



# GUÍA PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS

EN TERMINALES PORTUARIOS CON  
ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR

2025



Contenido:

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | Introducción  | 04 |
| 2  | Propósito de la guía  | 05 |
| 3  | Términos y definiciones                                     | 06 |
| 4  | Marco legal   | 10 |
| 5  | Generación de residuos                                      | 12 |
| 6  | Generación de residuos en instalaciones portuarias          | 13 |
| 7  | Análisis de flujos  | 14 |
| 8  | Elaboración de una línea base                               | 14 |
| 9  | Buenas prácticas basadas en principios de economía circular | 16 |
| 10 | Mecanismos para la construcción de simbiosis Industrial     | 32 |
| 11 | Bibliografía  | 33 |



Lista de tablas

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabla 1.  | Principios de la economía circular de acuerdo con las 3R & 9R              | 08 |
| Tabla 2.  | Marco normativo para el sistema de gestión                                 | 11 |
| Tabla 3.  | Clasificación de residuos en terminales portuarios                         | 13 |
| Tabla 4.  | Relación de residuos generados por fuera del concepto de circularidad      | 16 |
| Tabla 5.  | Tipo de gestión  | 17 |
| Tabla 6.  | Residuos no aprovechables gestionados mediante Simbiosis Industrial        | 18 |
| Tabla 7.  | Alternativas de uso del agregado reciclado                                 | 21 |
| Tabla 8.  | Residuos aprovechables gestionados mediante Simbiosis Industrial           | 21 |
| Tabla 9.  | Residuos aprovechables orgánicos gestionados mediante Simbiosis Industrial | 22 |
| Tabla 10. | Criterios para el aprovechamiento de madera                                | 23 |
| Tabla 11. | Residuos peligrosos gestionados mediante Simbiosis Industrial              | 25 |
| Tabla 12. | Porcentaje de residuos gestionados por economía circular                   | 29 |
| Tabla 13. | Porcentaje de residuos enviados a disposición final (DF)                   | 29 |
| Tabla 14. | Tasa de valorización de residuos   | 29 |
| Tabla 15. | Porcentaje de residuos reciclados  | 29 |
| Tabla 16. | Porcentaje de residuos reusados  | 30 |
| Tabla 17. | Tasa de aprovechamiento energético   | 30 |
| Tabla 18. | Eficiencia energética en valorización                                      | 30 |
| Tabla 19. | Índice de circularidad interna   | 30 |
| Tabla 20. | Tasa de gestión de residuos vía sinergias                                  | 31 |
| Tabla 21. | Contratos con cláusulas de economía circular                               | 31 |
| Tabla 22. | Reducción de huella de carbono por circularidad                            | 31 |

Siglas y abreviaturas

**ANDI:** Asociación Nacional de Empresarios de Colombia.  
**CAEM:** Centro de Atención de Emergencias Médicas.  
**HCFC:** Hidroclorofluorocarbonos.  
**ICA:** Instituto Colombiano Agropecuario.  
**MARPOL:** Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques.  
**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.  
**OMI:** Organización Marítima Internacional.  
**PBM:** Prueba de Biometano Potencial.  
**PTAP:** Planta de tratamiento de agua potable.  
**TQI:** Tratamientos Químicos Industriales.

**PTARD:** Planta de tratamiento de agua residual doméstica.  
**PTAR:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.  
**PTARI:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales.  
**RAEE:** Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.  
**RCD:** Residuos de Construcción y Demolición.  
**REP:** Responsabilidad Extendida al Productor.  
**R&R&R:** Red De Recuperación, Reciclaje Y Regeneración De Gases Refrigerantes.  
**SINA:** Sistema Nacional Ambiental.

Autores:

Msc. Liliana Centanaro Acuña  
Ing. Juan Roberto De Jesús Rúa Díaz

Ing. Mayerlys Iturriago Castro  
Ing. Fernando Pertuz Payares



## 1 Introducción

Uno de los temas más importantes, que genera intensos debates y exige soluciones concretas y contundentes, es la generación de residuos y su adecuada gestión. En respuesta a este desafío, se ha desarrollado la presente guía, fundamentada en los principios de economía circular para minimizar y gestionar correctamente residuos en recintos portuarios (Geissdoerfer et al., 2017 Pomoni et al., 2024).

La presente guía ha sido elaborada por Palermo Sociedad Portuaria en el marco del proyecto; “Estrategias para la gestión integral de residuos en terminales portuarios, con un enfoque en economía circular”, cuyo objetivo es promover la transición hacia un modelo de gestión sostenible de residuos en instalaciones portuarias, alineado con los principios de la economía circular, ofreciendo las herramientas necesarias para que todos los actores del sector portuario implementen prácticas eficientes y responsables en la gestión de residuos.

Basado en 6 principios de la circularidad:

**Uso eficiente, Vida útil prolongada, Bajo en carbono, Cadena de suministro corta, Cierre el ciclo, Uso de alto valor**  
(Van Barneveld, Veldboer, & Von Daniels, 2024).

## 2 Propósito de la guía

La presente guía tiene como propósito proporcionar un marco técnico y operativo que promueva la transición hacia un modelo de economía circular, optimizando el flujo de materiales y residuos en las operaciones marítimas y terrestres de los puertos.

A través de lineamientos prácticos, propone:

- Prevenir la generación de residuos desde la cadena de suministro y la adopción de criterios de compras sostenibles.
- Implementar estrategias de reducción, reutilización, reciclaje, valorización y disposición final segura, integrando las 9Rs definidas por la economía circular.
- Cumplir con los requisitos nacionales e internacionales, incluyendo lo establecido en el Convenio MARPOL para la gestión de residuos marítimos.
- Fomentar la simbiosis industrial como mecanismo de apalancamiento intersectorial.
- Proveer herramientas de gestión para la clasificación, trazabilidad, almacenamiento, recolección y disposición adecuada de residuos.
- Establecer métricas de desempeño.
- Promover el ahorro y logro de beneficios financieros.
- Sensibilizar a los actores portuarios sobre su rol en la gestión ambiental, promoviendo la corresponsabilidad y el cumplimiento normativo.





### 3 Términos y definiciones

#### 3.1. Simbiosis industrial

La simbiosis representa un enfoque novedoso dentro de la economía circular, que promueve la sinergia en el desarrollo y la gestión de recursos entre diferentes actores, sectores productivos y comunidades, este modelo busca transformar los residuos de un proceso en insumos para otro, optimizando el uso de materiales y energía, reduciendo impactos ambientales y generando beneficios económicos y sociales compartidos (Marghoob, M. N., et al. 2025).

#### 3.2. Gestión de residuos

El manejo integral de residuos sólidos es el conjunto de operaciones interrelacionadas que comprenden la prevención, reducción, separación en la fuente, recolección, acopio, transporte, tratamiento, reúso, reciclaje y disposición final de los residuos según criterios técnicos y ambientales. Su propósito fundamental es minimizar el impacto ambiental y proteger la salud pública (Tolentino Rebaza, 2019, Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2024).

##### 3.2.1. Código de colores

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 2184 de 2019 (Minambiente, 2024), estableció un código de colores unificado a nivel nacional para facilitar la separación en la fuente, la recolección selectiva y el aprovechamiento de los residuos sólidos. Esta normativa busca homogeneizar los procesos de segregación en todos los sectores, incluyendo el portuario, promoviendo la economía circular y minimizando el impacto ambiental.

Código de colores para la separación de residuos:

- **Bolsa blanca:** residuos aprovechables. Ejemplo: papel, cartón, plásticos, vidrio y metales, siempre que estén limpios y secos.
- **Bolsa negra:** residuos no aprovechables. Ejemplo: servilletas, cartones contaminados con comida y tapabocas de uso diario.
- **Bolsa verde:** residuos orgánicos aprovechables. Ejemplo: restos de comida y poda de jardines.
- **Bolsa roja:** residuos peligrosos con potencial infeccioso. Ejemplo: guantes, gasas, sólidos contaminados, sustancias químicas y lodos industriales.

