sólidos orgánicos en una caldera para producir vapor a alta presión, que posteriormente se utiliza para generar electricidad. Hay dos sistemas para hacer la quema de residuos que son:

- ✓ De parrilla, donde los residuos se queman sobre una rejilla, tienen movimiento y permite la remoción de ceniza.
- ✓ Sistema de lecho fluidizado, donde los residuos arden en un lecho de arena u otro mineral agitado fuerte por el aire de combustión, en este sistema los residuos son alimentados a tasas controladas para mantener una temperatura entre 800 y 900 °C.

En algunas ocasiones los residuos también se pueden quemar en conjunto con combustibles fósiles de plantas existentes para reducir las emisiones de contaminantes al aire.

### **Gasificación**

En este proceso se convierten los residuos sólidos orgánicos en combustibles gaseosos por la oxidación parcial a temperaturas que llegan a 1000 °C en presencia de pequeñas cantidades de aire.

El gas que se obtiene de este proceso se conoce como gas pobre debido a que el poder calorífico es bajo, en un rango de 1100 a 1300 kcal/m<sup>3</sup>. Cuando el biogás se obtiene a partir de este proceso se debe limpiar antes de utilizar en cualquier motor, turbina o caldera debido a que puede arrastrar partículas de los residuos del que se generó.

### **Licuefacción**

Es el proceso mediante el cual a partir de residuos sólidos orgánicos se producen combustibles líquidos. Se puede hacer mediante dos métodos:

Licuefacción indirecta: es cuando se produce metanol o hidrocarburos, es una fase sucesiva a la gasificación, cuando se realiza este proceso se obtiene un material con un poder calorífico de 500 kcal/kg que se utiliza en la industria automotriz.

Licuefacción directa: a través de esta técnica se pueden obtener líquidos orgánicos oxigenados como aceites pesados, cuando se realiza este método el poder calorífico del producto oscila entre 7000 y 8000 kcal/kg.

## **Pirolisis**

En este proceso térmico se realiza una combustión incompleta de los residuos orgánicos en ausencia de oxígeno, la temperatura de este proceso está alrededor de los 500 °C el producto que se obtiene es un carbón vegetal y como subproducto se genera también un gas pobre de óxidos de carbono, hidrógeno e hidrocarburos ligeros.

Las instalaciones donde se realiza la pirolisis se conoce como gasógenos, en estas empresas normalmente el carbón se comercializa mientras que el gas de débil poder calorífico se emplea nuevamente en las etapas de precalentamiento de los residuos.

## **Procesos fisicoquímicos**

Finalmente, cuando se habla de aprovechamiento fisicoquímico a los residuos sólidos se combinan técnicas de cambios en presión o temperatura con adición de productos químicos e incluso en algunos casos de enzimas específicas para la obtención de un producto. Dentro de las principales formas de aprovechamiento de residuos orgánicos a partir de procesos fisicoquímicos se encuentra:

### **Fermentación**

Es la obtención de etanol a partir de azúcares, almidón y celulosa por la acción de fermentos que reaccionan en presencia del aire, para lograr una cantidad óptima de alcohol se deben utilizar residuos orgánicos azucarados tales como residuos de caña de azúcar o remolacha, estos debido a su naturaleza pueden ser utilizados directamente para el proceso de fermentación.

Cuando se tienen residuos amiláceos como por ejemplo los cereales se reciben y se les remueven las impurezas que puedan tener, luego pasan a una trituración para disminuir el tamaño de partícula, entran a un proceso conocido como hidrólisis enzimática donde se realiza la fermentación, cuando se obtiene la cantidad de alcohol óptima este se destila para obtener concentraciones mayores que pueden ser utilizados a nivel industrial.

En caso de tener residuos lignocelulósicos tales como la madera o la paja después de la trituración la hidrólisis se debe hacer en medio ácido para favorecer la descomposición de las moléculas más grandes. Independiente del tipo de residuo que se utilice, el etanol producido se puede utilizar para mezclarse con gasolina sin que se exceda en un 10 % la mezcla.

