

Parte 3

*Reciclaje y disposición  
final segura de  
RESIDUOS SÓLIDOS*







## INTRODUCCIÓN

La gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos debe ir más allá de la simple eliminación o su aprovechamiento, por métodos seguros. La solución se remonta a resolver la causa fundamental del problema intentando cambiar las pautas no sostenibles de la producción y consumo de bienes y servicios. Ello entraña la aplicación del concepto de gestión integrada del ciclo vital que representa una oportunidad única de conciliar el desarrollo con la protección del medio ambiente\*.

La evaluación del ciclo de vida es una herramienta que se usa para evaluar el impacto potencial, sobre el medioambiente, de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida, mediante la cuantificación del uso de recursos ("entradas" como energía, materias primas, agua) y emisiones medioambientales ("salidas" al aire, agua y suelo) asociados con el sistema que se está evaluando. La evaluación del ciclo de vida de un producto típico tiene en cuenta el suministro de las materias primas necesarias para fabricarlo, la fabricación de intermedios y, por último, el propio producto, incluyendo envase, transporte de materias primas, intermedios y producto, la utilización del producto y los residuos generados por su uso.

De acuerdo a la evaluación de la gestión de los residuos sólidos en el Perú\*\*, la generación per cápita (GPC) promedio de residuos sólidos domiciliarios, se incrementa proporcionalmente al crecimiento de la economía. En el Perú, la generación per cápita se ha incrementado de 0.529 Kg/hab/día en el año 2001\*\*\* a 0.7 Kg/hab/día, en el año 2007. Asimismo, la generación de residuos sólidos municipales, en general, pasó de 0.711 Kg/hab/día en el año 2001 a 1.08 Kg/hab/día, en el año 2007.

Por consiguiente, se aprecia que ha habido un incremento de la GPC de 51.9% en 7 años, lo que en promedio equivale a una tasa de crecimiento anual del 6.15%. Ante el incremento de la demanda del servicio del manejo y gestión de residuos sólidos, la oferta que actualmente existe en el país debe incrementarse.

En cuanto a las actividades de reciclaje y/o reaprovechamiento, éstas actualmente son poco significativas y, por lo general, se realizan de manera informal, lo cual requiere también una intervención para su formalización, tecnificación e incorporación práctica en los sistemas de gestión integral de residuos sólidos municipales; de tal manera que, se disminuyan los volúmenes a ser dispuestos en rellenos sanitarios.

La composición de los residuos sólidos del futuro se proyecta a una composición de residuos con mayores características para el reciclaje. En este contexto la ecoeficiencia debe contribuir a mejorar la calidad de vida y a disminuir la generación de residuos sólidos.

\*Agenda 21. Capítulo 21. Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales. Ítem 21.4 Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, República Federativa del Brasil - junio de 1992.

\*\*Ministerio del Ambiente. Informe Anual de Gestión de Residuos Sólidos; 2008.

\*\*\*Organización Panamericana de la Salud (OPS). Encuesta Nacional de Evaluación Regional de Servicios de Manejo de Residuos Sólidos; año 2002.



## Gestión integral de los residuos sólidos

Esta gestión implica considerar todas las etapas del manejo de los residuos sólidos como un todo y no como una suma de partes, abordándose la problemática ambiental de los residuos sólidos de manera mucho más eficiente. De este modo, existe un orden para abordar el problema, el cual se debe iniciar por la prevención, lo que supone estar preparado para tomar las acciones del caso; luego, la minimización de impactos y residuos. Así, por ejemplo, se identifica los puntos en los cuales se contamina y se intenta reducirlos lo más posible. El paso siguiente es la reutilización y reciclaje, donde se busca volver a usar los residuos. Por ejemplo, usar retazos de telas para confeccionar cojines o la transformación de residuos orgánicos para obtener compost. Luego, sigue el proceso de tratamiento, por el cual se pretende reducir los componentes dañinos contenidos en los residuos y que pueden dañar el ambiente. La última etapa es la disposición final segura de los residuos.

### Jerarquía del manejo de residuos sólidos



Viviendas

### ¿Qué son residuos municipales?

Son aquellos residuos generados en domicilios, comercios, oficinas administrativas, colegios y otras entidades que generan residuos similares a éstos, en el ámbito de la jurisdicción municipal.

Puede encontrarse residuos peligrosos como pilas, recipientes (pintura, desinfectantes, insecticidas) y no peligrosos como papel, cartón, latas, recipientes de alimentos de vidrio, plástico, entre otros.



Oficinas



La gestión integral de los residuos sólidos, por su naturaleza es una problemática compleja, que para ser abordada requiere de concurso de diversos sectores y múltiples disciplinas para ejecutar actividades, técnicas administrativas de planeamiento, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos del ámbito nacional, regional y local, para disminuir los impactos ambientales que provoca.

La gestión de los residuos sólidos en el país se viene orientando a los objetivos de minimización, reutilización y reciclaje. A los municipios distritales les corresponde elaborar y ejecutar sus planes de gestión de residuos sólidos; y a los municipios provinciales, el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos-PIGARS.

En este contexto, la minimización de la generación de los residuos sólidos tiene dos objetivos: generar menor volumen y con menor peligrosidad. La minimización se debe lograr sin el deterioro de la calidad de vida.

La estrategia de las 3R se orienta al manejo de los residuos que sea más sustentable con el medio ambiente y, específicamente, da prioridad a la reducción en el volumen de residuos generados. Las 3R corresponde a las siglas de las palabras Reducir, Reutilizar y Reciclar:

- **Reducir**

Se refiere reducir el volumen de los residuos. Por ejemplo, consumir productos con empaques más pequeños o empaques elaborados con materiales biodegradables o reciclables.

- **Reutilizar**

Se refiere a utilizar los materiales que aún pueden servir, en lugar de desecharlos. Por ejemplo, utilizar botellas de PET o vidrio para almacenar agua, aceites o alimentos.

- **Reciclar**

Se refiere a transformar los materiales de desecho en nuevos productos. Por ejemplo, transformar botellas de PET desechadas en fibras sintéticas para la confección de prendas de vestir.





## Manejo de los residuos sólidos municipales

El manejo de los residuos sólidos incluye toda actividad técnica operativa de los residuos sólidos, que involucra el manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo desde la generación hasta la disposición final\*.

El siguiente diagrama permite relacionar mejor cada actividad técnica operativa del manejo de los residuos sólidos.



\*Actividad no empleada en nuestro país a nivel municipal.

\*\* Ley N° 27314, décima disposición.

## 3.1

# MINIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN

## de los residuos sólidos

### 3.1.1. MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Es la acción de reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora.

#### ¿Cómo podemos participar?

Aprendiendo a usar mejor nuestros recursos y disminuyendo la generación de residuos, así como almacenando los residuos por separado, evitando de esta manera un mayor volumen de residuos peligrosos. Podemos empezar por aplicar las 3 R's: Reducir, Reciclar y Reusar.



Figura N° 3.1: Las 3R's de los residuos sólidos.

#### • Reducir

Consiste en realizar cambios en la conducta cotidiana para generar una menor cantidad de residuos. Podemos realizar lo siguiente:

- Utilizar bolsas de yute o paja para ir al mercado.
- Al comprar el pan utilizar bolsas de tela.
- Evitar comprar productos desechables: vasos, platos descartables.
- Comprar productos con vida útil larga, como pilas alcalinas o recargables.
- Evitar el gasto innecesario de papel higiénico.
- Comprar sólo lo necesario.

#### • Reusar

Es darle la máxima utilidad a las cosas sin necesidad de destruirlas o desecharlas. Darle otros usos a los objetos que adquirimos, para alargar su tiempo de vida y evitar que se conviertan en residuos. Podemos realizar las siguientes acciones:

- Usar productos que tengan envases retornables.
- Utilizar las hojas de papel bond por ambos lados.
- Vender u obsequiar las cosas que para uno ya no son útiles, pero si para otros (ropa usada, muebles, equipos, entre otros).
- Realizar manualidades con algunos residuos (llaveros, portalápices, adornos, entre otros).



## • Reciclar

Es usar el material del bien o producto una y otra vez luego de ser transformado en un producto similar o uno parecido que pueda volverse a usar: cartón, papel, plástico, vidrio, entre otros.

### ¿Porqué implementar un plan de minimización de residuos?

- Porque cada vez que reducimos, reusamos o reciclamos un bien disminuye la cantidad de residuos a disponer en un relleno sanitario, lo cual permite aumentar la vida útil de la infraestructura y proteger aún más nuestros recursos agua, suelo y aire.
- Para que se genere materia prima de calidad a menor costo, ahorrando recursos naturales y energía.

- Para promover la participación ciudadana en las campañas de sensibilización y de forma directa en el programa de segregación de residuos en la fuente, consiguiéndose de esta manera consumidores ambiental y socialmente responsables.

- Para ir el volumen de residuos peligrosos. Este aspecto es clave en el manejo de los residuos sólidos; ya que, al minimizar su peligrosidad en el punto de generación, se está contribuyendo con reducir los riesgos sanitarios y costos en las etapas posteriores.

- Porque posibilita ingresos por la venta de residuos.

- Para vivir en ciudades más limpias.

- Para mejorar la calidad de vida en un ambiente sano.

Para conocer los procedimientos para formular un plan de minimización de residuos sólidos se puede usar la “Guía Técnica para la formulación e implementación de planes de minimización y reaprovechamiento de residuos sólidos en el nivel municipal”.

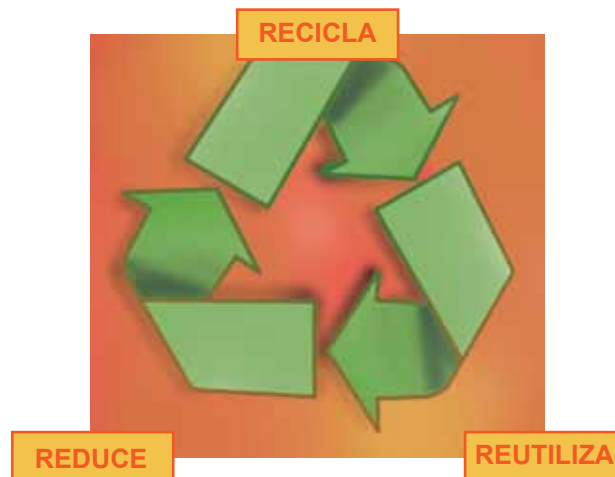


Figura N° 3.2: Símbolo del reciclaje.



## MINIMIZACIÓN

VENTAJAS	DESVENTAJAS
La minimización puede aumentar la vida útil de los lugares de disposición final.	No existen desventajas considerables. Sin embargo, hay poco interés o difusión de tecnologías que faciliten esta labor en hogares.
Con la reutilización y reciclaje se ahorra energía y algunos recursos naturales en la producción de nuevos insumos y productos.	

### Recomendaciones

Los gobiernos locales deben promover la minimización de la generación de los residuos. Esta promoción se puede realizar mediante programas de educación ambiental, en el tema de residuos sólidos, en escuelas, instituciones, organizaciones vecinales, etc.

### Experiencias de minimización

#### • Reducción

La ONG Ciudad Saludable, como parte de su intervención en algunas ciudades del país, desarrolló un programa de minimización de residuos, que consistió en elaborar bolsas de tela para reemplazar a las bolsas comunes (hechas de plástico).

El fin de este programa era demostrar que era factible concientizar a la población en el uso de bolsas de tela (bolsas sanas) en lugar de las de plástico.



**Figura N° 3.4:** Grupo de mujeres confeccionando bolsas sanas.

#### • Reciclaje

Otra experiencia fue el reciclaje artesanal de papel para elaborar objetos con usos alternativos. Cabe destacar que reciclar implica transformar mediante procesos químicos, biológicos o físicos el producto, por lo que algunas veces se confunde el término reciclaje con el de reutilización.



**Figura N° 3.3:** Se aprecia cómo se recicló el papel para producir estos originales lapiceros.

#### • Reutilización

La reutilización implica volver a usar algún material, objeto o desecho, que fue aprovechado en un determinado momento.



**Figura N° 3.5:** Reutilización de una botella como regadera.



*de residuos sólidos*

Está demostrado que hay dos formas de lograr alto valor de recuperación de los residuos, estos son: educación con residuos y arte con residuos, es decir, el material reaprovechable no retribuye su mayor valor por peso unitario, sino por el medio que representa para conseguir una tarea educativa o un acto de creación artística.

Los residuos orgánicos, producto de la elaboración de alimentos y restos de alimentos preparados, pueden ser directamente reaprovechados para la elaboración de compost (mejorador de suelo).



**Figura N° 3.6:** Modelo de presentación del proceso de elaboración del compost.

### 3.2.1. REAPROVECHAMIENTO

El reaprovechamiento consiste en volver a beneficiarse con un bien ya usado (residuo sólido). Para ello es necesario agrupar y clasificar los residuos sólidos previamente, para poder manipularlos de manera especial. Para tal efecto, se separan y distinguen entre materiales orgánicos e inorgánicos, secos o húmedos.

La actividad de segregación de residuos de ámbito municipal, como se muestra en la figura 3.7, debe convertirse en el ejemplo a seguir. Al segregar, separamos los residuos para poder darles un uso posterior, sea éste la comercialización, la reutilización, el reciclaje o el compostaje.

**Figura N° 3.7:** Para que se haga efectivo a la segregación, se requiere programas de sensibilización tendientes a lograr que los vecinos efectúen la selección en sus hogares.







### Los recicladores

Los recicladores, segregadores o acopiadores informales, son personas que recogen, utilizan y comercializan los residuos dispuestos en la vía pública, ya sea de manera directa, o generando un valor agregado.

Su actividad constituye muchas veces una alternativa a la recolección incompleta de residuos por parte de los municipios. Sin embargo, pueden crear una serie de riesgos asociados a la manipulación, y por consiguiente a su salud.

La "Norma Técnica de Salud que guía el manejo selectivo de residuos sólidos por segregadores", tiene por finalidad asegurar el manejo apropiado de los residuos sólidos, para prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental y bienestar de la persona.

### SEGREGACIÓN PARA EL REAPROVECHAMIENTO

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Los residuos segregados pueden ser reutilizados o reciclados, minimizando los desechos.	La población aún no es conciente de la segregación en casa, por lo que cuesta esfuerzo iniciar todo el proceso.
Al tener los residuos segregados, la comercialización de los mismos se vuelve más fácil.	Los "recicladores" informales podrían generar desorden en la comuna.
Las personas capacitadas, en la segregación de residuos, contribuyen en mantener una localidad más limpia.	

### Recomendaciones

Las municipalidades deben establecer normas (ordenanzas) sobre la segregación en el hogar para su promoción en las viviendas.

Si existen segregadores informales en la zona, el gobierno local debería propiciar su formalización e incorporarlos en el sistema de recolección, pudiéndoles asignar áreas para brindar sus servicios.

El gobierno local debe dirigir el proceso de segregación, haciendo uso de su facultad y potestad para trabajar con los "recicladores".

Las municipalidades deben empadronar a las personas dedicadas a segregación de residuos.



### 3.2.2. RECICLAJE

Es toda actividad que permite reaprovechar un residuo sólido, mediante un proceso de transformación\*. Con el reciclaje se contribuye a la reducción del uso de espacios en los rellenos sanitarios y botaderos.

La empresa privada puede contribuir directamente en el reciclaje. Para que esto sea posible la municipalidad debe contribuir en la generación de una oferta de residuos para ser comercializados y transformados por empresas formales\*\*.

#### Algunos materiales reciclables industrialmente:

##### Reciclaje de papel y cartón

La materia prima de estos elementos son los árboles. Por cada tonelada de papel que se recicla, se evita la tala de por lo menos quince árboles.

##### Ventajas

- ✓ Disminuye la necesidad de fibras vegetales y fibras vírgenes.
- ✓ Disminuye el volumen de residuos municipales (el 25% de nuestros desperdicios está compuesto de papel y cartón).
- ✓ Disminuye la contaminación del aire y del agua.
- ✓ Disminuye la exportación de madera y la importación de papel, representadas en miles de toneladas al año.
- ✓ El rendimiento de papel reciclado es aproximadamente de un 90%, frente al 50% del rendimiento celulósico.



Figura N° 3.8: Reciclaje de papel y cartón.



Figura N° 3.9: Reciclaje de latas.

##### Reciclaje de latas

Las latas son usadas para contener líquidos (en su mayoría) o elementos semisólidos.

##### Ventajas:

- ✓ Obtener aluminio reciclado reduce en un 95% la contaminación y contribuye a la menor utilización de energía eléctrica, en comparación con el proceso de materiales vírgenes.
- ✓ Reciclando una lata de aluminio se ahorra la energía necesaria para mantener un televisor encendido durante 3 horas.

\*10ª Disposición complementaria LGRS.

\*\*Para lograr que exista inversión privada para el reciclaje es necesario volúmenes mínimos que justifiquen las inversiones a realizar. Asimismo se pueden propiciar micro empresas que se dediquen al reciclaje artesanal.

### Reciclaje de plásticos

Los plásticos son diversos y poseen muchas clasificaciones: por tipo de proceso, color, textura y composición.

#### Ventajas del reciclaje de plástico

- ✓ Ahorro de materias primas y energía.
- ✓ Disminución del impacto ambiental o de la alteración del paisaje que suponen los plásticos desperdigados por el suelo.

#### Desventajas del reciclaje de plástico

- ✓ No todos los plásticos son reciclables.



Figura N° 3.10: Reciclaje de plástico.



Figura N° 3.11: Reciclaje de vidrio.

### Reciclaje de vidrio

Se puede reciclar infinitas veces.

#### Ventajas

- ✓ El vidrio depositado para reciclaje se reutiliza en un 100%.
- ✓ Disminución de los residuos municipales.
- ✓ Disminución de la contaminación del ambiente.
- ✓ Ahorro de los recursos naturales: cada kg de vidrio recogido sustituye 1.2 kg. de materia virgen. La energía que ahorra el reciclaje de una botella mantendría encendida una ampolleta de 100 watt durante 4 horas.

## RECICLAJE

### VENTAJAS

- Se ahorra energía, ya que no se produce dos veces lo mismo.
- Se reduce los costos de recolección.  
Se reduce el volumen de los residuos sólidos destinados al reciclaje.
- La vida útil de los rellenos es más larga, debido a que no llegaría el residuo que será reciclado.
- Genera empleo para las personas o instituciones que se dediquen a este rubro.
- Genera ingresos económicos.

### DESVENTAJAS

Esta actividad ha generado una demanda fuerte de elementos que antes no tenían valor, y que hoy son hurtados muchas veces de las vías públicas, desmantelando infraestructura útil para la sociedad. Por ejemplo, las papeleras públicas son desmanteladas para vender sus partes.

### Recomendaciones

Los gobiernos locales deben propiciar la participación del sector privado en el reciclaje de materiales segregados y así obtener beneficios conjuntos. También deben invertir en sensibilizar a la población, gasto que será retribuido ampliamente cuando la población segregue en sus hogares y deje de verter residuos en la vía pública.

Para poder ser sostenible, una microempresa requiere como mínimo comercializar 3 T/mes de residuos segregados, en zonas urbanas.



### 3.2.3. COMPOSTAJE

Es el proceso mediante el cual la materia orgánica que se desecha (residuos de alimentos, hojas, etc.) puede ser reaprovechada por un proceso de descomposición aerobio (con presencia de aire), que permite generar un abono orgánico rico en nutrientes, que a su vez puede ser utilizado en agricultura, jardinería u otros usos relacionados a la tierra.

El producto, generado a partir de los residuos sólidos orgánicos, puede ser aprovechado en zonas rurales, para el enriquecimiento de suelos y cultivos.

Los residuos orgánicos pueden ser aprovechados como alimento para animales (procesos térmicos industriales), generación de biogás (usando biodigestores) y compostaje mayormente.

#### Alternativas de compostaje



##### Puede hacerse:

- Compostaje en ecosilos
- Compostaje en terrenos

#### • Compostaje en Ecosilos\*

Un ecosilo es un procesador para los desperdicios orgánicos, instalado en hoyos cilíndricos cavados en la tierra, en cuyo interior se deposita material orgánico proveniente de restos de comida, poda de césped, hojas secas, huesos, etc. El sistema debe constar de 2 ecosilos para alternar el uso. El primero se usa para el llenado, durante aproximadamente 6 meses. En el segundo se termina el proceso de compostaje. Así, cada semestre hay una cosecha de abono orgánico de alto valor.

El costo de un ecosilo en Lima puede variar entre 90 y 180 nuevos soles (no incluye transporte, pero sí servicio de asesoría por un año), dependiendo del tipo de suelo donde se ubique el hogar. El servicio de la cosecha del abono se realiza periódicamente y tiene un costo de 3 nuevos soles al mes.



Figura N° 3.12: Materia orgánica dentro de ecosilos.



Figura N° 3.13: Ecosilos en áreas exteriores de casas.



## COMPOSTAJE EN ECOSILOS

VENTAJAS	DESVENTAJAS
El costo de mantenimiento y la operación de la cosecha del abono orgánico de los ecosilos es sustentable y rentable.	Este sistema no es aplicable en zonas extremadamente rocosas, ni en zonas con capas de agua freática alta.
Puede ser instalado en zonas urbanas, periurbanas, rurales y poblaciones dispersas, a cualquier altitud	
Reduce la contaminación ambiental como: focos de infecciones, menor quema de basura, menos gastos y menos gases tóxicos generados por el transporte.	
Con un mantenimiento adecuado, no genera olor ni atrae moscas ni roedores.	
Requiere sólo un metro cuadrado para la instalación.	
Estimula el trabajo del huerto familiar productivo.	

### Recomendaciones

Es recomendable que la población se agrupe para hacer uso de este sistema y generar una limpieza total del lugar y así aprovechar el recurso energético de los desperdicios orgánicos para las plantas y como mejorador del suelo.

Es indispensable informar, orientar e involucrar a la población en el proyecto antes, durante y después de la instalación de este sistema.

#### • Compostaje en terrenos

La materia orgánica proveniente de los desechos domiciliarios y de mercados, puede ser aprovechada para la elaboración de compost.



**Figura N° 3.14**  
Compostaje en terreno

### ¿CÓMO SE ELABORA EL COMPOST?

- Los residuos orgánicos, triturados y limpios, son depositados al aire libre, en la zona de fermentación y son volteados periódicamente.
- En zonas secas, será necesario humedecer de vez en cuando los residuos, con una frecuencia de volteo cada dos o tres días. Si la humedad está debajo del 40% es necesario regarlos. La distribución es en hileras de 1,70 a 2 m. de largo y 2,7 a 3 m. de ancho. El tiempo necesario para completar el ciclo varía de acuerdo a las condiciones ambientales de temperatura y humedad.
- En lugares cálidos y húmedos el proceso se acelera.
- Las hileras de montículos deben ser protegidas con mallas, para evitar la proliferación de insectos.



COMPOSTAJE EN TERRENO	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se contribuye a la reducción del volumen y peso de los residuos que se llevan a los rellenos y/o botaderos.	Si no es bien manejado, se producen malos olores.
Se reduce el uso de abonos químicos.	Requiere un espacio importante, ya que los residuos serán colocados en el terreno de manera directa.
Recomendaciones	
Siempre cubrir los montículos o lechos con pasto, hojas o compost listo.	
No compostar carne o desechos de carne para evitar la presencia de roedores.	
No comprimir los desechos biodegradables.	
Controlar constantemente la humedad y la temperatura.	



**Figura N° 3.15** Trapo industrial hecho en base a la reutilización de retazos de tela.



**Figura N° 3.16** Waype elaborado a partir de restos de hilados de la industria textil.

### 3.2.4. INSTALACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST

La infraestructura mínima recomendable para el tratamiento de residuos orgánicos y elaboración de compost es la siguiente:

#### Ubicación

- A una distancia mínima de 1000 metros de la población.
- La dirección predominante del viento debe ser en sentido contrario a la ubicación del centro poblado.

#### Infraestructura

- Un área para ingreso, estacionamiento y patio de maniobras para el vehículo que abastece los residuos, zona de descarga de los residuos

- Un patio de clasificación de insumos y mezcla de materiales con cobertura.
- Un patio de producción con base nivelada compactada con puntos de abastecimiento de agua y sistema de drenaje para aguas residuales.
- Una instalación (poza) para captación de los lixiviados generados en el proceso de compostaje.
- Un área para el empaque y almacenamiento del compost terminado.
- Instalaciones de servicios higiénicos para el personal, con abastecimiento de agua potable e instalaciones de desagüe que incluya sistema de tratamiento de las aguas residuales en el caso de no contarse con servicio de alcantarillado público.
- Un área de oficina de administración.
- Cerco perimétrico con barrera sanitaria.





El proceso de descomposición biológica de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos puede darse por dos vías: la aeróbica o anaeróbica denominada metanización, en condiciones controladas. Las bacterias actuantes son termófilas, desarrollándose el proceso a temperaturas comprendidas entre 50 °C y 70 °C, lo que produce la eliminación de los gérmenes patógenos y la inocuidad del producto.

La descomposición puede ser natural (al aire libre) o acelerada (en digestores). En el primer caso, tiene una duración aproximada de 4 meses y, de 45 días en el segundo. El compostaje es una técnica de reaprovechamiento en la que se recupera la fracción orgánica de los residuos, utilizándose en su condición de compost en labores agrícolas.



Figura N° 3.17 Residuos útiles para el proceso de compostaje.

### INSTALACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST (COSTA)

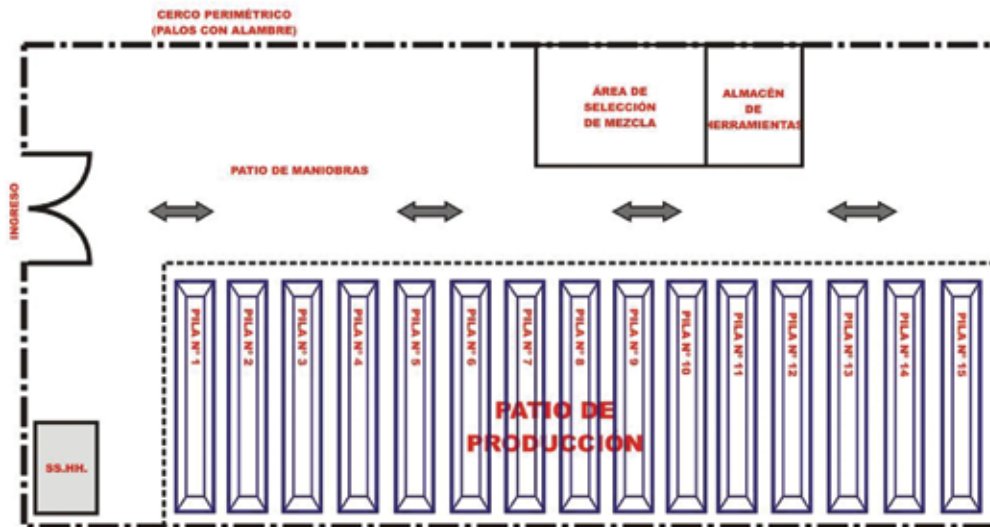


Figura N° 3.18: Esquema de instalación de elaboración de compost para zona de baja temperatura y precipitación pluvial media (Costa).

### INSTALACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST (SIERRA)

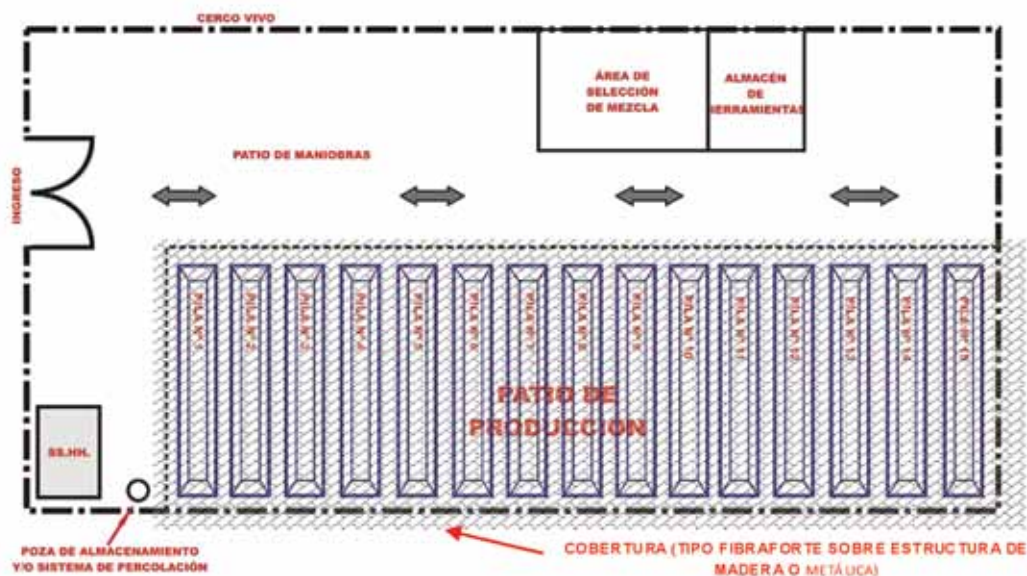


Figura N° 3.19: Esquema de instalación de elaboración de compost para zona de baja temperatura y precipitación pluvial media (Sierra).

### INSTALACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST (SELVA)

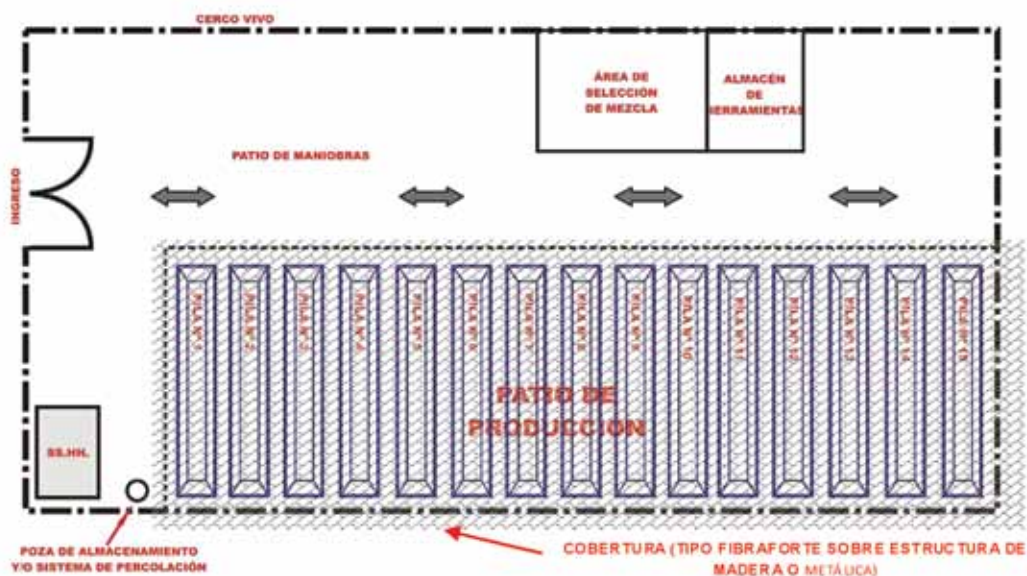


Figura N° 3.20: Esquema de instalación de elaboración de compost para zona de baja temperatura y precipitación pluvial media (Selva).

***y transferencia eficiente  
de residuos sólidos*****3.3.1. MANEJO SELECTIVO**

Conjunto de actividades que tienen como principio agrupar determinados componentes o elementos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial, durante la recolección, transporte y destino final ya sea reaprovechamiento (material reciclable) o disposición final (material inservible) según corresponda.

**Beneficios de Implementar un Programa de Manejo Selectivo de Residuos:**

- Promoción de una cultura de reciclaje.
- Parques, calles y canales más limpios.
- Reducción de costos en el manejo integral de residuos.
- Mejora de la calidad de vida de los segregadores.
- Reducción de puntos críticos de acumulación de residuos.
- Valorización de los residuos al no mezclarse unos con otros, evitándose la contaminación por residuos peligrosos.

**¿Qué hacer para comercializar los residuos?**

La comercialización de residuos sólidos se realiza a través de empresas comercializadoras de residuos sólidos (EC-RS) debidamente registradas en la DIGESA y autorizadas por la Municipalidad

correspondiente, a través de la licencia de funcionamiento.

La municipalidad puede constituir una empresa municipal y convertirse en una EC-RS para realizar la venta de los residuos reaprovechables recolectados, si aún esto no es posible, los materiales recuperados pueden ser comercializados a través de una EC-RS debidamente registrada y autorizada, para lo cual pueden consultar la base de registro de EC-RS, publicado en la página web de la DIGESA [www.digesa.minsa.gob.pe](http://www.digesa.minsa.gob.pe). En este registro encontrará información de: la ubicación de las empresas, el número del registro, el representante legal, responsable técnico, la fecha de vigencia del registro y las actividades para las cuales la empresa está registrada.

Los precios de referencia para la comercialización de residuos, en general, están sujetos a variación respecto al precio internacional de los metales y el precio del combustible, siendo necesario verificar su valor periódicamente. Una referencia del valor de los materiales reaprovechables se puede consultar en la bolsa de residuos sólidos: [www.bolsaderesiduos.org.pe](http://www.bolsaderesiduos.org.pe). En la "Guía Técnica para la formulación e implementación de planes de minimización y reaprovechamiento de residuos sólidos en el nivel municipal" podrá encontrar detalles sobre los aspectos técnicos para reciclar los diversos residuos sólidos.

**Requisitos para la inscripción en el registro de EC-RS:**

- a) Copia de la constancia de inscripción de la empresa en los Registros Públicos, debiendo encontrarse expresamente consignado dentro del objeto social de la empresa la comercialización de los residuos sólidos.
- b) Memoria descriptiva de las actividades de comercialización de residuos sólidos a realizar, de acuerdo al formato emitido por la DIGESA; la misma que debe estar suscrita por el ingeniero responsable.
- c) Carta compromiso suscrita por el mismo profesional, referido en el acápite anterior, en su calidad de responsable del manejo de los residuos, la cual debe ser acompañada de la constancia de habilitación profesional correspondiente.
- d) Planos de ubicación y distribución de la instalación de comercialización de residuos sólidos.
- e) Plan de contingencia en casos de emergencia.
- f) Licencia de Funcionamiento de las instalaciones (planta y oficinas) expedida por la autoridad municipal respectiva.



### 3.3.2. LIMPIEZA PÚBLICA

#### a. Almacenamiento

Es la operación de acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas, como parte del sistema de manejo, hasta su disposición final.

##### • Formas de almacenamiento

El almacenamiento de los residuos sólidos se realiza utilizando una diversidad de recipientes, teniendo entre ellos bolsas de plástico, cilindros de 200 litros, envoltorios de papel, etc.

Dentro de los predios, los residuos son almacenados en bolsas o recipientes como tachos, cajas y cubos de basura. Una vez llenos, son dispuestos en las bermas laterales o en las veredas de la vía pública, en espera del vehículo recolector.



**Figura N° 3.21:** Se puede apreciar el mal uso que se les da a las papeleras y cestas.

Debido al consumismo, en algunas localidades del país, especialmente en zonas de mediano y alto ingreso económico, se observa el uso desmedido de bolsas de plástico. En cambio, en zonas de menor ingreso, los residuos son almacenados en envoltorios de papel.

En ciertas localidades, se observa que algunas personas arrojan todo tipo de desperdicios en las papeleras o cestas de las aceras. Esos depósitos han sido diseñados para recibir desperdicios generados por un transeúnte común, y no para restos orgánicos de comerciantes ambulatorios o viviendas, ni para papeles provenientes de oficinas, restos de vidrios, etc.

\*Precios en Lima.

Otros implementos de almacenamiento son dispuestos en la vía pública (cestas), mercados (cilindros), centros de abastos, o lugares de alto tránsito (contenedores).



**Figura N° 3.22:** Cestas a 1 m. de altura, que evita que los animales pequeños puedan romper las bolsas



**Figura N° 3.23:** Cilindros que se podrían ubicar en mercados o centros de abastos



**Figura N° 3.24:** Contenedores de almacenamiento para lugares de alto tránsito

Los costos de las papeleras que se dispondrán en las vías públicas más transitadas de los distritos varían según sus características. Así tenemos:

- Papeleras de polietileno de alta resistencia\*: US\$ 90 más IGV
- Contenedor rodante para limpieza\* 190 a 250 litros: entre US\$ 60 a US\$ 70, más IGV
- Cilindros de 200 litros: S/. 80\*

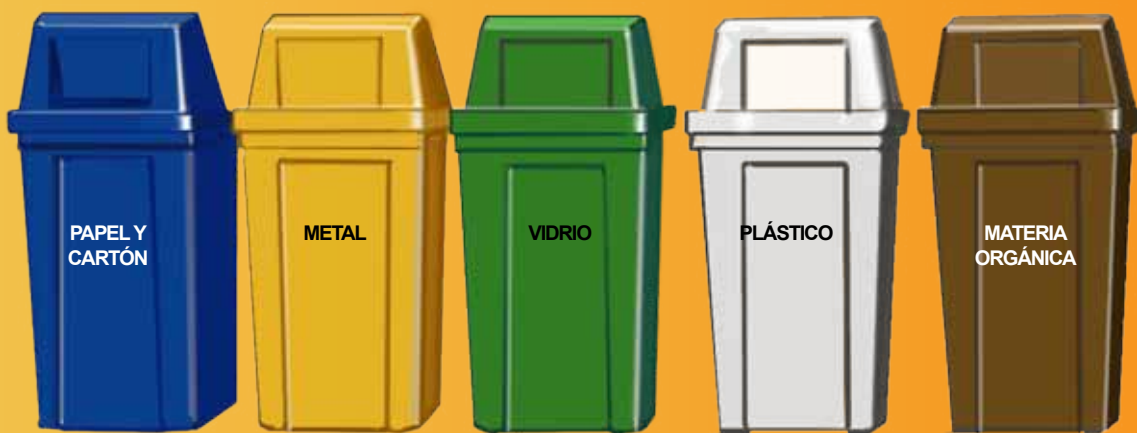


Figura N° 3.25: Punto de acopio de maleza.

• **Almacenamiento selectivo**

El almacenamiento selectivo consiste en disponer los residuos sólidos de manera diferenciada, utilizando recipientes de distintos colores para el almacenamiento de residuos.

Figura N° 3.26: Muestra de recipientes diferenciados por colores, según la NTP 900.058 aprobada por el INDECOPI.



• **Experiencia de almacenamiento selectivo**

El gobierno local debe promover el almacenamiento selectivo. La empresa privada puede convertirse en un buen aliado para iniciar el proceso conjunto de almacenamiento.

En algunas ciudades del país, las cadenas de supermercados han colocado depósitos de almacenamiento selectivo de residuos al ingreso de sus locales comerciales, como en la figura 3.27.



Figura N° 3.27: Recipientes diferenciados por colores y símbolos en un supermercado de Lima.





<b>ALMACENAMIENTO SELECTIVO</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Se pueden diferenciar los residuos y clasificar por tipos.	La necesidad de varios contenedores, puede causar confusión en el usuario.
Si se realiza de manera conjunta (municipio y empresa privada), la empresa puede obtener beneficios económicos de la comercialización de los residuos y el gobierno local minimizará el uso del lugar de disposición final.	
Se disminuye el volumen de los residuos sólidos que van a botaderos o rellenos sanitarios: 4,000 botellas recicladas son 1,000 kilos menos de basura.	
<b>Recomendaciones</b>	
Es importante que en los hogares se segreguen los residuos, utilizando bolsas o contenedores selectivos, antes de entregarlos al recolector.	
Se sugiere que los depósitos de almacenamiento se den de manera gradual, pudiendo tener solo 2 depósitos, diferenciándolos por residuos orgánicos e inorgánicos.	

**b. Barrido de espacios públicos**

El barrido de espacios públicos obedece a la necesidad del gobierno local de presentarlos limpios. El barrido se hace generalmente en centros urbanos consolidados, así como en la cercanía de mercados de abastos.

El personal responsable del barrido pertenece generalmente a la municipalidad. Para cumplir su función utiliza escobas, rastrillos y bolsas, entre otros implementos.

<b>EL BARRIDO</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Mantiene la estética e higiene de la ciudad.	La mala técnica de barrido genera excesivo polvo, que afecta a la salud y al ambiente.
Minimiza el recorrido del camión recolector, debido a que la persona que barre puede establecer pequeños centros temporales de acopio.	
<b>Recomendaciones</b>	
Se debe realizar campañas de sensibilización para que la población no bote residuos sólidos en la vía pública. Con ello se disminuiría el gasto del servicio de barrido, destinándose lo ahorrado al área de parques y jardines, u otro fin.	
Se debe organizar cuadrillas de personas responsables del barrido, cuando los residuos generados en la ciudad, sobrepasen el límite de almacenamiento.	
Se debe capacitar al personal que intervenga en el manejo de residuos sólidos, para hacerlo más eficiente.	





Para conocer el grado de eficiencia del servicio de barrido en una localidad, debemos tener en cuenta los siguientes indicadores\* :

#### Habitantes por barredor:

- Para una población de 2,000 a 2,500 habitantes, se necesita 1 barredor, cuyo rendimiento es de 1.3 km/barredor/día, en promedio.
- El indicador antes citado se ajusta a zonas urbanas.

Cobertura del barrido: %

Rango (R) aceptable de barrido:

80 a 100%

$R = \frac{\text{Longitud de calles barridas}}{\text{Longitud total de calles}} \times 100$

#### Costo de implementación del servicio de barrido\*

Implementar todo el sistema de barrido de calles, sin costos operativos, implica al gobierno provincial lo siguiente:

- Provisión de cilindros para almacenamiento selectivo en zonas comerciales:

100 x S/. 80.00 = S/. 8,000

- Adquisición de papeleras para almacenamiento de RRSS en el casco urbano:

200 x S/. 200.00 = S/. 40,000.00

- Capacitación sobre bioseguridad e higiene, atención al cliente, etc.:

2 x S/. 2,500.00 = S/. 5,000.00

- Provisión de capachos:

30 x S/. 460.00 = S/. 13,800.00

- Deposito de plásticos y ruedas para capachos:

30 x S/. 160.00 = S/. 4,800.00



Figura N° 3.28: Los residuos son recolectados en un capacho.

#### Provisión de equipos de protección:

- Mascarillas de plástico con filtros triangulares: 1440 x S/. 4.00 = S/. 5,760.00
- Guantes de cuero, par: 180 x S/. 20.00 = S/. 3,600.00

#### Provisión de uniformes:

- Polos: 60 x S/. 15.00 = S/. 900.00
- Chalecos reflectivos para evitar accidentes: 60 x S/. 20.00 = S/. 1,200.00



#### Provisión de herramientas:

- Escobas: 1,440 x S/. 5.00 = S/. 7,200.00
- Recogedor: 180 x S/. 7.00 = S/. 1,260.00
- Provisión de bolsas: 43,800 x S/. 0.30 = S/. 13,140.00

**Total: S/. 104,660.00 al año**

\*Indicadores para la gestión de limpieza pública. CEPIS 2002.

\*\*Proyecto de Inversión Pública (PIP) en Huaraz.

### 3.3.3. RECOLECCIÓN

La recolección es la acción de recoger los residuos en forma sanitaria, segura y

ambientalmente adecuada, sin poner en riesgo la salud, tanto de los que dejan los residuos, como de los que los recogen.

UNIDADES VEHICULARES	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Reducen tiempos al momento de recoger los residuos.	Los vehículos recolectores no pueden llegar a lugares poco accesibles ya que corren el riesgo de volcarse. Los costos de operación y mantenimiento de las compactadoras son altos.
Mayor capacidad de recojo en peso y volumen.	De difícil acceso en calles angostas.
Recomendaciones	
<p>Antes de comprar un vehículo recolector se tiene que tener en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución de la población en el territorio.</li> <li>• Accesos a las vías públicas.</li> <li>• Conocer el tipo, volumen y cantidad de residuos a transportar.</li> <li>• Topografía de la zona.</li> <li>• Costos de operación y mantenimiento.</li> <li>• Distancia desde el último punto de recojo hasta la zona de disposición final.</li> </ul> <p>El gobierno local debe analizar muy bien cuál será el sistema de recolección que se ajuste a sus realidades (topográficas, sociales, etc.)*</p>	



**Figura N° 3.29:**  
Unidades vehiculares de recolección convencional:  
A. Camión baranda.  
B. Camión semi baranda.  
C. Compactador.  
D. Camión volquete.

\*Por ello en las zonas de costa, el camión más usado es la compactadora, mientras que en la sierra y la selva, el transporte se puede con el empleo con acémilas.

### 3.3.4. CLASES DE RECOLECCIÓN

#### 3.3.4.1. Recolección convencional

Es quizá, la más difundida entre los municipios del país. Consiste en utilizar camiones (usualmente compactadoras) donde se vierten los residuos, para su posterior disposición. La capacidad de estos vehículos varía entre 2 y 8 toneladas (siendo el promedio 4 toneladas). La recolección convencional puede ser de dos tipos:

- **Recolección por punto fijo:** se da cuando el camión recolector permanece estacionado por algunos minutos en determinados puntos de la

calle, esperando que las personas viertan sus residuos.

- **Recolección casa por casa:** se presenta cuando el personal del camión recoge los residuos de cada predio (para ello, los pobladores han colocado previamente los residuos fuera de sus casas).

#### 3.3.4.2. Recolección no convencional

Existen algunos casos de sistemas alternativos de recolección que se usan en determinadas localidades, por lo abrupto de su geografía o poca accesibilidad.

Figura N° 3.30: A. Recolección no convencional: Unidades tipo triciclo.



3.30 B. Unidades tiradas por animales.



3.30 C. Uso de carretillas en selva.

NOTA: También existen unidades motorizadas distintas a las compactadoras, que realizan el servicio de recolección. Pueden ser camiones media barandas, con barandas, volquetes o motocicletas asociadas a carretas o compartimentos donde se pueden disponer los residuos.



### 3.3.4.3. Importancia de la recolección

La recolección es la etapa más importante dentro del manejo de los residuos, debido a los problemas que genera la permanencia prolongada de estos en los hogares y en los espacios públicos. Los residuos sólidos no deberían permanecer más de dos días dentro de los predios. Además, es la etapa que mayor gasto genera, y precisamente por ello es necesario poner más atención a en su optimización. Es decir, consumir menos recursos y minimizar el impacto ambiental.



Figura N° 3.31: Residuos segregados.



Figura N° 3.32: Recolección de residuos municipales.

Para optimizar las rutas se deben establecer sectores, considerando para ello:

- Densidad de la población de cada zona.
- Índice per cápita de producción de basura.
- Equipo de recolección disponible.
- Densidad de la basura en el camión recolector.
- Frecuencia de recolección.
- Número de viajes factibles por camión/ jornada de trabajo.

### 3.3.4.4. Planificación de rutas

Además de contar con vehículos y personal idóneos para la recolección de residuos es imprescindible la planificación de rutas, de modo

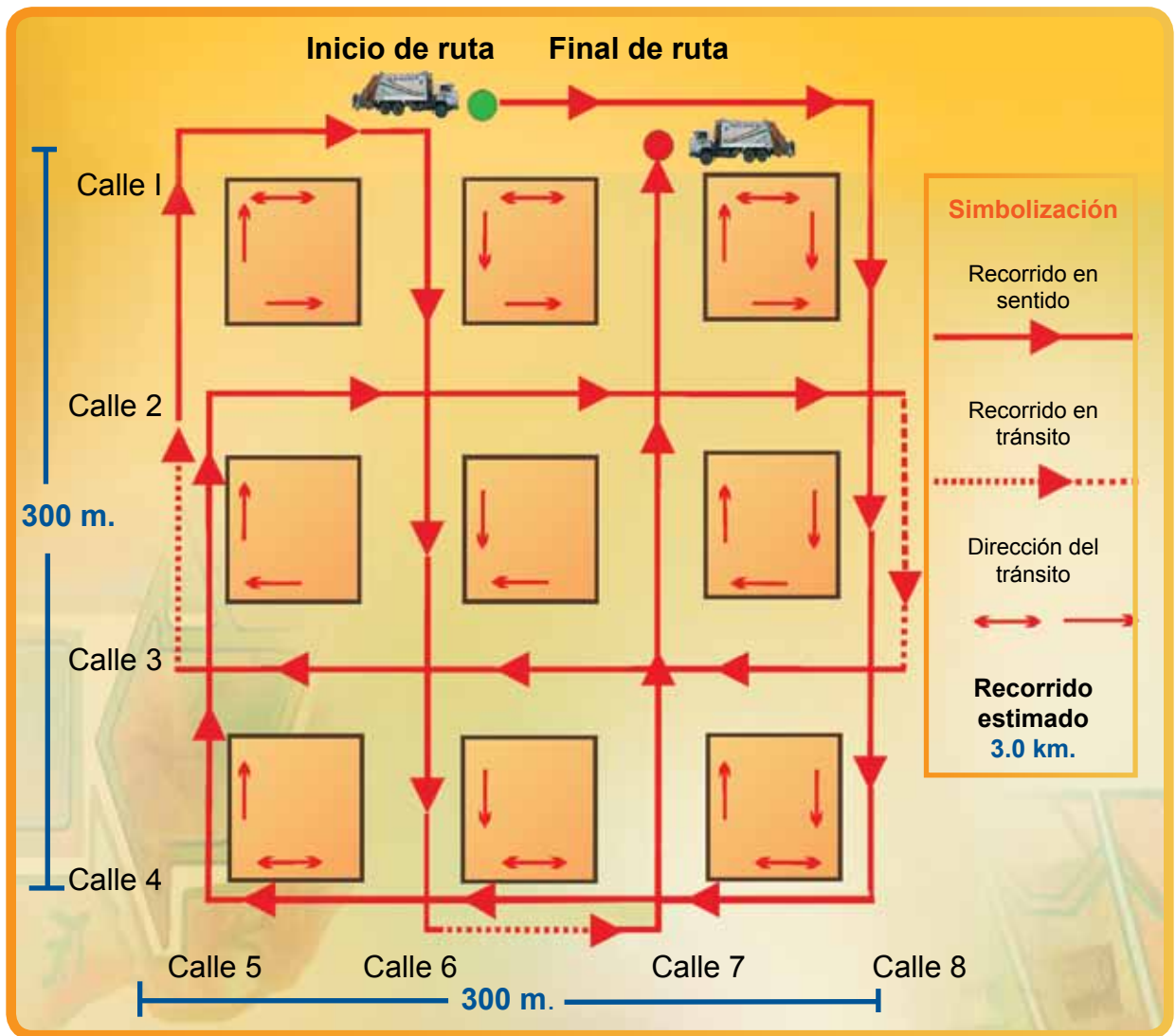
que ahorren tiempo, combustible e incomodidades para los vehículos durante la recolección y su posterior transporte, evitando desplazamientos innecesarios.

PLANIFICACIÓN DE RUTAS	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Eliminación del doble recorrido en algunas calles.	Requiere inversión inicial.
Mejora la eficiencia del servicio, lo que permite ampliar el servicio de recolección a otras calles.	
Ahorro en costo de combustible y mantenimiento del vehículo.	
Recomendaciones	
Tener un mapa actualizado de la localidad donde se brinda el servicio de recolección y el sentido de las vías (peine - doble peine)*.	
Establecer horarios para la recolección.	
Supervisar periódicamente el cumplimiento de las rutas.	

\*Significa la modalidad de recolección en las vías (a ambos lados o a un solo lado).



Figura N° 3.33: Esquema mejorado de rutas de recolección



### 3.3.4.5. Implementación del Programa de Recolección Selectiva de Residuos

Para implementar un programa de recolección selectiva de residuos, se tiene que realizar actividades en 5 etapas, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Flujo del Proceso de Residuos	Descripción
<p><b>Etapas 1:</b> Identificación y formalización de segregadores informales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta etapa es importante para el Programa, porque se identifica a los segregadores informales de la jurisdicción, quienes podría integrar el Programa.</li> <li>• Luego de identificados se procede a la capacitación de los segregadores formalizados, los cuales deben contar con uniforme, equipos de protección personal y vehículo (triciclos) para realizar la actividad. Los segregadores deben portar identificación otorgada por el municipio (fotocheck).</li> </ul>
<p><b>Etapas 2:</b> Sensibilización de viviendas y Comercios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la zona en las que se iniciará el programa, teniendo en cuenta la disponibilidad de la población para participar en el programa, existencia de segregadores informales, accesibilidad, nivel socioeconómico, entre otros. Una vez que los procedimientos sean validados, obteniéndose resultados satisfactorios, se podrá ampliar la zona de intervención.</li> <li>• La sensibilización puede realizarse a través de universitarios de pre grado de ingeniería y otras carreras, utilizándose fichas, trípticos, folletos, material audiovisual y un manual práctico de reciclaje, con la información detallada del programa. La vivienda sensibilizada se le identifica como participante del programa de recolección selectiva colocándole un sticker en su frontis.</li> <li>• Se debe utilizar fichas para la recopilación de información de cada vivienda participante, precisando nombre, dirección, número de ocupantes, entre otros.</li> <li>• Es necesario monitorear y verificar los avances y resultados de la sensibilización a fin de modular la orientación del programa.</li> </ul>
<p><b>Etapas 3:</b> Recolección por zonas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La recolección selectiva en las viviendas se puede realizar por las mañanas una vez por semana, donde los miembros de la vivienda participante entregan en una bolsa los residuos reciclables señalados en el tríptico del programa (papel, cartón, envases de gaseosas, aceites, baldes, vidrios, chatarra, latas de leche y de conservas).</li> <li>• La recolección se realiza tocando la puerta de la casa que cuenta con el sticker y se solicita su bolsa de residuos clasificados, la que es trasladada y depositada en el vehículo correspondiente</li> <li>• La recolección será diaria y en horas de la tarde para los establecimientos comerciales y mercados.</li> </ul>
<p><b>Etapas 4:</b> Segregación y acopio de residuos recolectados</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La instalación de comercialización debe contar con zonas de segregación y almacenamiento, pesaje de residuos, zona de carga y descarga, estacionamiento, vestuarios, baños, extintores contra incendios, señalización, entre otros.</li> </ul>
<p><b>Etapas 5:</b> Comercialización de los residuos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un estudio de mercado que permita identificar los probables clientes o compradores de los residuos, posibilidades de reaprovechamiento, determinación de precios a fin de evaluar su sostenibilidad en el tiempo.</li> </ul>



### 3.3.4.6. Modelos de implementación de programas de segregación y recolección selectiva

#### • Recolección selectiva a través de la municipalidad

La Municipalidad Distrital de Santiago de Surco inició en el año 2005 un programa denominado “En Surco la basura sirve”, en base a la reducción, reutilización y reciclaje.

Este programa consiste en recolectar selectivamente residuos como papel y cartón, plástico, vidrio y metal, los cuales son dispuestos en una bolsa de color naranja, que el municipio otorga a las familias de las viviendas piloto (elegidas bajo diversos criterios). A la fecha, participan 6.500 predios y 45 instituciones.

La recolección selectiva se da 1 vez por semana, mientras que el resto de residuos, se dan 3 veces por semana. No se recolectan residuos orgánicos selectivamente y esto debido a que en dicha localidad no hay espacios suficientes para hacer camas de compost.

**Figura N° 3.35:** Zona de almacenamiento.



**Figura N° 3.34:** Se aprecia la recolección selectiva, para posteriormente disponer los residuos en lugares acondicionados.



**Figura N° 3.36:** Los residuos pasan a la faja transportadora, donde son clasificados por el personal capacitado.

El gobierno local puede llevar a cabo la labor de segregación directamente, o establecer vínculos contractuales con asociaciones de segregadores, Mypes, juntas de vecinos, etc.

La ONG FOVIDA\* y la Municipalidad de Villa el Salvador\*\* desarrollan el programa de recolección selectiva de residuos sólidos inorgánicos en el distrito. Participan 8 organizaciones ambientales, con un total de 75 personas que generan su propio empleo. La cobertura es del 20% de los predios del distrito\*\*\*, y los residuos se recogen selectivamente, una vez por semana.

Adicionalmente se creó el “bono verde”, como estímulo a los vecinos que colaboran con la separación de sus residuos, entregándoselos a los recolectores organizados. La obtención del bono depende de la cantidad de residuos segregados entregados, a partir de un mínimo de 2 kg/semana de material reutilizable. De esta manera, si el predio entrega 4 sacos al mes de residuos segregados, que superen los 8 kg., se hace acreedor al “bono verde”, que representa un descuento del 20% en el pago de los arbitrios de limpieza pública.



**Figura N° 3.37:** Personal de la Asociación de Segregadores compactando material selectivamente.

### • **Recolección selectiva a través de familias y vecinos**

La ONG Ciudad Saludable realizó en el distrito de El Carmen - Chincha, un proyecto piloto de segregación con 250 familias.

El modelo de recolección de este proyecto es similar al anterior, pero las personas vinculadas a la recolección no son asociaciones de segregadores, sino vecinos de la localidad, que trabajan conjuntamente con la municipalidad.



**Figura N° 3.38:** Vecinos en campaña de recolección.



**Figura N° 3.39:** Vecinos del distrito de El Carmen, en Chincha, tratando residuos orgánicos.

\*Organización no Gubernamental Fomento de la Vida.

\*\*Municipalidad Distrital de Lima Metropolitana.

\*\*\*Población de Villa el Salvador: 368,000 habitantes





La recolección de los residuos se realiza 4 veces a la semana y se atiende al 100% de las familias, como se aprecia en este cuadro.

Día	Envase que se recolecta	Tipo de residuo a recolectar	Responsable
Lunes y jueves	Costal blanco	Residuos orgánicos (restos de alimentos, estiércol, etc.)	Triciclo Verde - Vecinos
Martes	Tacho común	Residuos comunes	Municipalidad de El Carmen
Sábado	Caja amarilla	Material reciclable (plásticos, metales, papeles, vidrios)	Triciclo Verde -Vecinos

A continuación se presentan los costos referenciales para establecer un servicio de este tipo:

Rubro	Costo (US \$)
Equipos de recolección de segregados (2 triciclos acondicionados)	600.00
5000 bolsas de color amarillo (para segregación de residuos recuperables)	500.00
Sacos de polipropileno (300 unid.)	60.00
4 uniformes	60.00
4 Equipos de protección personal (casco, guantes, respirador, lentes y botas)	40.00
Elaboración de trípticos	300.00
Materiales para curso de capacitación	240.00
Manuales	460.00
Cilindros para colegios	220
Acondicionamiento de centro de acopio	200
Difusión en los medios de comunicación	300
<b>TOTAL</b>	<b>2,980.00</b>



Figura N° 3.40: Vehículo compactador.

### Costos de recolección y transporte

Los costos de recolección y transporte, descritos en el siguiente ejemplo, pertenecen a un Proyecto de Inversión Pública, desarrollado en Huaraz.

- 04 camiones semirremolque de 13m<sup>3</sup>:  
4 x S/. 500,000.00 = S/. 2' 000,000.00
- Provisión de equipos de protección:  
S/. 9,600.00
- Provisión de uniformes:  
S/. 2,800.00
- Adquisición de herramientas:  
S/. 600.00
- Capacitación al personal:  
S/. 5,000.00
- Rediseño de rutas de recolección y transporte:  
S/. 10,000.00
- Programa de información sobre horarios de recolección de residuos sólidos:  
S/. 35,000.00

**Total: S/. 2' 063,000.00**





### 3.3.5. TRANSPORTE

Es el proceso por el cual los residuos recolectados se trasladan a lugares donde serán procesados de manera sanitaria, segura y ambientalmente adecuada.

Los municipios provinciales deben asegurar la adecuada limpieza pública, así como la recolección de residuos sólidos de su jurisdicción.

Por lo general se utilizan los mismos vehículos de recolección para el transporte, aunque esto no sea necesariamente lo más eficiente, como se precisó anteriormente. Lo óptimo es centralizar todo lo recolectado en camiones de gran capacidad y hacer sólo un viaje para transportar los residuos.

Puede ocurrir que en determinadas zonas no existan las mencionadas estaciones o no puedan ser utilizadas. En tales casos, los vehículos deberán llevar los residuos directamente al lugar de su disposición final, recorriendo mayores distancias. Es importante considerar este aspecto al momento de adquirir los vehículos, para elegir los más resistentes.



Figura N° 3.41: Vehículo de recolección municipal.

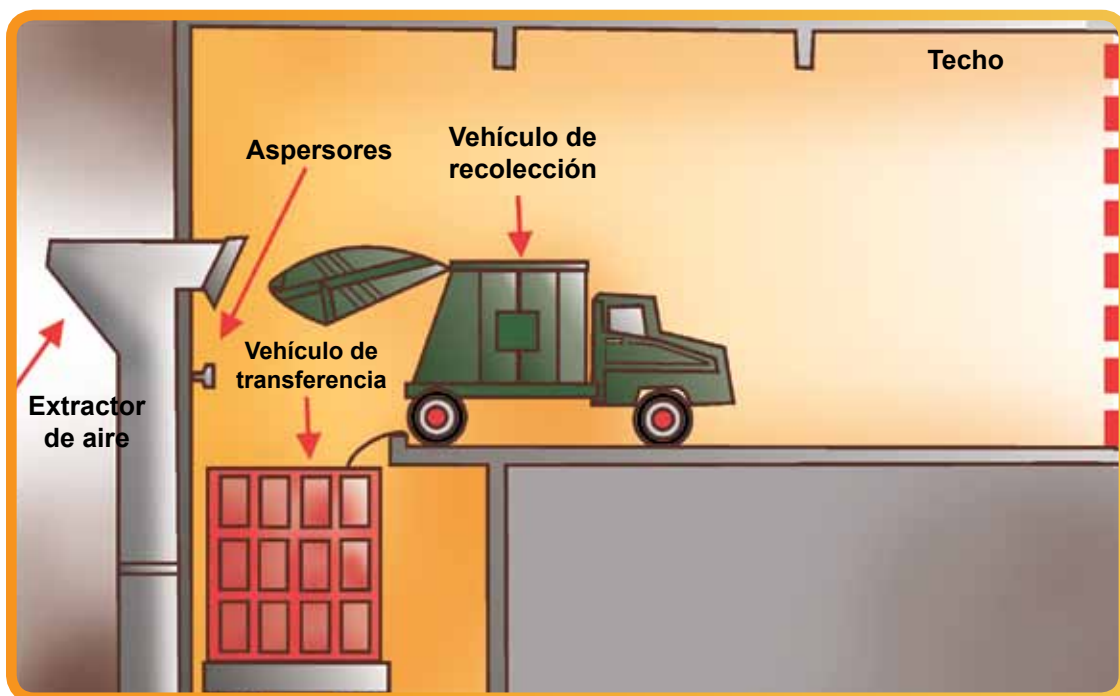
#### Estación de transferencia

Debido al elevado costo del traslado de los residuos a lugares lejanos, se suele utilizar estaciones de transferencia. En ellas se descargan y almacenan temporalmente los residuos, para luego continuar con su transporte en unidades vehiculares de mayor capacidad. Ver figura 3.42

El uso de estaciones de transferencia se ha constituido en una alternativa económica para áreas urbanas donde se generan grandes cantidades de residuos y en las que las distancias a los centros de disposición final o tratamiento de residuos son importantes (más de 30 km).

ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Ahorro de energía y de transporte.	Requiere de áreas medianas a grandes para su construcción e infraestructura.
Economía en el transporte, reduciendo costos en equipamiento vehicular y horas hombre.	La población manifiesta cierto rechazo, sobre todo si la estación está ubicada dentro del casco urbano.
Recomendaciones	
Las estaciones de transferencia deben tener como mínimo 2 tolvas o contenedores, para mantener un sistema continuo de camiones vertiendo el residuo a las tolvas de la estación e inmediatamente volver a las rutas de recolección.	

Figura N° 3.42: Trasbordo de residuos sólidos en estación de carga directa.



### Ejemplo de costos de una planta de transferencia, incluido el costo de las unidades vehiculares\*

El ejemplo que se presenta a continuación pertenece a un Proyecto de Inversión Pública (PIP) de Arequipa, diseñado para la implementación de una estación de transferencia. Incluye unidades de transporte y programas de sensibilización ambiental.

Su capacidad es de 680.37 T/día y su equipamiento consta de:

- 04 tolvas, 01 balanza electrónica de 80 T, equipo contra incendio, 02 equipos informáticos, mobiliario, 06 uniformes.
- Comprende el equipamiento de transporte mediante vehículo madrina, 02 adquiridos (01 vehículo / año 0 y 01 vehículo año 5) y 01 recuperado, todos con capacidad de 60 m<sup>3</sup> ó 30 T.

- Finalmente, requiere de la implementación de un programa de educación ambiental, con componentes de sensibilización, capacitación y difusión.

**Costo: S/. 3' 620,993**

*Importante: se debe saber que las estaciones de transferencia sólo son válidas y viables en zonas con aglomeración poblacional relevante (tal es el caso de Arequipa).*



Figura N° 3.43: Vehículo usado en la transferencia de residuos sólidos.

\*PIP Arequipa.

### 3.3.6. TRANSPORTE DIRECTO VS TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS

Transporte directo es la acción de trasladar los residuos sólidos recolectados mediante un medio de locomoción apropiado hasta el relleno sanitario. Para reducir, u optimizar los costos por el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos, la productividad de cada equipo de recolección debe aumentar al máximo. Basándose en esta premisa, debe reducirse al mínimo la distancia recorrida desde que los vehículos recolectores llegan a su máxima carga hasta que la descargan en el relleno sanitario.

Asimismo, en la actualidad los rellenos sanitarios se encuentran cada vez más alejados de la ciudad, con el objetivo de no crear ninguna molestia en la población. Suponiendo que el lugar de disposición final se encuentra a 30 ó 40 kilómetros del área de generación, el tiempo dedicado por los vehículos

recolectores en el transporte va a suponer una parte principal de la jornada de trabajo de la unidad recolector, reduciendo la operatividad del equipo y, en general del servicio. Por ello, es totalmente necesaria la descarga de los vehículos recolectores en estaciones de transferencia sobre vehículos de gran tonelaje llamados camiones madrina, preparados para el transporte de grandes volúmenes de residuos hasta el relleno sanitario. De esta forma se optimiza rendimiento del servicio de recolección.

La base de la optimización del transporte radica en el grado de densidad que puede llegar a alcanzar los residuos dentro de la tolva de transporte y del tamaño de la propia caja.

El uso de estaciones de transferencia se ha constituido en una alternativa económica para áreas urbanas, donde se generan grandes cantidades de residuos, en las que las distancias a los rellenos sanitarios son importantes.

El análisis económico simplificado queda expresado por la siguiente gráfica:

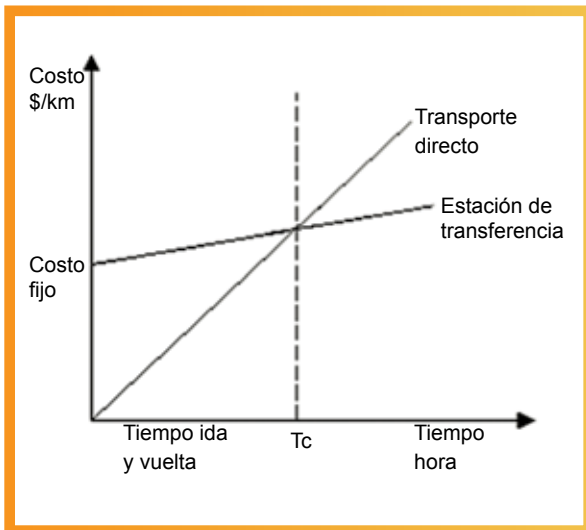


Figura N° 3.44: Transporte vs transferencia de residuos sólidos.

El gráfico representa la variación del costo unitario (\$/Tn) respecto al tiempo de recorrido (horas) para los equipos del servicio de recolección y de la estación de transferencia.

La recta correspondiente al transporte directo tendrá un punto de cruce con la recta correspondiente a la estación de transferencia. Ese cruce determina al punto de equilibrio del sistema de transporte, que en el eje de las abscisas corresponde al tiempo crítico (Tc).

Si el tiempo utilizado para el transporte directo (ida y vuelta) dura menos que el Tc, será más económico adoptar este sistema (transporte directo). En caso contrario, si el tiempo fuera mayor al Tc será conveniente instalar una estación de transferencia.





## TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Ahorro de energía y transporte.	La población manifiesta cierto rechazo a la localización, urbana de la planta de transferencia.
El vehículo de recolección prolonga su vida útil, y se utiliza menos personal.	Requiere de áreas grandes y medianas para la implementación de la infraestructura.

### Recomendaciones

Las estaciones de transferencia deben tener como mínimo 2 tolvas, para mantener un sistema continuo de camiones vertiendo el residuo a las tolvas de la estación e inmediatamente volver a las rutas de recolección.



La disposición final consiste en los procesos u operaciones que se realizan para tratar o disponer en un determinado lugar los residuos sólidos, como última etapa de su manejo, en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura. La disposición final se debe realizar en infraestructuras habilitadas, es decir en instalaciones debidamente equipadas y operadas. Nunca en botaderos clandestinos a cielo abierto.



Figura N° 3.45: Relleno sanitario.

### 3.4.1. RELLENO SANITARIO

Es la instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra. Se basa en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental\*.

Un relleno sanitario es una obra de ingeniería destinada a la disposición final de los residuos sólidos domésticos, los cuales se disponen en el suelo, en condiciones controladas que minimizan

los efectos adversos sobre el ambiente y el riesgo para la salud de la población\*\*. Consiste en preparar un terreno, colocar los residuos, extenderlos en capas delgadas, compactarlos para reducir su volumen y cubrirlos al final de cada día de trabajo, con una capa de tierra de espesor adecuado.

Un relleno sanitario planificado, ofrece, una vez terminada su vida útil, excelentes perspectivas de una nueva puesta en valor del sitio, gracias a su eventual utilización en usos distintos al relleno sanitario, tales como áreas verdes y de recreación.

\*10° Disposición complementaria Ley General de Residuos Sólidos.

\*\*Página web de la biblioteca virtual del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – CEPIS.

## ¿Qué métodos existen?

- Trinchera.
- Área o superficie.
- Mixta (combinación de los métodos precedentes).

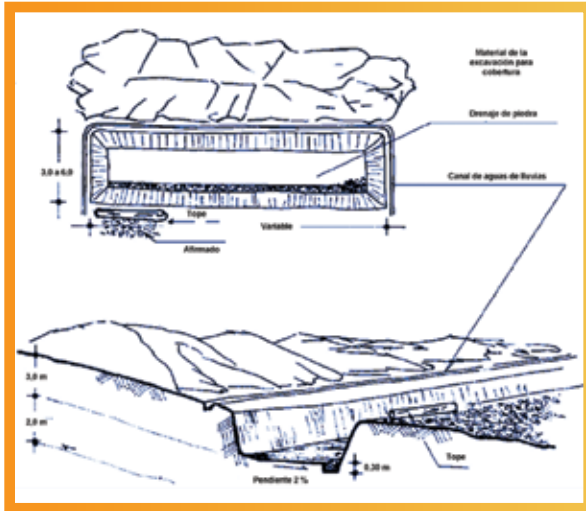


Figura N° 3.46: Método de trinchera.

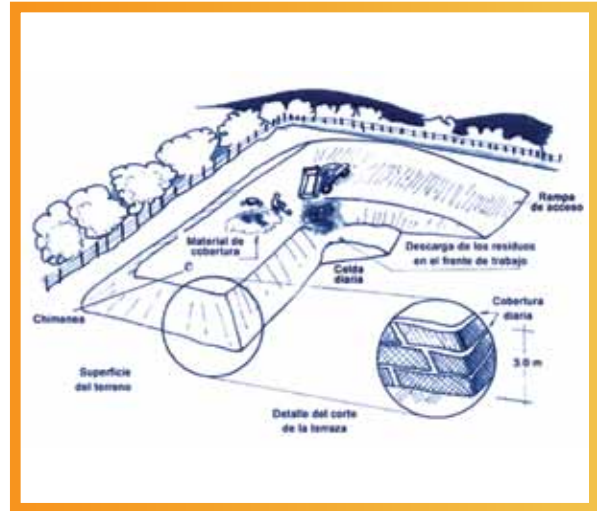


Figura N° 3.47: Método de área relleno sanitario.

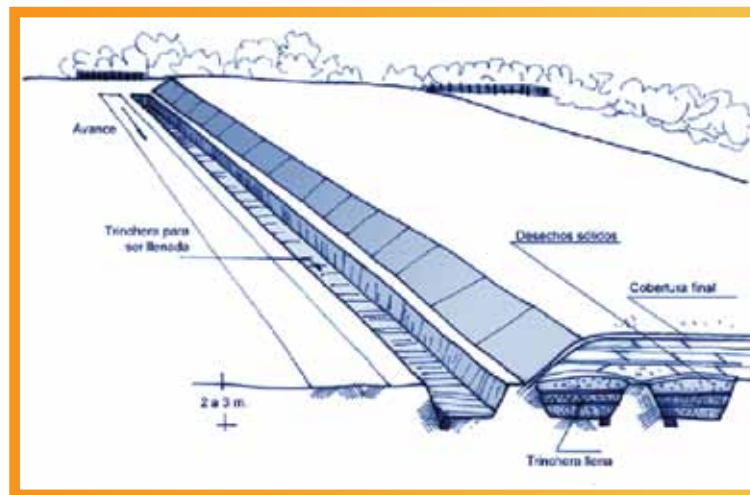


Figura N° 3.48: Combinación de ambos métodos.



### 3.4.2. INSTALACIONES MÍNIMAS EN UN RELLENO SANITARIO

Las instalaciones mínimas y complementarias que debe poseer un relleno sanitario son:

1. Ubicación	El relleno debe estar en una zona de fácil acceso y donde se produzca el mínimo impacto ambiental.
2. Ingreso	Sólo deben ingresar residuos autorizados (municipales). En muchos casos los desechos industriales y peligrosos deben ir a rellenos de seguridad.
3. Cunetas perimetrales	Canales en el perímetro para evitar que el agua de escorrentía penetre en el área y genere más filtraciones que las deseadas.
4. Impermeabilización inferior del relleno	El fondo debe ser impermeabilizado, si el terreno es permeable, y esto se logra con una geomembrana de plástico especial, con hormigón o con asfalto.
5. Recojo de drenajes	El lixiviado de los residuos debe recogerse en una poza para su tratamiento.
6. Red de drenaje de gases	La descomposición de los residuos produce gases, en especial metano. Para esto se colocan tuberías verticales perforadas, que capten los gases y permitan su evacuación y aprovechamiento.
7. Barrera perimetral	Se necesita un cerco o muro perimetral para evitar el ingreso de animales, así como de personas no autorizadas.
8. Depósito diario	Es la capa de residuos depositados diariamente y cubierta por un manto o capa de tierra, para su correcto aislamiento después de la compactación.
9. Cierre o clausura	Cuando el relleno ha cumplido su función y el espacio no ofrece mayor posibilidad de depositar más residuos, debe ser clausurado y reforestado o destinado a otros fines compatibles.

#### • Operaciones realizadas en el relleno sanitario

1. Recepción, pesaje y registro del tipo y volumen de residuos.
2. Nivelación y compactación para la conformación de la celda de residuos.
3. Cobertura diaria de los residuos con capas de material apropiado, que permitan su correcto confinamiento.
4. Compactación diaria de la celda, en capas de un espesor no menor de 0.20 m. y cobertura final con material apropiado, en un espesor no menor de 0.50 m.
5. Monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo.
6. Mantenimiento de pozos de monitoreo, drenes de lixiviados, chimeneas para evacuación y control de gases, y canaletas superficiales, entre otros.
7. Restricción de acceso a personas no autorizadas al área de operación.
8. Prohibición de crianza o alimentación de animales dentro de la infraestructura.
9. Otras operaciones previstas en la memoria descriptiva del proyecto, o establecidas por la autoridad competente.

### 3.4.3. TIPOS DE RELLENOS SANITARIOS

**Los rellenos sanitarios pueden ser:**

- Relleno sanitario manual
- Relleno sanitario mecanizado

#### 3.4.3.1. Relleno sanitario manual

El relleno sanitario manual se presenta como una alternativa técnica y económica, tanto para las poblaciones urbanas y rurales menores de 40,000 habitantes, como para las áreas marginales de algunas ciudades que generan menos de 20 toneladas diarias de residuos sólidos.

Si el costo de transporte lo permite, puede resultar ventajosa la utilización de un mismo relleno sanitario manual para dos o más poblaciones.

Mediante la técnica de la operación manual, sólo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de vías internas, así como para la excavación de zanjas o material de cobertura, de acuerdo con el avance y método de relleno.

En cuanto a los demás trabajos, todos pueden realizarse manualmente, lo cual permite a estas poblaciones de bajos recursos, que difícilmente podrían adquirir y mantener equipos pesados permanentes, disponer adecuadamente sus residuos y utilizar la mano de obra local.

Se estima que es posible manejar un relleno sanitario manual hasta llegar a la cantidad de 20 T/día. Sin embargo, se precisa de un análisis minucioso de las condiciones locales de cada región, puesto que según sea el costo de la mano de obra, el tipo de relleno, las condiciones climáticas, etc., tal vez resulte preferible el uso de equipo pesado en el relleno sanitario manual, ya sea en forma parcial o permanente.



Figura N° 3.49: Relleno sanitario.



Figura N° 3.50: Imágenes de un relleno sanitario manual en la ciudad de Caraz.





RELLENO SANITARIO MANUAL	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bajos costos de operación y mantenimiento.	Su cercanía a la ciudad.
Genera empleo.	El rápido proceso de urbanización encarece el costo de los pocos terrenos disponibles.
Su lugar de emplazamiento puede estar tan cerca al área urbana como lo permita la existencia de lugares disponibles.	Su proximidad a la ciudad puede provocar conflictos sociales.
Un relleno sanitario manual puede comenzar a funcionar en corto tiempo y recepcionar los residuos sólidos urbanos.	

### 3.4.3.2. Relleno sanitario mecanizado

El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento.

Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc.

El costo para la realización de un expediente para la implementación de un relleno sanitario está en el orden de US\$ 15,000.00. Esta cifra no considera los análisis de laboratorio, los certificados (CIRA, entre otros) y el Estudio de Impacto Ambiental.

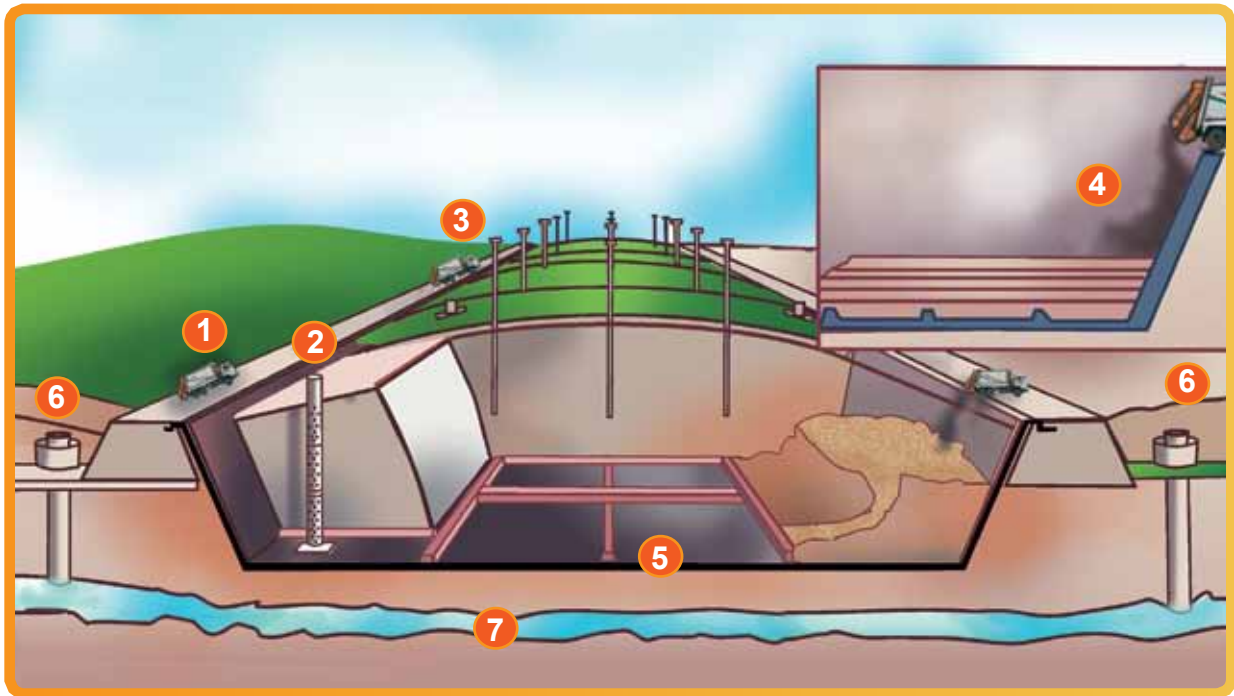


Figura N° 3.51: Relleno sanitario mecanizado.





Figura N° 3.52: Relleno sanitario mecanizado.



- 1.- Camiones con residuo previo a su disposición final.
- 2.- Extracción de lixiviados.
- 3.- Chimeneas para gases.
- 4.- Maquinaria para remover los residuos y taparlos.
- 5.- Impermeabilización.
- 6.- Pozo de monitoreo.
- 7.- Napa freática.

### RELLENO SANITARIO MECANIZADO

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Método de disposición más completo y efectivo.	Se tiene que adquirir terrenos extensos.
Recupera terrenos degradados, cuando se convierte un botadero en relleno.	Se corre el riesgo de transformar el relleno en botadero. La población puede asentarse en los alrededores del relleno sanitario. Si el material de cobertura es deficiente, se pueden presentar olores.

#### Recomendaciones

Si se tiene en cuenta, desde el inicio de la operación del relleno, el sistema de gases puede convertirse posteriormente en un interesante medio para la obtención de energía y bonos de carbono.

Sea cualquiera el tipo de relleno que se elabore y diseñe, se debe prever su cierre y post uso.

Deberá implementarse una valla perimetral en el relleno sanitario.

Implementar mecanismos de control apropiados para restringir el acceso de personas ajenas en las tareas del relleno.

Deberá instalarse un cartel en el ingreso del relleno sanitario.

### 3.4.4. APROVECHAMIENTO DE LOS GASES EN SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL

Más del 50% de los residuos que son depositados en los rellenos sanitarios son orgánicos, y al biodegradarse se obtienen los lixiviados y los gases. Estos últimos se denominan biogás.

La producción del biogás en rellenos sanitarios permite su aprovechamiento, al transformarlo en energía eléctrica. El biogás puede ser captado utilizando un sistema de recolección, en vez de quemarlo, como usualmente se hace. Este proceso se realiza en un periodo determinado de tiempo, el cual dependerá de variables como la composición

de los desechos, nutrientes, temperatura, acidez (pH), contenido de humedad, cobertura y densidad de compactación.

Los residuos acumulados en el relleno pueden generar gas durante 20 ó 30 años, dependiendo principalmente del diseño y el método de relleno usado, pues esto determinará su potencial de generación de energía. En botaderos sin control, donde los residuos están expuestos a la intemperie, la descomposición es aeróbica, por lo tanto sólo se emitirá Anhídrido Carbónico - CO<sub>2</sub>- y agua.

En el siguiente cuadro se puede observar la composición promedio del biogás, según la fuente. El valor calorífico varía entre 17 y 34 MJ/m<sup>3</sup>\*, según el contenido de metano.

**Cuadro N° 3.1: Composición de biogás derivado de diversas fuentes.**

Composición del biogás derivado de diversas fuentes					
Gases	Desechos agrícolas	Lodos cloacales	Desechos industriales	Rellenos sanitarios	Propiedades
Metano	50 - 80%	50 - 80%	50 - 70%	45 - 65%	Combustible
CO <sub>2</sub>	30 - 50%	20 - 50%	30 - 50%	34 - 55%	Ácido, asfixiante
Vapor de agua	Saturación	Saturación	Saturación	Saturación	Corrosivo
Hidrógeno	0 - 2%	0 - 5%	0 - 2%	0 - 1%	Combustible
H <sub>2</sub> S	100 - 7000 ppm	0 - 1%	0 - 8%	0,5 - 100 ppm	Corrosivo, olor, tóxico
Amoniaco	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas	Corrosivo
CO	0 - 1%	0 - 1%	0 - 1%	Trazas	Tóxico
Nitrógeno	0 - 1%	0 - 3%	0 - 1%	0 - 20%	Inerte
Oxígeno	0 - 1%	0 - 1%	0 - 1%	0 - 5%	Corrosivo
Orgánicos	Trazas	Trazas	Trazas	5ppm	Corrosivos, olores

Fuente: Carrillo, 2003

El valor calorífico del biogás es cerca de 6 kW/h\*\* por metro cúbico, es decir que un metro cúbico de biogás es equivalente a aproximadamente medio litro de combustible diesel.

El gas en el relleno sanitario se puede evacuar por drenaje activo o pasivo. El primero consiste en la succión del gas mediante un soplador y ayuda de chimeneas y tuberías. Es eficiente, pero tiene mayor costo que el drenaje pasivo, que aprovecha los gases simplemente por difusión natural, mediante chimenea u orificios.

Asimismo, para aprovechar más eficientemente el gas, muchos rellenos modernos instalan sistemas que recolectan los líquidos percolados, los tratan y recirculan en el interior del relleno, para incentivar la descomposición y reducir la variabilidad en la humedad. Ahora bien, los responsables del manejo de rellenos buscan mejorar las características, asemejando las instalaciones a biorreactores anaeróbicos, para controlar los procesos de degradación y favorecer la generación de energía.

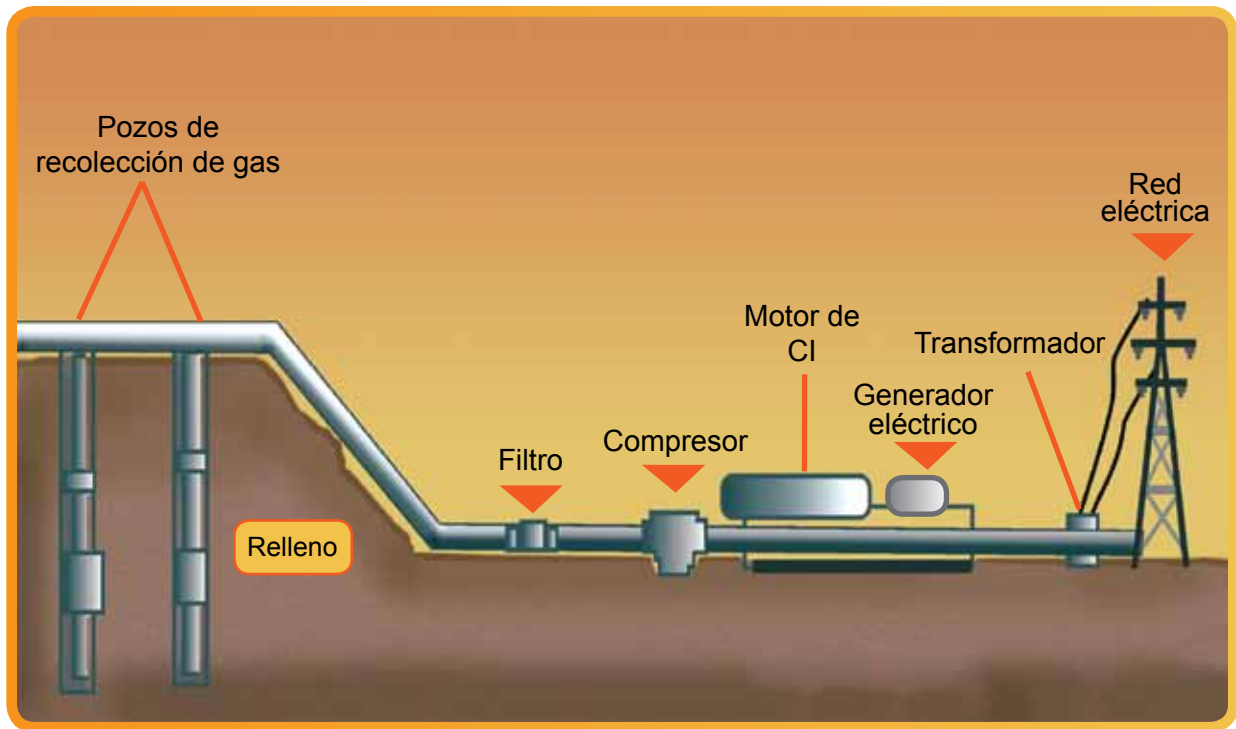
\*Mega julios por metro cúbico.

\*\*Kilovatio por hora.

Respecto a la generación de energía, el motor de combustión interna es el más usado en rellenos sanitarios, para la recuperación de energía del biogás. Aproximadamente el 80% de los 330 rellenos operando actualmente en EE.UU. los usan. Asimismo, la EPA (Agencia de Protección Ambiental), señala que hoy en día se pueden

instalar microturbinas desde 30 kW (esta turbina alcanzaría para alimentar el equivalente a 20 casas) a 100 kW, lo que hace posible que rellenos sanitarios pequeños también puedan generar energía eléctrica y reducir emisiones que contribuyen al calentamiento global.

Figura N° 3.53: Esquema de una microturbina para utilización de biogás.





### 3.4.5. CIERRE DE UN RELLENO SANITARIO

Una vez clausuradas las celdas de un relleno sanitario se debe saber cuál será la situación final de este relleno. Es decir, cual será el uso que se le pueda dar al término de su vida útil.

Se entiende por cierre a la operación que da por finalizada la utilización del relleno. Se debe clausurar y realizar trabajos de desmantelamiento de instalaciones y colocación de cobertura superficial, preferentemente de tierra.

Se deben mantener los residuos aislados, controlar las emanaciones de metano que pudieran generarse, así como los lixiviados. Esta etapa debe ir acompañada de otra importante de monitoreo.

Cuando estos procesos se hayan iniciado, recién se podrá determinar cuál será el destino del relleno, es decir en qué podrá “convertirse”, pudiendo destinarse al uso recreacional, agrícola o de ocio.

El uso como terreno recreacional constituye una de las posibilidades más extendidas a nivel global, debido a que su costo no es alto y, al igual que en el uso agrícola, no se requiere mayores cambios en la topografía del terreno.

El uso recreacional se refiere a parques, losas o áreas deportivas, etc. La recuperación ambiental se da por la siembra de árboles y áreas verdes.

La formulación y ejecución debe ser responsabilidad de la municipalidad provincial, conjuntamente con las distritales y el sector salud, que aprobará dicho plan.

#### **El Plan de Cierre debe detallar al menos lo siguiente:**

- Control de escorrentías (aguas) superficiales: producidas por inundaciones, lluvia, etc., lo que provocaría un incremento en los lixiviados, dispersión de residuos y contaminación de aguas subterráneas.
- Control de la erosión y la sedimentación: si la erosión no se controla, puede degradar la cobertura y aumentar la infiltración en el relleno sanitario y, por lo tanto, el incremento de caudal de lixiviados. Además, la erosión puede exponer los residuos sólidos, generando contaminación adicional.
- Control de la generación y la migración del lixiviado: sobre un plano topográfico se deben localizar los sitios donde salen o se empozan los lixiviados. Después de localizar los sitios se diseñará y construirá canales o filtros para que el líquido salga por gravedad hacia las partes bajas. El primer paso para el manejo de lixiviados es medir su caudal. Después de obtener esta información se procede a diseñar y construir un tanque de almacenamiento y tratamiento.
- Recolección y manejo de gases: en la mayoría de los sitios donde se ha enterrado o dispuesto residuos sólidos orgánicos, la cantidad de gas que se genera presenta problemas potenciales. A menudo, el gas sube a través de los residuos y se dispersa inocuamente en la atmósfera. El manejo de gases se debe realizar en chimeneas.



### 3.4.6. QUÉ PROCEDIMIENTOS SE SIGUEN PARA FORMALIZAR UN RELLENO SANITARIO

#### 3.4.6.1. Estudio de selección de área

Describe las características técnicas (vías de acceso, existencia de material de cobertura suficiente, consideraciones hidrogeológicas, topografía, entre otras), ambientales (recursos hídricos, suelo, flora y fauna), aspectos sanitarios (distancia a la población más cercana, distancia de

las fuentes de abastecimiento de agua, generación de ruido), aspectos de seguridad (riesgo a desastres naturales e incendios), compatibilidad con el uso del suelo, entorno ambiental y el plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos de la provincia, aspecto económico (costos de transporte, operación y mantenimiento) aceptación de la población, características financieras (adquisición del terreno, construcción de obras civiles), uso final del terreno; a fin de definir el posible espacio geográfico para la construcción del relleno sanitario.

#### Se requiere tener en cuenta los siguientes pasos:

- Contar con tres posibles áreas para la evaluación por parte de la autoridad de salud de la jurisdicción correspondiente.
- Desarrollar el estudio de selección de área del lugar teniendo en consideración los criterios técnicos establecidos en el artículo 67 del D.S N° 057-2004-PCM, presentados en el informe de selección y evaluación del área donde se pretende construir el relleno sanitario.
- Solicitar la conformidad del área seleccionada al Director General de la autoridad de salud de la jurisdicción, esta solicitud debe estar a cargo de la Municipalidad y firmada por el Alcalde.

#### Criterios para seleccionar el área:

- Distancia a la población más cercana, mayor a 1000 m.
- Vida útil mayor a 5 años.
- Material de cobertura suficiente o acarreo cercano.
- Topografía del terreno de preferencia plana a semi ondulada con suelos de baja permeabilidad.
- Existencia de vías de acceso al lugar.
- Dirección predominante de los vientos en sentido contrario a la población más cercana.
- Suelos compatibles.
- Suelo arenoso alejado de playa o humedal.
- Suelo arcillo arenoso de mediana permeabilidad.
- Suelo arcilloso.
- Uso actual del suelo.
- Tenencia del terreno.
- Profundidad de la napa freática.
- Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos de lodos, aludes, entre otros).
- Alejado de cuerpos de agua superficial.
- No encontrarse en zonas de preservación arqueológica o en áreas naturales protegidas por el estado.

### 3.4.6.2. Estudio de Impacto Ambiental

Es un estudio destinado a identificar, prevenir, predecir, valorar y corregir los efectos ambientales negativos que puede causar el proyectado relleno sanitario, sobre la calidad de vida del hombre y su entorno.

Todo proyecto nuevo o de ampliación de un relleno sanitario debe contar con un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) aprobado por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), como requisito previo a su aprobación.

#### Los requisitos para la presentación del EIA ante la DIGESA:

- Solicitud dirigida al Director General de la DIGESA, con carácter de Declaración Jurada, N° R.U.C, firmada por el representante legal.
- Constancia del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP) de no encontrarse el área del Proyecto en un área natural protegida por el Estado.
- Certificado de compatibilidad de uso otorgado por la municipalidad provincial correspondiente.
- Informe de estimación o evaluación del riesgo correspondiente que establezca que no se encuentra en un área vulnerable a desastres naturales, realizado por el Gobierno Regional correspondiente.
- Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA), otorgado por el Instituto Nacional de Cultura (INC).
- Estudio de Impacto Ambiental suscrito por los profesionales responsables, adjuntando los resultados de análisis ambiental basales (agua, aire y suelo), realizado por un laboratorio acreditado.
- Proyecto de relleno sanitario.

### 3.4.6.3. Opinión técnica favorable del proyecto

Es un expediente técnico que describe los criterios de diseño, procedimientos para la operación

y mantenimiento, plan de cierre, post cierre, aspectos de seguridad ocupacional, entre otros, debiendo cumplir con los siguientes requisitos:

- Solicitud dirigida al Director General de la DIGESA, con carácter de declaración jurada, N° RUC, y firmado por el Alcalde de la Municipalidad, para la opinión técnica favorable del proyecto de relleno sanitario propuesto.
- Copia del estudio de selección de área aprobado por la Dirección Regional de Salud de la jurisdicción correspondiente.
- Copia de la Resolución Directoral que aprueba el EIA emitida por la DIGESA.
- Copia del certificado de compatibilidad de uso otorgado por la Municipalidad Provincial correspondiente.
- Proyecto formulado y firmado por un ingeniero sanitario colegiado y habilitado. Los estudios específicos que lo componen serán suscritos por los respectivos profesionales.

Una vez obtenida la opinión técnica favorable del proyecto de relleno sanitario por parte de la DIGESA, deberá solicitarse a la Municipalidad Provincial correspondiente la aprobación del proyecto y su respectiva licencia de funcionamiento.