#### 3.3. Residuos portuarios

##### 3.3.1. Residuos aprovechables

Con relación a lo publicado por (Minambiente, 2024), son aquellos que pueden reincorporarse al ciclo productivo mediante su

reutilización o transformación, generando valor comercial. Su gestión contribuye a optimizar el uso de energía, preservar los sitios de disposición final y mitigar impactos ambientales derivados de su inadecuada disposición.

##### 3.3.2. Residuos no aprovechables

Tal como lo enuncia el (Minambiente, 2021) son aquellos materiales, que no pueden ser reutilizados, transformados ni reincorporados en procesos productivos. Estos residuos carecen de valor comercial, requieren tratamiento especializado y disposición final, lo que representa costos operativos e impactos ambientales.

##### 3.3.3. Residuos peligrosos

Según el (MinAmbiente, 2022) son aquellos que representan una amenaza para la salud pública y el ambiente, debido a sus características intrínsecas como toxicidad, inflamabilidad, reactividad, corrosividad, explosividad o riesgo biológico infeccioso, las cuales pueden manifestarse en estados sólidos, líquidos o gaseosos.

#### 3.4. Gestión de Residuos MARPOL

La OMI (Organización Marítima Internacional) es el organismo especializado de las Naciones Unidas responsable de la seguridad del transporte marítimo y de la prevención de la contaminación marina y atmosférica causada por los buques. Su labor apoya los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (OMI, 2017).

El Convenio MARPOL establece una serie de anexos técnicos que regulan la prevención de la contaminación por diferentes tipos de sustancias:

**ANEXO I** Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos (enmendado por la resolución MEPC.330(76) y anteriores).

**ANEXO II** Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel (enmendado por la resolución MEPC.315(74) y anteriores).

**ANEXO III** Reglas para prevenir la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos (enmendado por la resolución MEPC.257(67) y anteriores).

**ANEXO IV** Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques (enmendado por la resolución MEPC.330(76) y anteriores).

**ANEXO V** Reglas para prevenir la contaminación por las basuras de los buques (enmendado por la resolución MEPC.314(74) y anteriores).

**ANEXO VI** Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques (enmendado por la resolución MEPC.328(76) y anteriores).



3.5. 3R & 9R de la economía circular

La economía circular es un sistema que busca mantener un flujo circular de recursos, recuperando, reteniendo o agregando valor a los materiales y productos a lo largo de todo su ciclo de vida. Este modelo maximiza el uso sostenible de los recursos mediante estrategias de reducción, reutilización, reciclaje y recuperación, con el fin de minimizar la generación de residuos y la extracción de materias primas (Global Zero Waste, 2024).

Este modelo integra la sostenibilidad ambiental con el desarrollo económico y la equidad social, promoviendo un crecimiento resiliente y sostenible (Figge et al., 2023). En Colombia, este enfoque se materializa a través de la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), alineada con el Plan Nacional de Desarrollo “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”, esta estrategia enfatiza la eficiencia en el uso de materiales, agua y energía, así como la capacidad de recuperación de los ecosistemas, bajo la consigna “producir conservando y conservar produciendo” (Minambiente, 2021).

3.5.1. Las 3rs & 9rs de la Economía circular

Este modelo se basa en tres estrategias fundamentales conocidas como las 3R: reducir, reutilizar/reusar y reciclar, cuyo propósito es minimizar la generación de residuos y evitar su disposición final. A partir de este enfoque, surgen estrategias complementarias que amplían su alcance, conocidas como las 9R, las cuales incluyen: rechazar, repensar, reducir, reutilizar/reusar, reparar, restaurar, remanufacturar, recuperar partes y reciclar (Global Zero Waste, 2024).

Tabla 1. Principios de la economía circular de acuerdo con las 3R & 9R

| Principios economía circular<br>(Fundación Ellen MacArthur)   | 3R Estrategias             | Intención o propósito  | 9R Estrategias   |
|---|----------------------------|--|--|
| 1. Eliminar los residuos y la contaminación<br>2. Regenerar la naturaleza   | 1<br>Reducción             | Prevenir el consumo de materiales y la generación de residuos sólidos    | 1. Rechazar<br>2. Repensar / rediseñar<br>3. Reducir   |
| 1. Eliminar los residuos y la contaminación<br>2. Circular los productos y materiales (en su valor más alto)<br>3. Regenerar la naturaleza. | 2<br>Reutilización / reúso | 1. Mantener en uso<br>2. Extender la vida útil de productos y sus partes | 4. Reutilizar/Reusar<br>5. Reparar<br>6. Restaurar<br>7. Remanufacturar<br>8. Recuperación de partes |
| 1. Eliminar los residuos y la contaminación<br>2. Circular los productos y materiales (en su valor más alto)<br>3. Regenerar la naturaleza  | 3<br>Reciclaje             | Reciclar materiales y residuos   | 9. Reciclar  |

Fuente: Adaptado de (Global Zero Waste, 2024)

A continuación, se presentan las definiciones de las 9R según (Global Zero Waste, 2024)

3.5.1.1. Rechazar

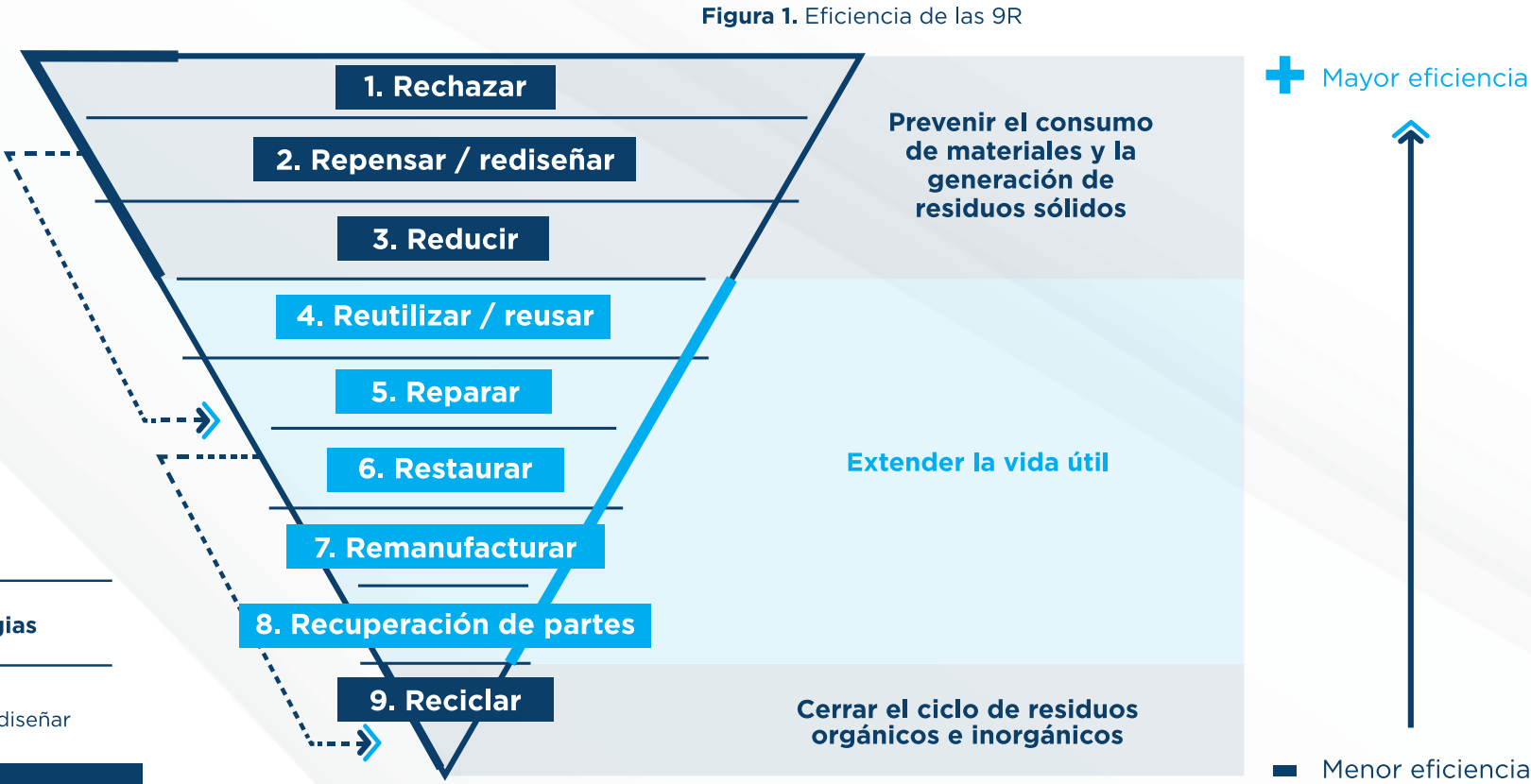
Estrategia enfocada en eliminar o sustituir un recurso que se consume y que no genera valor o que no puede ser reciclado en procesos posteriores.

3.5.1.2. Repensar / rediseñar

Estrategia enfocada en la aplicación de diseño con criterios ecológicos y de sostenibilidad, logrando que el uso del recurso sea más intensivo.

3.5.1.3. Reducir

Estrategia enfocada en el aumento de la eficiencia de la fabricación o el uso elementos, materiales, piezas o productos al consumir menos recursos naturales y minimizar la generación de residuos sólidos o disminución de estos en alternativas de disposición final.



Fuente: (Global Zero Waste, 2024)

3.5.1.4. Reutilizar / reusar

Estrategia enfocada en la aplicación de diseño con criterios ecológicos y de sostenibilidad, logrando que el uso del recurso sea más intensivo.

3.5.1.5. Reparar

Estrategia de adecuación y mantenimiento del recurso para que pueda ser utilizado de nuevo en su función original.

3.5.1.6. Restaurar

Estrategia enfocada en la adecuación de un recurso antiguo, que no se encuentra en uso, con el fin de actualizarlo. Este puede ser utilizado en su función original o en una nueva.



3.5.1.7. Remanufacturar

Estrategia enfocada en la utilización de piezas desechadas, consideradas como residuos, en un nuevo producto con la misma función.

3.5.1.8. Recuperar

Estrategia enfocada en la utilización de piezas desechadas, consideradas como residuos, en un nuevo producto con una función diferente.

3.5.1.9. Reciclar

Reincorporación de residuos sólidos en ciclos técnicos o biológicos mediante estrategias de reutilización/reúso y reciclaje.

4 Marco legal

Los residuos generados por los buques producidos durante su operación, incluyendo los relacionados con la carga, que están regulados por el Convenio MARPOL 73/78, incluyendo sus seis anexos, que abordan la contaminación.

En el contexto colombiano, este convenio está adoptado en la normativa nacional, supervisado por la DIMAR y la ANLA, en cumplimiento de los Planes de Gestión Integral de Residuos según el Decreto 1076 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

En la Unión Europea, la Directiva (UE) 2019/883 y la Ley 7 de 2022, establece estándares avanzados para instalaciones portuarias de recepción de residuos, los cuales pueden servir como referencia para mejorar la gestión, incorporando principios de economía circular aplicables a la gestión portuaria (Federación Española de Asociaciones de Puertos, 2021).

La integración de estos marcos internacionales, nacionales y mejores prácticas permite una gestión eficiente y sostenible de los residuos portuarios.

Tabla 2. Marco normativo para el sistema de gestión

| Tipo  | Número | Año  | Descripción  |
|---|--------|------|--|
| Decreto / Ley                                 | 2811   | 1974 | Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección al medio ambiente.  |
| Ley   | 9      | 1979 | Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.  |
| Ley   | 99     | 1993 | Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. |
| Ley   | 142    | 1994 | Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.   |
| Decreto                                       | 1609   | 2002 | "Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera." (Incluido en el Decreto 1079 de 2015).  |
| Decreto                                       | 838    | 2005 | Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.   |
| Decreto                                       | 2981   | 2013 | Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.  |
| Decreto                                       | 1287   | 2014 | "Por el cual se establecen criterios para el uso de los biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales."   |
| Decreto                                       | 1076   | 2015 | Esta versión incorpora las modificaciones introducidas al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición.   |
| Resolución                                    | 472    | 2017 | Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones.   |
| Resolución                                    | 2184   | 2019 | "Por la cual se modifica la resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones"  |
| Política para la gestión integral de residuos | N/A    | 1998 | Lineamientos de política para el manejo integral de los residuos.  |
| Guía Técnica Colombiana - GTC 24              | N/A    | 2009 | Guía para la separación en la fuente de residuos sólidos.  |

Fuente: Adaptado de (Coremar, 2021)



## 5 Generación de residuos



### 5.1. Generación de residuos en buque

La generación de residuos en los buques está regulada por el Convenio MARPOL (Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques), que establece normativas para la prevención de la contaminación marina causada por desechos generados a bordo. MARPOL se compone de seis anexos que regulan distintos tipos de contaminación, incluidos los residuos sólidos, aguas residuales y sustancias peligrosas (Dirección General Marítima, 2025).

Las instalaciones portuarias deben disponer de supervisión para la recepción de los residuos generados por los buques.

A efectos de esta guía, los residuos provenientes de los buques considerados son los siguientes:

- **Domésticos y similares** (ANEXO V MARPOL).
- **Los derivados de la actividad normal del buque** (ANEXO V MARPOL).
- **Hidrocarburos y aguas oleosas** (ANEXO I MARPOL).
- **Aguas sucias** (ANEXO IV MARPOL).

El servicio de recepción de residuos por parte de un gestor autorizado incluye una serie de actividades y procedimientos diseñados para garantizar el manejo adecuado, seguro y conforme a la normativa y que debe ser parte de la documentación interna de cada terminal portuario.

El servicio de recepción debe incluir:

- La recogida de residuos generados por los buques.
- Traslado para su tratamiento a una instalación autorizada por la administración competente.
- La prestación del servicio se realizará por empresas acreditadas.
- La empresa autorizada emitirá la certificación correspondiente.

Para más información [clic aquí](#)

## 6 Generación de residuos en instalaciones portuarias

La identificación y caracterización adecuada de los residuos generados en los terminales portuarios es el primer paso para implementar estrategias, minimizar riesgos ambientales y asegurar el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales.

A continuación, se presenta la matriz de residuos generados en una instalación portuaria. Esta matriz permite identificar y clasificar los diferentes tipos de residuos producidos en las áreas operativas y administrativas del terminal.

Tabla 3. Clasificación de residuos en terminales portuarios

| Clasificación de residuos | Tipo de residuo  |  |
|---------------------------|--|--|
| No aprovechables          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Mezclados</li><li>• Lodos orgánicos</li><li>• Textiles sintéticos</li><li>• Llantas</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Dotación en desuso</li><li>• Eslingas sintéticas</li><li>• RCD</li></ul>   |
| Peligrosos                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sólidos contaminados</li><li>• Aceites usados</li><li>• Lodos</li><li>• Envases de pinturas</li><li>• Atención en salud</li><li>• Mangueras contaminadas</li><li>• Bolsas de cemento</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Tóner</li><li>• Baterías plomo - ácido</li><li>• Pilas alcalinas</li><li>• RAEE</li><li>• Luminarias</li><li>• Envases de insecticidas</li></ul> |
| Aprovechables             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Cartón</li><li>• Papel</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Plástico</li><li>• Big bags</li></ul>  |
| Orgánicos aprovechables   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Material vegetal poda</li><li>• Madera</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Barredura</li></ul>  |

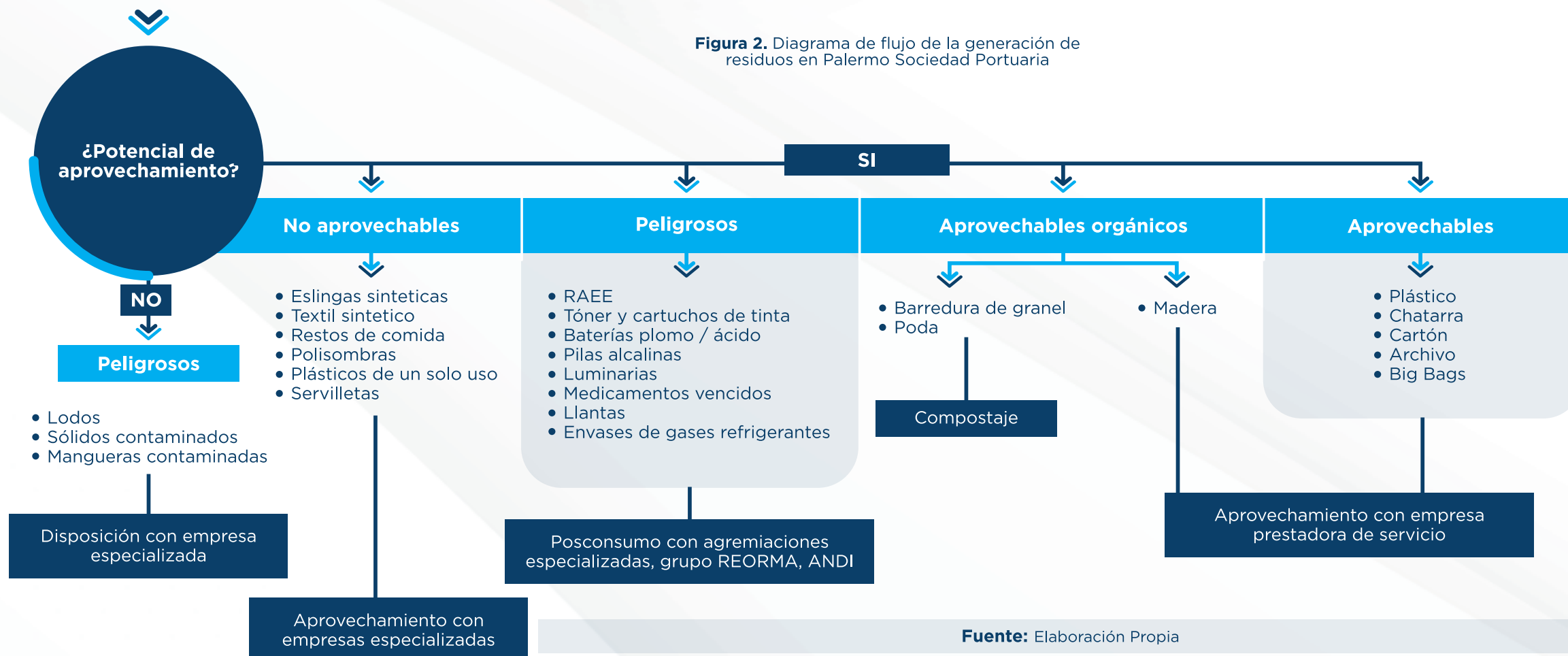
Fuente: Adaptado de: (Iturriago & Rodríguez, 2025)







## GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS



## 7 Análisis de flujos

La operación continua de los terminales portuarios genera una cantidad significativa de residuos, por lo que se hace necesario su registro y seguimiento. A continuación, se presenta un diagrama que ilustra las diferentes fuentes de generación de residuos en un terminal portuario, su disposición y el modelo actual de gestión, como se observa en la Figura 1.

## 8 Elaboración de una línea base

Para tener un punto de partida a la aplicación de esta guía, se recomienda la elaboración de una línea base correspondiente a la situación actual de los residuos generados, tomando como referencia el esquema de gestión que tiene su actividad portuaria previo al proceso, es importante hacer la consolidación y registro de las cantidades de los diferentes residuos y forma de clasificación con la que se viene gestionando. La aplicación de esta etapa del proceso de migración a la circularidad nos permite conocer la efectividad del proceso al cabo de un periodo de la aplicación de buenas prácticas de circularidad.

Para llevar consolidar el histórico de los residuos generados, se sugiere el diligenciamiento de la Tabla 4, de tal forma que al momento de aplicar las métricas propuestas en esta guía se obtengan los porcentajes de efectividad del proceso.



Para el diligenciamiento de la Tabla 5, se debe tener en cuenta que se diligencia conforme al año previo a la evaluación y en la columna de la gestión realizada se puede colocar más de una gestión. La estructura de la tabla puede ser ajustada de acuerdo con la clasificación que se viene desarrollando la instalación portuaria.

Tabla 4. Relación de residuos generados por fuera del concepto de circularidad

| Clasificación de residuos | Tipo de residuo  | Generación (Kg)  | Gestión realizada | ¿Existe gestión desde la circularidad? |    | Cantidad de residuos reincorporados al ciclo (Kg) |
|---------------------------|--|--|-------------------|--|----|---|
|                           |  |  |                   | SI                                     | NO |   |
| No aprovechables          | <ul style="list-style-type: none"><li>Ordinarios</li><li>Lodos orgánicos</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>Tela sintética</li><li>Eslingas sintéticas</li></ul>   |                   |  |    |   |
| Peligrosos                | <ul style="list-style-type: none"><li>Sólidos contaminados</li><li>Aceite usado</li><li>Lodos</li><li>Envases de pintura</li><li>Atención y salud</li><li>Mangueras contaminadas</li><li>Bolsas de cemento</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Tóner</li><li>Baterías plomo - acido</li><li>Pilas alcalinas</li><li>RAEE</li><li>Luminarias</li><li>Envases de insecticidas</li></ul> |                   |  |    |   |
| Aprovechables             | <ul style="list-style-type: none"><li>Cartón</li><li>Papel</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>Plástico</li><li>Chatarra</li></ul>  |                   |  |    |   |
| Gran volumen              | <ul style="list-style-type: none"><li>Material vegetal poda</li><li>Madera</li><li>Big Bags</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>Barredura</li><li>Llantas</li></ul>  |                   |  |    |   |

Fuente: Elaboración Propia

Para el diligenciamiento de la columna “Gestión Realizada” se sugiere la siguiente clasificación:

Tabla 5. Tipo de gestión

|                     |
|---------------------|
| Gestión realizada   |
| Reutilizar / Reusar |
| Reciclaje           |
| Relleno sanitario   |
| Incineración        |
| Celda de seguridad  |
| Otro                |

Fuente: Elaboración Propia

9 Buenas prácticas basadas en principios de economía circular

La economía circular es un modelo de producción y consumo que busca reducir y optimizar los recursos a lo largo de la cadena productiva. En Colombia, la (ANDI, 2023) (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia) ha impulsado en sectores industriales estrategias como los siete programas posconsumo, bajo el marco de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) definida por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) como “un abordaje de política ambiental en el que la responsabilidad de un productor hacia un producto se extiende a la etapa posterior al consumo, durante el ciclo de vida de un producto”.

Por su parte, el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible también promueve un modelo de desarrollo económico que influye la valorización continua de los recursos y el cierre de ciclos de materiales, la creación de nuevos modelos de negocio, la promoción de la simbiosis industrial y la consolidación de ciudades sostenibles, con el fin de optimizar la eficiencia en la producción y consumo de materiales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

A partir de esta sección, la guía clasifica los residuos según la normativa nacional en: Aprovechables, No aprovechables, Peligrosos y Orgánicos, y define buenas prácticas para su gestión, con el fin de reducir la disposición final y fortalecer cadenas de valor circulares en entornos portuarios.

9.1. Compras sostenibles - Gestión en cadena de suministro.

En el marco de una gestión alineada con los principios de economía circular, las compras sostenibles representan una buena práctica clave para los terminales portuarios. Esta sección orienta sobre cómo integrar criterios en los procesos de adquisición de bienes y servicios, priorizando la selección de productos con menor impacto ambiental, mayor vida útil y potencial de reutilización o valorización. Aplicar estos principios reduce la generación de residuos desde la fuente, los costos operativos asociados a su disposición y gestión ambiental portuario (ISO, 2017).

9.1.1. Evaluación de productos recurrentes

Realizar una evaluación sistemática de los productos adquiridos con regularidad, considerando el tipo de materiales involucrados. Priorizar aquellos que puedan ser gestionados, reutilizados o valorizados por el proveedor bajo esquemas de responsabilidad extendida.

Cláusulas contractuales

Incluir en los contratos cláusulas que obliguen a los proveedores a asumir la disposición final o la reutilización de materiales, conforme a los principios de economía circular.