## **7. Aprovechamiento de residuos sólidos peligrosos**

De acuerdo con el informe nacional de generación y manejo de residuos o desechos peligrosos Colombia 2014-2015 del Instituto De hidrología, meteorología y estudios Ambientales (IDEAM, 2016), el aprovechamiento de los residuos peligrosos se entiende como toda actividad orientada a recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen el residuo.

Siguiendo las recomendaciones dadas por el área metropolitana del Valle de Aburrá (2011), en la guía para gestión de residuos peligrosos manifiestan que para seleccionar el tipo de aprovechamiento adecuado se debe realizar un estudio previo a cada residuo teniendo en cuenta características químicas como la familia, el estado de la materia, la cantidad, la frecuencia de generación, el transporte del material, el valor del servicio entre otros aspectos, de este modo se puede tomar la decisión si el residuo

es susceptible de aprovechamiento o si definitivamente ya no tiene uso y ha llegado al fin de su ciclo de vida, momento en el cual deberá gestionarse hasta la disposición final.

Existen diferentes técnicas de aprovechamiento para los residuos peligrosos y se clasifican de acuerdo con el principio de desactivación de la peligrosidad así:

### **Tratamientos físicos**

Consisten principalmente en la eliminación del contenido de agua del residuo sólido peligroso con el fin de que esta no se filtre al suelo, entre las diferentes técnicas que se utilizan para este tipo de tratamiento se encuentran:

**Sedimentación:** se asientan los sólidos por acción de la gravedad para separarlos del líquido.

**Centrifugación:** utiliza el movimiento circular para generar fuerza centrífuga que permite la remoción del agua.

**Autoclave:** esta técnica además de la evaporación del agua mediante calor y presión esteriliza los residuos minimizando su riesgo biológico.

**Absorción:** es la adhesión de sustancias contaminantes gaseosas sobre superficies líquidas para que se disuelva.

### **Tratamientos químicos**

El principio de este tipo de tratamiento es la adición de un componente químico para la eliminación de la característica de peligrosidad del residuo, entre las técnicas principales se encuentran:

- ✓ Adición de un componente químico
- ✓ Oxidación y reducción química: adición de componentes ricos en oxígeno para la transformación de componentes peligrosos.
- ✓ Neutralización: adición de sustancias ácidas o básicas de acuerdo con las características de peligrosidad para la neutralización del pH.
- ✓ Precipitación: uso de componentes químicos para la solidificación y posterior sedimentación de componentes peligrosos.
- ✓ Decloración: eliminación química del cloro en los residuos.
- ✓ Hidrólisis: ruptura de componentes peligrosos en soluciones acuosas basándose en la adición de agua.
- ✓ Electrólisis: ruptura de componentes peligrosos a partir de descargas eléctricas.

### **Tratamientos fisicoquímicos**

Este tipo de métodos emplea tanto sustancias químicas como procesos físicos para poder eliminar las características de peligrosidad en los residuos, entre algunos métodos se encuentran:

- ✓ Extracción de solventes: por el principio de polaridad algunas sustancias que tienen características de peligrosidad se pueden migrar a fases acuosas o grasosas para ser separadas posteriormente por decantación.
- ✓ Floculación y coagulación: se agregan sustancias químicas con el fin de eliminar las cargas electrostáticas que tienen algunos componentes peligrosos, de este modo se forman flocs que luego de una sedimentación se retiran de las fases acuosas.

- ✓ Stripping: a través de corrientes de gas se separan componentes de peligrosidad con características volátiles.
- ✓ Lixiviación: se permite la separación de componentes líquidos solubles en su parte sólida.
- ✓ Ozonólisis: fraccionamiento de moléculas peligrosas mediante el uso de ozono.

### **Tratamientos biológicos**

En este tipo de tratamiento se utilizan diferentes microorganismos, hongos, plantas y otros seres vivos en función de la reducción de peligrosidad de los residuos para su posterior uso, algunas de las técnicas más comunes son:

- ✓ Lodos activados: se realiza la biodegradación de especies orgánicas con lodo bioactivado en fase acuosa.
- ✓ Biológico giratorio: un filtro rico en material bacteriano se pone en contacto con los residuos para eliminar las especies químicas orgánicas acuosas.
- ✓ Lagunas aireadas: en este tratamiento se eliminan los componentes químicos peligrosos por oxidación en las cavidades profundas de la laguna.
- ✓ Digestión anaerobia: degradación de componentes a través de acción de microorganismos en ausencia de oxígeno.
- ✓ Biorremediación: eliminación de componentes peligrosos a través de mezclas de microorganismos y enzimas.



- ✓ Landfarming: los materiales contaminados son esparcidos en una superficie o en el suelo y a través de métodos biológicos se eliminan los contaminantes peligrosos de los residuos.
- ✓ Fitorremediación: a través de algunas especies vegetales se extraen contaminantes inorgánicos de los suelos para acumularlos en el tejido vegetal.

### **Técnicas de solidificación y encapsulamiento**

Con este tipo de técnicas se busca acumular de forma inorgánica los componentes de peligrosidad de los residuos, entre las técnicas más utilizadas se encuentran:

**Solidificación:** a partir de los residuos tratados se forma una masa monolítica incrementando su dureza y disminuyendo la compresibilidad y permeabilidad.

**Estabilización:** a través de esta técnica se busca reducir el área superficial de los RESPEL para reducir la transferencia de masa y la solubilidad de los contaminantes.

**Fijación inorgánica:** los residuos sólidos peligrosos se mezclan con materiales como el cemento o la cal.

**Encapsulamiento:** los residuos sólidos peligrosos se insertan en capas de asfalto, polietileno, o vidrio.

### **Técnicas térmicas**

Las técnicas térmicas buscan la desintegración de los componentes peligrosos de los residuos sólidos a partir del incremento de temperatura, las más utilizadas en la industria son:

Incineración: combustión con oxígeno donde se oxidan los componentes peligrosos del residuo sólido.

Co-procesamiento en horno cementero: se utiliza la misma unidad de producción de clinker para la combustión de residuos.

Pirolisis: descomposición térmica en ausencia de oxígeno.

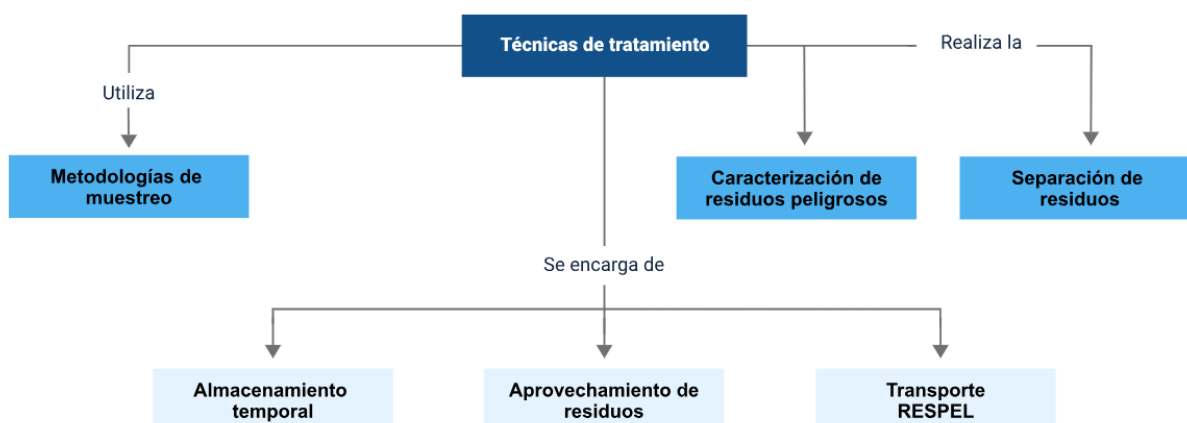
Gasificación: combustión incompleta en ausencia de oxígeno.

Arco de plasma: volatilización y combustión del residuo por el contacto con gas energizado.

Oxidación en sal fundida: oxidación sin llama a temperaturas entre 1500 y 2000 °C donde los residuos están en contacto con sales alcalinas fundidas.