Selección de productos sostenibles

Elegir productos que favorezcan la prolongación de su vida útil, que sean reparables y que tengan componentes desmontables, lo que facilita su reutilización y reciclaje.



9.1.2. Restricciones específicas en compras

Prohibir la compra de insecticidas y aromatizantes en aerosol.

- **Desarrollar e implementar** una política de empaques que minimice los residuos y favorezca la reutilización.
- **Eliminar** progresivamente el uso de plásticos de un solo uso y materiales como el poliestireno expandido (Icopor).
- **Garantizar** que los productos adquiridos sean entregados sin empaques susceptibles de contaminación (cartón, papel, plástico, entre otros).

9.2. No aprovechables

Los residuos no aprovechables son aquellos que presentan retos para su aprovechamiento y hasta el momento no pueden ser reciclados, reutilizados o transformados debido a su naturaleza, composición o estado.

A continuación, se presentan estrategias para procesar residuos o parte de ellos, brindando soluciones parciales o generales adecuadas para el tratamiento y disposición de este tipo de residuo.

Tabla 6. Residuos no aprovechables gestionados mediante Simbiosis Industrial

| Tipo de residuo          | Origen en el puerto   | Destino a través de Simbiosis Industrial                   | Gestión  |
|--------------------------|---|--|--|
| Plásticos de un solo uso | Áreas administrativas y operativas.   | N/A  | Política de prohibición y sustitución por materiales biodegradables. |
| Lodos orgánicos          | Procesos de tratamiento de agua potable y saneamiento de aguas residuales domesticas. | N/A  | Proceso de compostaje (Acuña et al., 2023). Generación de biogás.    |
| Textiles sintéticos      | Áreas operativas, cerramientos, contención de carga a granel, protección del sol.     | Transformación en nuevos productos sintéticos.             | Compañías de transformación. Ejemplo: Reciclen.                      |
| Llantas                  | Vehículos y equipos portuarios.   | Trituración, recuperación y aprovechamiento de materiales. | Entidades posconsumo. Ejemplo: Rueda Verde.                          |
| Eslingas sintéticas      | Operación marítima, izaje de cargas.  | Reciclaje textil para productos industriales o domésticos. | Compañías de transformación textil. Ejemplo: Fibretex.               |
| RCD                      | Áreas operativas.   | - Relleno de vías<br>- Morteros                            | Gestión interna.   |

Fuente: Elaboración Propia

9.2.1. Producción de abono

Aprovechamiento de lodos

Los lodos orgánicos generados en la Planta de Tratamiento de Agua Potable y Residual Doméstica (PTAP y PTARD) son aprovechados en procesos de compostaje, gracias a su alto contenido de nutrientes que enriquecen el suelo y las áreas verdes. Para llevar a cabo este proceso, se seleccionan residuos con propiedades ideales para la generación de compost, como restos de poda, toallas de papel, residuos de café, barrido de graneles y los mismos lodos orgánicos. El objetivo principal de este sistema es reducir la cantidad de residuos enviados a disposición final,

transformándolos en abono orgánico, lo cual promueve una gestión sostenible y refuerza el compromiso del terminal con la economía circular (Acuña et al., 2023).

Figura 3. Compostaje generado por medio de lodos orgánicos.



Fuente: Elaboración propia

Aprovechamiento energético - Biogas

Como parte de las estrategias de valorización de residuos en el marco de la economía circular, se realizó una evaluación técnica para determinar el potencial de generación de biogás a partir de los residuos orgánicos provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas (PTAR) del terminal portuario.

Una prueba PBM (Prueba de Biometano Potencial) arrojó resultados satisfactorios, confirmando el potencial del sustrato residual del saneamiento de aguas residuales domesticas para la producción de biogás. Este análisis contempla la viabilidad de un sistema de biodigestión anaerobia con una concentración del 60% de metano, lo cual permite cerrar el ciclo de los residuos orgánicos. La implementación del biodigestor a partir de lodos representa una alternativa viable, tanto técnica como ambientalmente, y está alineada con los principios de economía circular aplicados en el entorno portuario, contribuyendo además a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y al fortalecimiento de las buenas prácticas en la gestión de residuos.

9.2.2. Dotación en desuso

La dotación sobrante, correspondiente a ropa de trabajo que ha cumplido con su tiempo de uso, es depositada en una zona de acopio destinada para su recolección y posterior aprovechamiento. Este material textil es transformado en productos útiles como bolsos, cartucheras y totebags, los cuales son entregados al personal en eventos internos y externos, promoviendo así la circularidad de los recursos y generando souvenirs sostenibles que refuerzan la identidad corporativa y el compromiso ambiental de la organización.

Figura 4. Transformación de dotación en desuso.



Fuente: Elaboración propia



9.2.3. Eslingas sintéticas

Las eslingas son insumos esenciales en el izaje de cargas dentro del terminal y, debido a su uso, pueden presentar daños que limitan su funcionalidad. Su fabricación, uso e inspección están regulados por la norma ASME B30, que establece directrices de seguridad. Existen eslingas de acero (Iturriago & Rodríguez, 2025)., que al finalizar su vida útil son gestionadas a través de Reciclen, empresa encargada de su aprovechamiento material plástico, reincorporándolas a procesos de fundición y transformación para obtener nueva materia prima para la madera plástica.

Figura 5. Izaje de carga.



Fuente: Elaboración propia

9.2.4. Residuos de construcción y demolición (RCD)

Según el Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible en la resolución 1257 de 2021, los planes de Gestión Integral de RCD deben estar ajustados a los lineamientos que buscan integrar políticas de la economía circular. Estos planes de gestión deben contener la información referente a los datos de la obra y quien la ejecuta, las cantidades de materiales usados para llevarlo a cabo, la cantidad de residuos de RCD generados y cumplir con las actuales metas de aprovechamiento descritas en la resolución 1257 de reaprovechamiento de 30% de RCD en obras con licencia de construcción (Cecilia Ruiz Silva; Yolima, 2023).



Plan de acción para los RCD y economía circular:

Tabla 7. Alternativas de uso del agregado reciclado

| Tipo de agregado | Alternativa de uso   | INVIAS Cap.3 (art. 320 - art. 330) | NTC 6421/ NTC 6422 | INVIAS 630 - INV 500 (art. 630.2.1.3) | INVIAS 672 | NTC 174:20 8 | NSR 10: C.3.3/ C3.3.1 | NTC 3356 | NTC 1329 NT C4109 |
|------------------|--|------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|------------|--------------|-----------------------|----------|-------------------|
| Grueso           | Vías (Bases y sub bases)   | 100%                               |                    |                                       |            |              |                       |          |                   |
|                  | - Concreto - Hidráulico (Pavimento rígido de vías, concreto hidráulico de tipo estructural y no estructural) |                                    | 20%                | 20%                                   | 20%        |              |                       |          |                   |
|                  | Concreto estructural resistencias ≥3000 PSI (Elementos de tipo estructural)                                  |                                    | 10%                | 10%                                   | 10%        | 10%          | 10%                   |          |                   |
| Finos            | Concreto baja resistencia ≥2500 PSI (Bordillos, andenes obras de arte en general)                            |                                    |                    |                                       |            | %*           | %*                    | %*       | %*                |
|                  | Morteros (Morteros de pega) %  |                                    |                    |                                       |            |              |                       | %*       | %*                |
|                  | Prefabricados S (Prefabricados en general, mobiliario en concreto)   |                                    |                    |                                       |            |              |                       | %*       | %*                |

Fuente: (Cecilia Ruiz Silva; Yolima, 2023)

9.3. Aprovechables

La gestión de residuos aprovechables como cartón, chatarra, papel y plásticos se realiza a través de entidades especializadas en reciclaje, entre ellas la Fundación de Mujeres Emprendedoras de Palermo y ECOPalermo, que se encargan de su recolección, clasificación y valorización.

9.3.1. Gestión interna de residuos aprovechables

Previo a la entrega de residuos a gestores externos, en Palermo Sociedad Portuaria se realiza una gestión interna que incluye la recolección diaria desde puntos ecológicos, la selección y reclasificación de materiales aprovechables, y su almacenamiento temporal bajo techo. Este proceso garantiza que los residuos lleguen en mejores condiciones para su valorización, al estar secos, separados y protegidos, además de dignificar la labor del operador encargado de la gestión.

A continuación, se presentan estrategias para maximizar la inclusión y valorización de otros residuos en la matriz de aprovechamiento.

Tabla 8. Residuos aprovechables gestionados mediante Simbiosis Industrial

| Tipo de residuo                  | Origen en el puerto                       | Destino a través de Simbiosis Industrial | Gestión  |
|----------------------------------|---|--|--|
| Cartón, plástico, papel, archivo | Oficinas, bodegas, áreas administrativas. | Clasificación y reciclaje.               | Reciclaje con fundación local, Ejemplo: Fundación de mujeres emprendedoras de Palermo. |
| Big bags                         | Operación de granel limpio.               | Aprovechamiento y transformación.        | Reciclaje mediante empresa especializada. Ejemplo: Reciclen.                           |

Fuente: Elaboración Propia



9.3.2. Big bags

Los Big Bags son utilizados en el almacenamiento y transporte de granel limpio y fertilizantes, su diseño versátil y resistente permite almacenar granel limpio de manera eficiente, asegurando que el material se mantenga en condiciones óptimas durante su manipulación y almacenamiento.

GreenBag Program

Después de su uso en las operaciones portuarias de almacenamiento en el puerto, la empresa Reciclen es una empresa dedicada a la fabricación y gestión posconsumo de big bags, implementando estrategias sostenibles de recolección, reciclaje y reutilización que promueven la economía circular y la reducción de residuos, contribuyendo a la optimización de recursos y al compromiso ambiental de sus clientes.

Figura 6. Almacenamiento temporal big bags.



Fuente: Elaboración propia

9.4. Aprovechables orgánicos

Tabla 9. Residuos aprovechables orgánicos gestionados mediante Simbiosis Industrial

| Tipo de residuo | Origen en el puerto                  | Destino a través de Simbiosis Industrial                | Gestión  |
|-----------------|--------------------------------------|---|--|
| Madera          | Operación de acero - Almacenamiento. | Recuperación y reuso.                                   | Reuso con fundación local, Ejemplo: Fundación de mujeres emprendedoras de Palermo. |
| Barredura       | Operación de granel limpio.          | Recolección, almacenamiento y separación de materiales. | Compostaje. Ejemplo: Orgánicos del Caribe.   |
| Poda            | Área operativa.                      | N/A   | Proceso de compostaje (Acuña et al., 2023) . Generación de biogás.                 |

Fuente: Elaboración Propia



9.4.1. Madera

La madera que ingresa al terminal proviene tanto de la carga transportada en los buques como del material suministrado por los clientes para las labores de estiba, de acuerdo con los estándares establecidos. Para su reutilización en actividades de almacenamiento dentro del puerto, esta debe cumplir con los criterios técnicos y de calidad definidos en la Tabla 10.

Tabla 10. Criterios para el aprovechamiento de madera

| Criterio               | Descripción  |
|------------------------|--|
| Estado general         | La madera no presenta daños significativos.              |
| Ausencia de grietas    | No tiene fisuras o fracturas que afecten su resistencia. |
| Integridad estructural | La pieza está completa, sin partes rotas o faltantes.    |
| Ausencia de humedad    | No presenta signos de humedad o pudrición.               |

Fuente: (Iturriago & Rodriguez, 2025)

La madera que no cumple con los criterios establecidos, o aquella que, tras su uso, pierde sus condiciones y deja de ser apta para reutilización, se clasifica como madera residual. Este tipo de residuo es gestionado por una empresa prestadora de servicios especializada en su aprovechamiento, principalmente como combustible y aprovechamiento para carpintería.

Fabricación de contenedores estáticos para compost

Esta metodología incorporará madera residual proveniente del almacenamiento de carga, para la fabricación de contenedores productores de compost.

Figura 7. Contenedores estáticos para la generación de compostaje.



Fuente: (Iturriago & Rodriguez, 2025)



Reutilización de maderos para la fabricación de cuñas

En el terminal se reutilizan maderos para fabricar cuñas empleadas en el almacenamiento de bobinas, lo que prolonga su vida útil, reduce la generación de residuos, optimiza costos y refuerza las estrategias de economía circular en la operación.

Transformación de residuos de madera

A través de una alianza entre la instalación portuaria y una compañía encargada de la producción de piezas de aglomerado de madera, se logra el aprovechamiento del residuo para la producción de un nuevo producto “Piezas de aglomerado de madera”. La compañía receptora del material propone como requisito ser chipeado a 6 cm \* 2 cm \*2 cm para alcanzar una cantidad significativa de material.

9.4.2. Poda

Los residuos generados en el mantenimiento de zonas verdes y áreas operativas, principalmente restos de poda son recolectados y trasladados al proceso de compostaje. A través de este aprovechamiento, el material vegetal se transforma en abono orgánico, contribuyendo a la reducción de residuos enviados a disposición final y promoviendo prácticas sostenibles dentro de la organización.

Figura 8. Material vegetal poda en proceso de compostaje



Fuente: Elaboración propia

9.4.3. Barredura

Producto de la operación de descargue, almacenamiento y transporte de granel se genera una barredura de granel que es todo aquel material descartado durante las operaciones de manejo de granel limpio. Este material, clasificado dentro de la gestión de residuos como “barredura de granel”.

Generación de compost

Este material es entregado a empresas debidamente registradas ante el ICA para la producción de compost orgánico.

Figura 9. Barredura de granel almacenada.



Fuente: Elaboración propia

9.5. Residuos peligrosos

Tabla 11. Residuos peligrosos gestionados mediante Simbiosis Industrial

| Tipo de residuo                                       | Origen en el puerto  | Destino a través de Simbiosis Industrial                              | Gestión   |
|---|--|---|---|
| RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) | Áreas administrativas y operativas.  | Recolección, desensamble, separación de materiales y reciclaje.       | Entidades posconsumo. Ejemplo: EcoCómputo, Red Verde.             |
| Tóner y cartuchos de tinta                            |  | Recolección por proveedor, reciclaje o reincorporación en producción. | Entidades posconsumo. Ejemplo: EcoCómputo.                        |
| Baterías plomo ácido                                  |  | Recuperación de plomo, ácido y plástico para nuevas baterías.         | Entidades posconsumo. Ejemplo: RecoEnergy.                        |
| Pilas alcalinas                                       |  | Recolección y reciclaje.  | Entidades posconsumo. Ejemplo: Pilas con el Ambiente.             |
| Luminarias  | Infraestructuras de iluminación del terminal.  | Recolección, recuperación de materiales.                              | Entidades posconsumo. Ejemplo: Lumina.                            |
| Medicamentos vencidos                                 | Centro Atención de Emergencias Médicas.  | Disposición segura según norma de residuos peligrosos.                | Entidades posconsumo Ejemplo: Punto Azul.                         |
| Lodos peligrosos                                      | Proceso de tratamiento de aguas residuales generadas por la actividad de lavado de equipos portuarios. | Reducción, recolección, celda de seguridad.                           | Disposición con empresa especializada, Ejemplo: Atica, veolia     |
| Aceite usado  | Equipos portuarios.  | Valorización para reutilización de lubricantes o energía              |   |
| Sólidos contaminados                                  | Mantenimiento de equipos portuarios.   | Prevención de derrames + contención primaria.                         |   |
| Mangueras contaminadas                                | Vehículos y equipos portuarios.  | Equipos portuarios.   |   |
| Envases de pintura                                    | Áreas administrativas y operativas.  | Aprovechamiento energético.   | Gestores autorizados. Ejemplo: Pintuco.                           |
| Bolsas de cemento                                     | Programa Sacos Verdes – Argos.   | Reincorporación al proceso cementero.                                 | Empresas especializadas. Ejemplo: Programas Sacos Verdes - Argos. |
| Envases de insecticidas                               | Controlar, repeler y eliminar plagas dentro del terminal.  | Almacenamiento y disposición segura.                                  | Gestores autorizados. Ejemplo: Cierra el ciclo.                   |
| Hospitalarios   | CAEM   | Disposición segura según norma de residuos peligrosos.                | Empresas especializadas. Ejemplo: Atica                           |
| Gases refrigerantes                                   |  | Ministerio de Ambiente.   | Red Nacional R&R&R.   |

Fuente: Elaboración Propia

La adecuada gestión de residuos peligrosos en instalaciones portuarias es clave para reducir el impacto ambiental de las actividades marítimas. En Colombia, se han impulsado estrategias de economía circular y separación en la fuente, orientadas a maximizar el aprovechamiento de materiales y minimizar la generación algunos residuos.