## Síntesis

Las técnicas de tratamiento de residuos tienen un propósito fundamental que es recuperar sustancias y materiales, al igual que facilitar su reutilización en el tratamiento final.



## Material complementario

Tema	Referencia	Tipo de material	Enlace del recurso
1. Metodologías de muestreo y separación de residuos	Decreto 4741, Presidencia de la República de Colombia, Bogotá, Colombia. 30 de diciembre 2005.	Normatividad	<a href="https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18718">https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18718</a>
2. Caracterización y cuantificación de residuos peligrosos	Resolución 0062, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Bogotá. Colombia. 2007.	Normatividad	<a href="http://www.ideam.gov.co/documents/51310/56882/Parte_1_Resolucion_0062_de_2007.pdf/6cd3555a-2bfc-403a-83ae-5f4fde24e5dc">http://www.ideam.gov.co/documents/51310/56882/Parte_1_Resolucion_0062_de_2007.pdf/6cd3555a-2bfc-403a-83ae-5f4fde24e5dc</a>
1. Almacenamiento temporal	Senado Colombia. (4 de junio de 2017). Alerta sanitaria y ambiental en rellenos sanitarios del país. [Video]. YouTube.	Video	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=k8BouGzKtqA">https://www.youtube.com/watch?v=k8BouGzKtqA</a>
1. Almacenamiento temporal	Sonsón Televisión oficial. (24 de abril de 2018). Inadecuada disposición de residuos sólidos. [Video]. YouTube.	Video	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=P9nY_4VlusE">https://www.youtube.com/watch?v=P9nY_4VlusE</a>

## Glosario

**Documentos de transporte:** son aquellos documentos de porte obligatorio, requeridos como requisitos para el transporte de mercancías peligrosas y que pueden ser solicitados en cualquier momento y lugar por la autoridad competente.

**Embalaje:** es un contenedor o recipiente que contiene varios empaques.

**Empaque:** cualquier recipiente o envoltura que contenga algún producto de consumo para su entrega o exhibición a los consumidores.

**Envase:** recipiente destinado a contener productos hasta su consumo final.

**Producción diaria per cápita:** cantidad de residuos sólidos generada por una persona, expresada en términos de Kg./hab - día o unidades equivalentes, de acuerdo con los aforos realizados o estimaciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE.

**Producción diaria por usuario:** cantidad de residuos sólidos generada por un usuario, expresada en términos de Kg/usuario - día o unidades equivalentes, de acuerdo con los aforos realizados y el número de habitantes atendidos o estimaciones del DANE.

**Reducción en el origen:** forma más eficaz de reducir la cantidad, peso y volumen de los residuos, así como los costos asociados a su gestión y los impactos ambientales. Se encuentra en primer lugar en la jerarquía de la gestión integral de residuos sólidos.

**Remediación:** conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para reducir o eliminar los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos.

**Rótulo:** advertencia que se hace sobre el riesgo de una mercancía, por medio de colores y símbolos que se ubican sobre las unidades de transporte (remolque, semirremolque y remolque balanceado) y vehículos de carga.

## Referencias bibliográficas

Área metropolitana del Valle de Aburrá. (2011). Guía para gestión de residuos peligrosos.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). (2005). Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/procedimientos-estadisticos-estudios-caracterizacion-residuos-solidos>

Decreto 173 de 2001. [Presidente de la República de Colombia]. Por el cual se reglamenta el Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor de Carga. Bogotá. Colombia. 5 de febrero de 2001.

Decreto 1076 de 2015. [Presidente de la República de Colombia]. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá. Colombia. 26 mayo 2015.

Decreto 1077 de 2015. [Presidente de la República de Colombia]. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. Bogotá. Colombia. 26 mayo 2015.

Decreto 1609 de 2002. [Presidente de la República de Colombia]. Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera". Bogotá. Colombia. 31 Julio 2002.