Entre los residuos que pueden ser gestionados y aprovechados como residuos posconsumo se encuentran los siguientes: RAEE, tóner y cartuchos de tinta, baterías de plomo ácido, pilas alcalinas, luminarias y medicamentos vencidos.



Programas como Grupo Retorna y Visión 30/30 de la ANDI articulan esfuerzos entre el sector público y privado para fomentar cambios de hábitos en los consumidores, generar un mayor impacto ambiental positivo y proteger los recursos naturales (ANDI, 2023).

El puerto, en su calidad de plataforma logística y administrativa, puede actuar como facilitador clave para identificar oportunidades de reutilización y reciclaje de residuos posconsumo, mediante la articulación con empresas aliadas especializadas. Esta colaboración permite reducir la presión sobre los sistemas de disposición final y promueve el desarrollo sostenible.

### 9.5.1. Lodos industriales —

Para la disminución de los lodos se proponen soluciones de ingeniería como:

#### Zaranda Vibratoria & Zona de secado

Para la realización de esta estrategia se debe delimitar una zona para la ubicación de una Zaranda vibratoria GI-0.6 (4 pisos), mostrado en la Ilustración 1. El objeto es separar los sólidos de las aguas residuales disminuyendo así el volumen (SynerTech SAS, n.d.). Para el secado eficiente de los lodos, se disminuye el porcentaje de agua en el lodo, minimizando su volumen, masa y costos de disposición (Iturriago & Rodriguez, 2025).

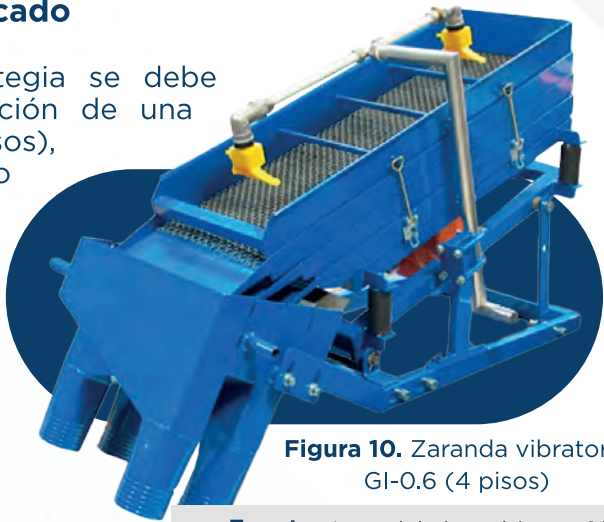


Figura 10. Zaranda vibratoria GI-0.6 (4 pisos)

Fuente: (Itomak latinomericana, 2017)

#### Análisis de sostenibilidad de lavado de equipos portuarios.

El monitoreo del lavado de equipos portuarios permitió identificar factores clave en el consumo de agua y establecer un manual de buenas prácticas con procedimientos de limpieza eficientes. Gracias a estas medidas y a la implementación de sistemas de recirculación, se logró reducir en 60% la generación de lodos y en 20% el consumo de agua, obteniendo además ahorros en combustible, energía, horas hombre e insumos, con un impacto positivo en lo económico y ambiental.

Figura 11. Zona de lavado de equipos portuarios.



Fuente: Elaboración propia

### 9.5.2. Aceite usado —

El aceite usado en el entorno portuario se genera principalmente durante el mantenimiento de equipos y maquinarias que posterior al uso se degradan y deben ser reemplazados por nuevos aditivos. Los aceites pueden ser reciclados o valorizados por empresas autorizadas para tal fin por la autoridad ambiental de su jurisdicción, la autorización las habilita para emitir la certificación de manejo y recuperación correspondiente. Para generar mayor valorización a este residuo, el almacenamiento debe garantizar que los residuos no se mezclen con otras sustancias químicas o agua, por tanto, se sugiere que se haga bajo techo.

### 9.5.3. Sólidos contaminados —

Las actividades mecánicas son una de las principales fuentes de generación de residuos contaminados como trapos, estopas, plásticos y envases impregnados de hidrocarburos, situación agravada por la falta de recipientes adecuados y el manejo ineficiente de fluidos. Para mitigar este impacto, se propone implementar herramientas y estaciones de trabajo con sistemas de contención, recipientes segregados, kits de respuesta y protocolos estandarizados, lo que permite reducir residuos peligrosos, evitar contaminación cruzada y optimizar los procesos. Desde la economía circular, estas medidas responden a estrategias de repensar y rediseñar, orientadas a prevenir la generación de residuos, prolongar la vida útil de los recursos y fomentar la sostenibilidad en la organización.

### 9.5.4. Mangueras contaminadas —

Las mangueras contaminadas son utilizadas durante el mantenimiento de equipos portuarios esenciales para las operaciones en la instalación portuaria. Una vez que estas mangueras cumplen su vida útil son retiradas y dispuestas a través de una empresa contratista especializada, que garantiza su disposición final en un relleno sanitario autorizado. Para la recuperación de las mangueras se plantea:

#### Estrategia - Caucho Circular - (Iturriago & Rodriguez, 2025)

Este residuo puede gestionarse por medio de la descontaminación de hidrocarburos (HC) reduciendo su nivel de peligrosidad y permitiendo su gestión en parte como residuos aprovechables que son acoples y no aprovechables como cauchos.

#### Metodología de Caucho Circular:

Las mangueras impregnadas con hidrocarburos son inspeccionadas para determinar su nivel de contaminación: aquellas con afectación superficial pueden limpiarse y reciclarse, mientras que las altamente contaminadas requieren tratamiento intensivo antes de disponerse como no aprovechables. El drenado de líquidos retenidos se realiza de manera controlada en la PTARI, garantizando su contención segura. Finalmente, las mangueras descontaminadas se clasifican, almacenan y entregan a gestores autorizados, como Ática-Veolia, para su disposición final conforme a la normativa ambiental.





9.5.5. Bolsas de cemento

El plan posconsumo para bolsas de cemento busca minimizar el impacto ambiental de estos residuos mediante su recuperación, reciclaje y valorización. Al reincorporar sus materiales en el ciclo productivo, se reduce la demanda de materias primas vírgenes, el volumen de residuos en los vertederos y el consumo de energía, con beneficios ambientales, económicos y sociales, esto es gestionado por una empresa especialista como lo es **Ultracem - ARGOS**.

Ecosac saco biodegradable que reduce impacto ambiental (clic aquí )

Programa Sacos verdes - Argos Colombia (clic aquí )

Figura 12. Sacos de cemento Ultracem.



Fuente: Ultracem, 2023

Generación de energía - peligrosos

En el marco de la economía circular, el fuel blending se posiciona como una estrategia efectiva para el aprovechamiento energético de residuos peligrosos líquidos generados en entornos portuarios. Esta técnica consiste en mezclar residuos con poder calorífico para ser usados como combustible alternativo en procesos industriales, reduciendo el uso de combustibles fósiles y los impactos ambientales. Empresas especializadas, como Veolia, garantizan un tratamiento seguro y regulado que permite valorizar residuos inflamables, disminuir costos operativos y contribuir al cumplimiento normativo y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

9.5.6. Envases Gases refrigerantes

Los gases refrigerantes se administran bajo lineamientos técnicos ambientales para manejo integral de gases refrigerantes, esta red de recuperación, reciclaje y regeneración de refrigerantes (Red R&R&R) es liderada por el Ministerio de Ambiente bajo el programa de eliminación del consumo de HCFC en Colombia.

9.6. Métricas

La presente propuesta detalla un marco de métricas clave para cuantificar y evaluar el progreso de las iniciativas de la guía. La adopción de un seguimiento mensual de estos indicadores es fundamental para una gestión estratégica y proactiva.

Tabla 12. Porcentaje de residuos gestionados por economía circular

| Formula   | Objetivo  |
|---|---|
| $\frac{\text{kg de residuos reincorporados al ciclo}}{\text{Total kg de residuos generados}} \cdot 100$ | Cuantificar la proporción de residuos gestionados bajo esquemas circulares. |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Porcentaje de residuos enviados a disposición final (DF)

| Formula   | Objetivo  |
|---|---|
| $\frac{\text{kg de residuos por disposición final}}{\text{Total kg de residuos generados}} \cdot 100$ | Evaluar la proporción de residuos que no son aprovechados y deben ser enviados a disposición final. |

Fuente: Elaboración Propia

**Definición:** La disposición final incluye celda de seguridad, incineración y relleno sanitario.

Tabla 14. Tasa de valorización de residuos

| Formula  | Objetivo   |
|--|--|
| $\frac{\text{kg de residuos valorizados}}{\text{Total de residuos generados}} \cdot 100$ | Evaluar la proporción de residuos que son reincorporados a la cadena de valor mediante procesos de reciclaje, reutilización u otras formas de aprovechamiento. |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. Porcentaje de residuos reciclados

| Formula  | Objetivo  |
|--|---|
| $\frac{\text{kg de residuos reciclados}}{\text{kg de residuos generados}} \cdot 100$ | Determinar el porcentaje de residuos sin aprovechamiento. |

Fuente: Elaboración Propia

**Definición:** Reciclaje conforme a lo establecido en la normativa nacional vigente.



**Tabla 16.** Porcentaje de residuos reusados

| Formula  | Objetivo   |
|--|--|
| $\frac{\text{kg de residuos reusados}}{\text{kg de residuos generados}} \cdot 100$ | Medir el nivel de aprovechamiento de los residuos generados. |

Fuente: Elaboración Propia

**Definición:** Reutilización conforme a los criterios técnicos y legales definidos en norma.

**Tabla 17.** Tasa de aprovechamiento energético

| Formula   | Objetivo   |
|---|--|
| $\frac{\text{kg de residuos utilizados para generación energética}}{\text{Total de residuos orgánicos o peligrosos}} \cdot 100$ | Medir la proporción de residuos utilizados en procesos como blending, biogás o co-procesamiento. |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 18.** Eficiencia energética en valorización

| Formula   | Objetivo   |
|---|--|
| $\frac{\text{Energía total en kwh}}{\text{Toneladas de residuos tratados}}$ | Evaluar cuánta energía útil se recupera por tonelada de residuo tratado. |

Fuente: Elaboración Propia

## Número de sinergias activas de simbiosis industrial

**Definición:** Conteo de acuerdos vigentes con terceros para la reutilización de residuos o subproductos.

**Objetivo:** Identificar alianzas estratégicas para maximizar la eficiencia de recursos.

**Tabla 19.** Índice de circularidad interna

| Formula   | Objetivo  |
|---|---|
| $\frac{\text{kg de materiales reutilizados interno}}{\text{Total de materiales ofrecidos como residuos}} \cdot 100$ | Medir la eficiencia interna en la reutilización de materiales, envases y equipos. |

Fuente: Elaboración Propia

## Ahorro económico por estrategias circulares

**Definición:** Suma del ahorro generado por reutilización, menor disposición final y eficiencia energética.

**Objetivo:** Cuantificar el beneficio económico directo de implementar prácticas circulares.

**Tabla 20.** Tasa de gestión de residuos vía sinergias

| Formula   | Objetivo   |
|---|--|
| $\frac{\text{Ton de residuos gestionados mediante sinergia}}{\text{Total de residuos generados}} \cdot 100$ | Reflejar el nivel de colaboración con actores externos para la gestión circular. |

Fuente: Elaboración Propia

## Proveedores adheridos a programas posconsumo

**Definición:** Número de proveedores validados que gestionan productos al final de su vida útil bajo esquemas de responsabilidad extendida del productor (REP).

**Objetivo:** Medir el compromiso de la cadena de suministro con la circularidad.

**Tabla 21.** Contratos con cláusulas de economía circular

| Formula  | Objetivo   |
|--|--|
| $\frac{\text{Nº de contratos con cláusulas de aprovechamiento}}{\text{Total de contratos firmados}}$ | Evaluar la integración de principios circulares en acuerdos comerciales. |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 22.** Reducción de huella de carbono por circularidad

| Formula  | Objetivo  |
|--|---|
| $\text{tCO}_2 \text{ evitadas respecto a un escenario lineal de referencia}$ | Estimar el impacto ambiental positivo de las acciones circulares implementadas. |

Fuente: Elaboración Propia



## Mecanismos para la construcción de simbiosis Industrial

En el desarrollo de la guía se han presentado las diferentes formas de manejo de los residuos y la importancia de establecer alianzas con gestores y empresas que aporten a la gestión de la circularidad, de eso se trata la simbiosis industrial, es una estrategia avanzada de gestión sostenible de residuos, los residuos pueden convertirse en insumos para otra, reduciendo la disposición final, promoviendo el aprovechamiento y optimizando los recursos en el entorno portuario.

Los pasos principales de la simbiosis son: identificación de residuos o subproductos generados, clasificación y valorización de esos residuos, búsqueda de sinergias con industrias cercanas, infraestructura compartida o colaborativa.

A continuación, listados los principales beneficios de aplicar la simbiosis en los terminales portuarios:

- **Reducción** de costos en disposición final.
- **Cumplimiento** normativo y mejora de imagen ambiental.
- **Disminución** de huella de carbono y consumo de recursos.
- **Impulso** a la economía local mediante la creación de nuevas cadenas de valor.



## 11 Bibliografía

Acuña, L. C., Caceres, E. O., Campo, B. C., Bortoluzzi, E. C., Neckel, A., Moreno-Ríos, A. L., Dal Moro, L., Oliveira, M. L. S., de Vargas Mores, G., & Ramos, C. G. (2023). Advancing Sustainability: Effective Strategies for Carbon Footprint Reduction in Seaports across the Colombian Caribbean. Sustainability (Switzerland), 15(22). <https://doi.org/10.3390/su152215819>

ANDI. (2023, August 30). ANDI - Noticias. <https://www.andi.com.co/Home/Noticia/17518-a-traves-de-los-siete-programas-creados>

Cecilia Ruiz Silva Tesis de Maestría Tutor, Y., Patricia Cano Cotutor, H., & Canales, F. (2023). Metodología para el Aprovechamiento de Residuos Generados por la Demolición en Coremar. (2021). PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS - PGIR.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy - A new sustainability paradigm? Journal of Cleaner Production, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.12.048>

Itomak latinoamericana. (2017). ITOMAK LATINOAMÉRICA EQUIPOS Y TECNOLOGÍA LIMPIA.

Iturriago, M., & Rodriguez, H. (2025). Estrategias para la gestión integral de residuos en terminales portuarios: enfoque en economía circular - estudio de caso en Palermo Sociedad Portuaria. <https://repositorio.cuc.edu.co/entities/publication/e9c40cb0-26cf-4a80-97aa-a55ae166d40d>

Minambiente. (2024, July 29). Gobierno unifica el código de colores para la separación de residuos en la fuente a nivel nacional. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4595-gobierno-unifica-el-codigo-de-colores-para-la-separacion-de-residuos-en-la-fuente-a-nivel-nacional>

Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Estrategia Nacional de Economía Circular Contenido.

Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, U. (2024). PROGRAMA DE GESTIÓN PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS.

SynerTech SAS. (n.d.). TRATAMIENTO DE LODOS PARA AGUAS RESIDUALES. Retrieved March 11, 2025, from <https://www.synertech.com.co/aguas-residuales/tratamiento-de-lodos#:~:text=La%20Zaranda%20Separadora%20de%20Lodos,lodos%20de%20las%20aguas%20residuales>





**PALERMO**  
SOCIEDAD PORTUARIA