Decreto 4741 de 2005. [Presidente de la República de Colombia]. 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. Colombia. 30 diciembre de 2005.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (s.f.). Hoja metodológica de indicadores cuenta satélite ambiental. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales. Residuos sólidos generados per cápita.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). (1998). Guía Técnica Colombia GTC 53-3. Gestión ambiental, residuos sólidos, guía para el aprovechamiento de envases de vidrio.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC. (1998). Guía Técnica Colombia (GTC) 53- 5. Gestión ambiental, residuos sólidos, guía para el aprovechamiento de residuos metálicos.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). (2003). Guía Técnica Colombia (GTC) 53- 4. Gestión ambiental, residuos sólidos, guía para el aprovechamiento de los residuos papel y cartón.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). (2004). Guía Técnica Colombia (GTC) 53- 2. Gestión ambiental, residuos sólidos, guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). (2006). Guía Técnica Colombia GTC 53-7. Gestión ambiental, residuos sólidos, guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligrosos.



Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). (2005). Norma Técnica Colombia NTC 1692. Transporte de mercancías peligrosas, clasificación, marcado, etiquetado y rotulado.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). (2010). Norma Técnica Colombia NTC 4532. Transporte de mercancías peligrosas. Tarjetas de emergencia para transporte de materiales peligrosos.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y el consejo colombiano de seguridad (CCS). (s.f), Guía ambiental de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos.

Ministerio de Transporte. Código Nacional de Tránsito Terrestre (CNTT) “equipos de prevención y seguridad”.

Ministerio de Vivienda (MINVIVIENDA). (2015). Guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT). (2012). Reglamento técnico del sector Agua potable y Saneamiento básico (RAS). Título F.

Resolución 0062 de 2007. [Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (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. Bogotá. Colombia. 2007.

Resolución 2148 de 2019. [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. por la cual se modifica la Resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones. Bogotá. Colombia. 26 de diciembre de 2019.

Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). (2008). Gestión integral de residuos peligrosos. Dirección de evaluación, control y seguimiento ambiental. Bogotá.

## Créditos

Nombre	Cargo	Regional y Centro de Formación
Claudia Patricia Aristizábal Gutiérrez	Responsable del equipo	Dirección General
Liliana Victoria Morales Gualdrón	Responsable de línea de producción	Centro de Gestión De Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital
Xiomara Becerra Aldana	Instructora Ambiental	Regional Distrito Capital - Centro de gestión industrial
Jesús Ricardo Arias Munévar	Instructor Ambiental	Regional Distrito Capital - Centro de gestión industrial
Silvia Milena Sequeda Cardenas	Diseñador Instruccional	Regional Distrito Capital - Centro de diseño y metrología
Sergio Arturo Medina Castillo	Diseñador Instruccional	Regional Distrito Capital - Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica
Ana Catalina Córdoba Sus	Revisora Metodológica y Pedagógica	Regional Distrito Capital - Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica
Rafael Neftalí Lizcano Reyes	Asesor pedagógico	Regional Santander - Centro Industrial del Diseño y la Manufactura
Sandra Patricia Hoyos Sepúlveda	Corrección de estilo	Regional Distrito Capital - Centro de Diseño y Metrología
Gloria Amparo López Escudero	Adecuador Instruccional	Regional Distrito Capital - Centro de gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información
Alix Cecilia Chinchilla Rueda	Asesor Metodológico	Regional Distrito Capital - Centro de gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información

Nombre	Cargo	Regional y Centro de Formación
Yazmín Rocío Figueroa Pacheco	Diseñador web	Centro de Gestión De Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital
Diego Fernando Velasco Güiza	Desarrollador Fullstack	Centro de Gestión De Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital
Lady Adriana Ariza Luque	Animación y producción audiovisual	Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital
Laura Gisselle Murcia Pardo	Animación y producción audiovisual	Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital
Ernesto Navarro Jaimes	Animación y producción audiovisual	Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital
Carolina Coca Salazar	Evaluación de contenidos inclusivos y accesibles	Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital
Lina Marcela Pérez Manchego	Validación de recursos educativos digitales	Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital
Leyson Fabian Castaño Pérez	Validación de recursos educativos digitales	Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital