

Manual Técnico de Difusión

Manejo de Residuos Sólidos para Albergues en Zonas Rurales



Gestión Ambiental



PERÚ

Ministerio
de Comercio Exterior
y Turismo

Lima - Perú, 2008



MANUAL TÉCNICO DE DIFUSIÓN MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

Lima-Perú
2008

Supervisión y Financiamiento
Dirección Nacional de Turismo

Edición
Ministerio de Comercio Exterior y Turismo

Elaboración de contenidos
Gladys Carrión Carrera
IPES. Promoción del Desarrollo Sostenible

Diseño y Diagramación
Romy Kanashiro

Revisión de Contenidos y Diseño gráfico
Cristina Cox Harman
Kathia Soto Torres
Rosa Velásquez Lucen

Esta publicación se realizó en el marco del
Plan Nacional de Calidad Turística del Perú - CULTUR
Ministerio de Comercio Exterior y Turismo

“Debe promoverse en toda su extensión, las actividades turísticas que usen tecnologías ambientalmente apropiadas para ahorrar agua y energía, evitar la contaminación, tratar las aguas usadas, evitar la producción de residuos sólidos y que favorecen el reciclaje”

Declaración de Berlín (1997)

C O N T E N I D O

- ▣ 1. PRÓLOGO
- ▣ 2. MARCO LEGAL PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
- ▣ 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS
- ▣ 4. SEGREGACIÓN DE LOS RESIDUOS
 - 4.1 Segregación de los residuos
 - 4.2 Modelos de módulos para segregación de residuos en lugares públicos
- ▣ 5. RECOLECCIÓN SELECTIVA DE RESIDUOS
- ▣ 6. ACOPIO Y COMERCIALIZACIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS
- ▣ 7. RELLENO SANITARIO
 - 7.1 Criterios de ubicación del relleno sanitario
 - 7.2 Alternativas de construcción de rellenos sanitarios
- ▣ 8. CELDA DE SEGURIDAD PAR RESIDUOS PELIGROSOS
 - 8.1 Esquema de una celda de seguridad
 - 8.2 ¿Porqué hacer una celda de seguridad?
 - 8.3 ¿Qué es una celda de seguridad?
 - 8.4 Partes de la celda de seguridad
 - 8.5 Pasos para la construcción de la celda de seguridad
 - 8.6 Detalle del techo de la celda de seguridad
 - 8.7 Colocación de los residuos en la celda de seguridad
 - 8.8 Cierre de la celda de seguridad

- ▣ 9. PLANTA DE COMPOSTAJE
 - 9.1 Etapas del tratamiento de los residuos orgánicos
 - 9.2 Diseño de la planta de compostaje
 - 9.3 Actividades de la planta de compostaje
 - 9.4 Operaciones de la planta de compostaje
 - 9.5 Utilización del producto resultante (Compost)
- ▣ 10. GLOSARIO
- ▣ 11. BIBLIOGRAFÍA

1

PRÓLOGO

PRÓLOGO

P R Ó L O G O



Nuestra sociedad se desarrolla influenciada por una fuerte corriente consumista, propia de un mundo globalizado, que demanda día a día mayor generación de productos y alimentos, a la vez que se incrementa el consumo de energía y de recursos naturales, sobre todo, el de agua dulce. Uno de los resultados de este ciclo de consumo es la generación cada vez mayor de residuos sólidos.

Para muchas comunidades los elementos que constituyen el ambiente (plantas, animales, ríos, lagos, quebradas, hombres y costumbres) constituyen su mayor riqueza. Estos recursos son también la base para el desarrollo del turismo, y por esta razón deben ser conservados de la mejor manera posible, evitando su contaminación y deterioro. Por ello, resulta urgente implementar sistemas adecuados para el adecuado manejo y disposición final de los residuos sólidos con el fin de minimizar los impactos negativos sobre el ambiente y promover el desarrollo sostenible de la sociedad.

El presente Manual Técnico de Difusión de Residuos Sólidos para Albergues en Zonas Rurales es una publicación elaborada por el Viceministerio de Turismo dirigido principalmente a las Micro y Pequeñas Empresas (MYPES). Se basa en lo establecido por la Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento y tiene como propósito ofrecer a las comunidades y prestadores de servicios turísticos rurales, un documento didáctico que les permita implementar de manera sencilla y económica sistemas de manejo de residuos sólidos para contribuir con la reducción de fuentes de contaminación, buscando el desarrollo sostenible de la actividad turística.

Esta publicación es uno de los productos que el MINCETUR ha elaborado en el marco del Plan Nacional de Calidad Turística - CALTUR, componente transversal del Plan Estratégico Nacional de Turismo - PENTUR, que tiene como objetivo promover la calidad en la gestión del servicio y ambiental a corto plazo y como una herramienta para aplicar efectivamente la Política Ambiental del Sector.

Mercedes Aráoz Fernández
Ministra de Comercio Exterior y Turismo

2

MARCO LEGAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

MARCO LEGAL DEL MANEJO DE
RESIDUOS SÓLIDOS



La Ley General de Residuos Sólidos Ley N° 27314 y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 057-2004-PCM, establecen derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, incluyendo principios de minimización, prevención de riesgos ambientales, protección de la salud y el bienestar de la persona humana.

La Ley se aplica a las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos desde la generación hasta su disposición final, incluyendo las distintas fuentes de generación de dichos residuos. Asimismo, comprende las actividades de internamiento y tránsito por el territorio nacional de residuos sólidos.

La Ley define como residuos sólidos aquellas sustancias, productos o sub productos en esta-

do sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, para ser manejados a través de un sistema que incluya, según corresponda, las siguientes operaciones o procesos: (i) minimización de residuos; (ii) segregación en la fuente; (iii) reaprovechamiento; (iv) almacenamiento; (v) recolección; (vi) comercialización; (vii) transporte; (viii) tratamiento; (ix) transferencia; y, (x) disposición final.

Sin embargo, para poder entender el marco específico que regula el manejo de los residuos, la Ley clasifica a los mismos según su origen en:

- (i) domiciliario
- (ii) comercial
- (iii) de limpieza de espacios públicos
- (iv) de establecimiento de atención de salud
- (v) industrial

- (vi) de actividades de construcción
- (vii) agropecuario
- (viii) de instalaciones o actividades especiales (puertos, aeropuertos, etc.)

La principal novedad del modelo de gestión que contiene la Ley General de Residuos Sólidos es la separación de las actividades de prestación, a cargo de las Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS) y de las Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos (EC-RS); y de las funciones de regulación, fiscalización y sanción, a cargo de las entidades públicas y auditoras.

Cabe señalar que la comercialización de residuos es rentable en zonas cercanas a grandes ciudades donde se cuente con empresas de este tipo. Sin embargo, en zonas rurales no se cuenta con dichas empresas, por lo cual es recomendable fortalecer las acciones de reaprovechamiento (reciclaje artesanal) y disposición final adecuada de los residuos sólidos.

Existen dos modelos de gestión de residuos en nuestra legislación actual, tal como se muestra en la Figura N°1.



El modelo municipal, responsable de los residuos generados a nivel provincial y distrital, consiste en el recojo de los residuos domésticos y afines.

Las municipalidades provinciales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos, en el ámbito territorial de su competencia.

Las municipalidades distritales son responsables por la prestación de los servicios de recolección y transporte de los residuos sólidos y de la limpieza de vías, espacios y monumentos públicos en su jurisdicción. Los residuos sólidos en su totalidad deberán ser conducidos directamente a la planta de tratamiento, transferencia o al lugar de disposición final autorizado por la municipalidad provincial.

En la actualidad, la gran mayoría de municipalidades provinciales y municipalidades distritales cuentan con botaderos, siendo muchos de ellos focos de contaminación. A la fecha, el Consejo Nacional del Ambiente - CONAM ha aprobado 37 Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) en diferentes municipalidades provinciales como las de Ancash, Apurímac, Cajamarca, Callao, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Ica, Junín, Lambayeque, Loreto, Moquegua, Pasco, Puno, San Mar-

tín y Tacna. Es importante, que las municipalidades provinciales realicen estos instrumentos de gestión y planificación que permitirán mejorar las condiciones de salud y ambiente en las ciudades. Las estrategias de coordinación y concertación entre municipalidades distritales han permitido un beneficio común.

Los servicios de saneamiento básico y manejo de residuos sólidos son de gran importancia para la reducción de factores de riesgo para la salud y en los impactos al ambiente. Genera además las condiciones adecuadas para el turismo.



Las ciudades con menos de 5,000 habitantes o los centros poblados menores que cuenten con un municipio propio establecido de conformidad con lo dispuesto por la Ley Orgánica de Municipalidades y sus normas reglamentarias y complementarias, podrán exceptuarse del cumplimiento de aquellas disposiciones de Ley General de Residuos Sólidos que resulten in-

compatibles con sus condiciones económicas e infraestructura y equipamiento urbano, o por su condición socioeconómica rural. En estos casos, el centro poblado podrá tomar medidas según su alcance económico que le permita manejar sus residuos sólidos sin perjudicar el ambiente.



El modelo no municipal consiste en que el generador, la empresa prestadora de servicios, el operador y cualquier persona que intervenga en el manejo de residuos sólidos no comprendidos en el ámbito de la gestión municipal, será responsable por su manejo seguro, sanitario y ambientalmente adecuado, de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Residuos Sólidos, sus reglamentos y las normas técnicas correspondientes.

Es importante la coordinación y concertación con las autoridades locales, regionales y sectoriales, a fin de minimizar costos y manejar de forma correcta sin generar impactos ambientales siguiendo la normatividad vigente.

En nuestro país todo sistema de manejo de residuos que se desee implementar deberá ser compatible con lo estipulado en la Ley General de Residuos Sólidos Ley N° 27314 y su Reglamento. Es por ello que la propuesta que presentamos se enmarca en lo establecido por estas normas.

La propuesta de manejo de los residuos sólidos en albergues y comunidades rurales que presentamos como resumen en el diagrama general, se fundamenta en el principio de la segregación en la fuente de generación y en la recolección selectiva.

El recojo selectivo de los residuos se da en las fracciones:

- residuos inorgánicos, son almacenados en el centro de acopio para su posterior comercialización para la industria del reciclaje.
- residuos orgánicos (restos de cocina, restos de cultivos)
- residuos peligrosos (pilas, focos, envases de plaguicidas)
- residuos inservibles (papeles higiénicos y restos de la limpieza)

Estos residuos son destinados de forma diferenciada al tratamiento o la disposición final según el caso:

- residuos inorgánicos, son almacenados en el centro de acopio para su posterior comercialización para la industria del reciclaje
- residuos orgánicos, son destinados a la planta de compostaje para su transformación en abono natural denominado compost, el mismo que puede ser utilizado para las áreas verdes.
- residuos peligrosos, son trasladados hasta la celda de seguridad donde serán confinados de forma segura y definitiva.
- residuos inservibles, son trasladados hasta el relleno sanitario donde serán confinados de forma segura y definitiva.

3

CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

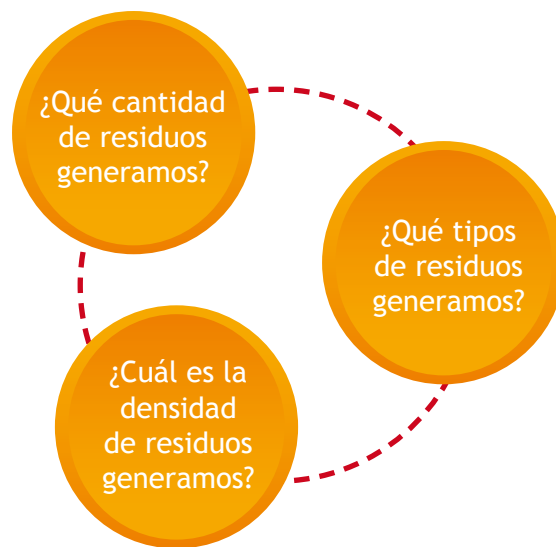
CARACTERIZACIÓN DE LOS
RESIDUOS



Para implementar mejoras o un sistema de manejo y tratamiento de residuos sólidos es necesario tener información sobre la generación, composición, densidad y características de éstos. Una herramienta útil para este fin es la realización de un estudio de caracterización de residuos sólidos.

A nivel de América Latina y el Caribe se ha adoptado la metodología del Dr. Kunitoshi Sakurai (1982)* para ejecutar el estudio de caracterización, a fin de ser implementado en los centros poblados o albergues con una población aproximada de 100 habitantes. Sin embargo la metodología Sakurai deberá adaptarse a las condiciones de cada ámbito de estudio.

El estudio de caracterización de residuos permitirá responder a estas tres preguntas:



* La metodología estadística del Doctor Kunitoshi Sakurai (1982) es empleada para determinar el tamaño de muestra, así los resultados reflejarán las condiciones prevalecientes en el universo poblacional.

PASOS PARA REALIZAR LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

a) Reunión informativa y de presentación del Estudio

Para dar inicio al estudio se debe realizar una pequeña reunión informativa donde participen la población, los dirigentes, los representantes de la localidad y el administrador del albergue. El objetivo es informar del proceso del estudio y lograr su apoyo en las diferentes actividades del mismo.

b) Determinación del número de muestra

En el caso de poblaciones menores no es necesario aplicar la fórmula estadística para determinar el número de muestra. El reducido número de habitantes nos permite determinar la muestra de una manera más práctica.

El número total de viviendas en la población se divide en 4. Es decir una cuarta parte de la población, aproximadamente 25 viviendas, participará como muestra representativa en el estudio.

c) Identificación de las viviendas que componen la muestra

La elección de las viviendas se debe realizar aleatoriamente en las diferentes zonas de la

localidad, desde sus extremos hacia el centro. Es importante elaborar un registro de los nombres completos de los participantes, indicando la localización y el número de habitantes de cada vivienda.

Se realizará una visita casa por casa a las viviendas seleccionadas para informar de la importancia de su participación, el horario establecido para la recolección de los residuos y entregarles la primera bolsa donde deberán colocar sus residuos para que sean recogidos. Como complemento las viviendas muestreadas pueden ser marcadas con algún distintivo para facilitar su identificación.

d) Recolección de los residuos



Para realizar esta actividad se debe contar con un promedio de 3 personas que participen por 8 días en la recolección de residuos de los albergues y/o viviendas muestreadas. Según el horario determinado se visitará cada albergue y/o vivienda recibiendo la bolsa con residuos y entregándole una nueva bolsa vacía. Al momento de la recolección deberán registrarse las viviendas que entregaron sus residuos.

e) Pesaje y caracterización de los residuos

Diariamente, una vez recolectadas todas las bolsas del albergue y/o vivienda seleccionada, éstas deberán ser llevadas al sitio definido para la caracterización.

Se registrará el peso de cada una de las bolsas para determinar la generación total por la cantidad de viviendas muestreadas. Como regla general, se descarta la muestra del primer día ya que no se conoce el período en el cual fue producido.

Los materiales necesarios son: balanza o romana; bolsas de plástico; escoba y formatos de trabajo y lapiceros.

Se procede a la separación y clasificación de los residuos según componentes (plásticos, metales, papeles, vidrios, etc.).

Una vez culminada la clasificación, los componentes serán pesados obteniendo resultados tales como: Vidrio Kg., Papel ... Kg., etc.

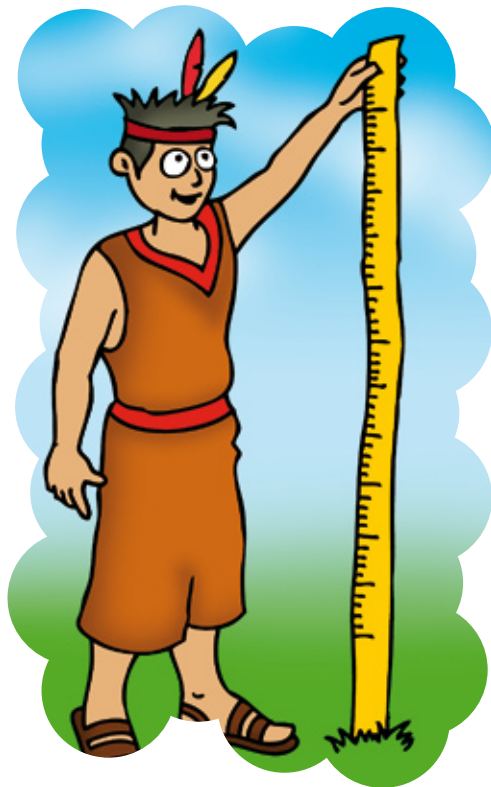
Durante esta actividad los operarios deberán utilizar implementos de protección personal y materiales de limpieza personal, tales como: mandiles; guantes de protección anticortes; mascarillas protectoras; jabón, detergente y desinfectantes; botiquín de primeros auxilios.



f) Determinación de la densidad de los residuos

La densidad de los residuos es un parámetro que indica la cantidad de residuos en peso (Kg) con relación al volumen que ocupa (m^3).

Este dato es importante para determinar los posibles métodos de recolección (vehículos) y de disposición final (dimensiones de un relleno sanitario).



Para esta actividad se empleará un recipiente cilíndrico de 225 litros de capacidad. Se escogerá al azar algunas de las bolsas recolectadas y se procederá a vaciar el contenido dentro del recipiente, hasta llenarlo.

Una vez lleno, con una cinta métrica se mide la altura generada por los residuos dentro del recipiente, luego con una herramienta que se considere adecuada se compactarán los residuos y se medirá nuevamente la altura libre. Ambos datos se registrarán diariamente.

El cálculo de la densidad se realiza haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$D(kg/m^3) = \frac{\text{Peso del residuo (kg)}}{\text{Volumen de la basura (m}^3\text{)}}$$

g) Determinación de la generación per cápita

Utilizando el registro del total de residuos recolectados y la lista de participantes por día de muestreo se obtiene la cantidad de residuos generados. En función de los datos recopilados sobre el número de personas por vivienda se determina el número de personas que han intervenido cada día del muestreo.

Dividiendo el peso total entre el número de personas, se obtiene la generación per cápita diaria promedio de las viviendas muestreadas.

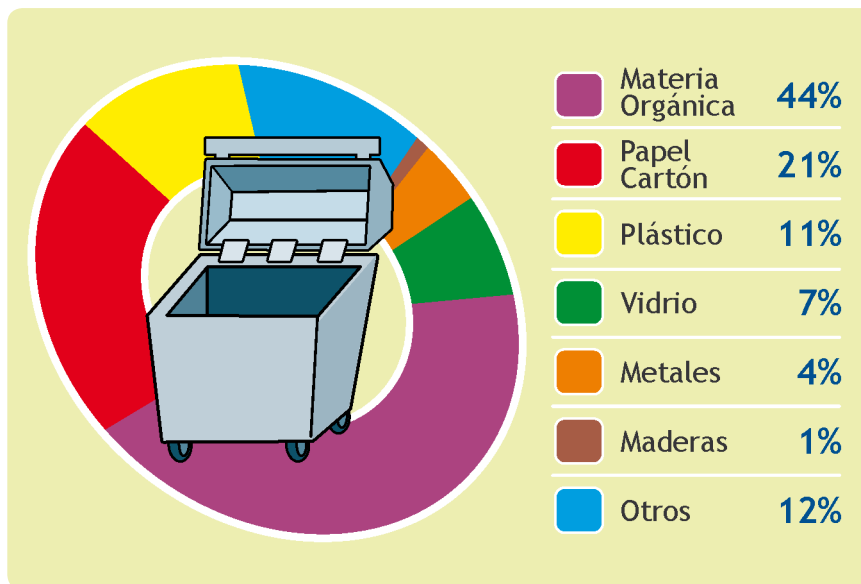
h) Determinación de la generación total de residuos

Tomando como base el valor de generación per cápita de se estima la cantidad total generada multiplicando dicho valor por la cantidad total de habitantes de la localidad. Por ejemplo:

Nombre de la localidad	Población	Generación per cápita (Kg/hab/día)	Generación total de residuos (kg/día)	Generación Total de residuos (Ton/mes)
Sierra Linda	100	0.4	40	1.2
Selva Hermosa	210	0.5	105	3.15
Costa Alegre	320	0.6	192	5.76

Fuente: Plan de Gestión de Residuos Urbanos de Castilla - La Mancha España

Y, ¿sabes realmente de qué está compuesta la basura que desechamos todos los días en nuestros hogares?. De acuerdo al siguiente gráfico, podrás observar la proporción media en peso de los residuos producidos por hogares de grandes ciudades a nivel mundial. La gran mayoría de los residuos que generamos en la actividad doméstica son susceptibles de ser recuperados y revalorizados a través de, por ejemplo, procesos de reciclaje.



Fuente: Plan de Gestión de Residuos Urbanos de Castilla-La Mancha España.
<http://www.rrrclm.info>

4

SEGREGACIÓN DE LOS RESIDUOS

SEGREGACIÓN DE LOS
RESIDUOS



4.1 SEGREGACIÓN DE LOS RESIDUOS

El concepto moderno de manejo de residuos Sólidos amigables al medio ambiente exige:

- No mezclar los residuos sólidos
- Segregarlos en la fuente de generación y almacenarlos de manera diferenciada en al menos 4 categorías:
 - a. Residuos orgánicos: resultantes de la cocina y restos de maleza provenientes de los jardines.
 - b. Residuos inorgánicos: plásticos, botellas, metales, papeles, cartones.
 - c. Residuos peligrosos: pilas, focos, envases de plaguicidas.
 - d. Residuos inservibles: papeles higiénicos y restos de la limpieza.

Para lograr una adecuada segregación de los residuos es muy importante el cambio de hábitos de la población. Para ello se debe realizar constantes actividades de sensibilización y capacitación de la población.

Esta labor debe ser realizada por el municipio o por un comité ambiental de la propia comunidad y para ello se requiere del apoyo de todos los pobladores.

Antes de iniciar las actividades de capacitación y sensibilización se deben establecer las herramientas y estrategias a utilizar, tales como:

- Charlas y talleres.
- Visitas casa por casa.
- Campañas ambientales para toda la comunidad (pasacalles).
- Perifoneo.

4.2 MODELOS DE MÓDULOS PARA SEGREGACIÓN DE RESIDUOS EN LUGARES PÚBLICOS

En los albergues, es importante instalar módulos en puntos estratégicos como la recepción, baño común y habitaciones. Los módulos pueden ser hechos de cartón y/o metal.

Asimismo, la comunidad puede instalar módulos de segregación de residuos en lugares públicos como por ejemplo calles, parques, plazas,

escuelas u otro lugar donde exista afluencia de público.

Estos dispositivos deberán estar marcados y se deberá identificar claramente el tipo de residuo que deberá ser colocado en cada tacho. Además, se debe garantizar el recojo periódico de los residuos (para evitar malos olores) y vectores. En zonas lluviosas deberá contar con un techo o ser colocado bajo sombra.



5

RECOLECCIÓN SELECTIVA DE RESIDUOS

RECOLECCIÓN SELECTIVA DE
RESIDUOS



RECOLECCIÓN SELECTIVA DE RESIDUOS

La recolección de residuos debe ser realizada casa por casa, es decir, desde la fuente de generación. Se pueden recoger también de los tachos o contenedores colocados en espacios públicos.

Para la recolección selectiva de los residuos inorgánicos reciclables se plantea una frecuencia de recolección de una vez por semana, en horarios previamente establecidos e informados a todas las viviendas.

La ruta de recolección deberá ser organizada tomando en cuenta la topografía del terreno (comenzar por la parte alta y terminar en la parte baja) y las distancias entre las viviendas

y los lugares de tratamiento y disposición final de los residuos.

La recolección selectiva es una actividad que debe ser realizada por el municipio o por un comité ambiental constituido por dos o tres representantes de la propia comunidad.

Para realizar la recolección se pueden utilizar vehículos motorizados (camionetas o motocargas) o no motorizados (triciclos o carretas) de acuerdo a las características y condiciones de la zona. Cabe resaltar que el vehículo que se seleccione deberá contar con un mantenimiento periódico.

Para la recolección, los operarios deberán contar con equipos de protección personal como uniformes, gorros, guantes y mascarillas.

MODELOS DE VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN



6

ACOPIO Y COMERCIALIZACIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS

ACOPIO Y COMERCIALIZACIÓN
DE RESIDUOS INORGÁNICOS



ACOPIO Y COMERCIALIZACIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS

En caso de que el albergue y/o comunidad rural se encuentre cercano a una ciudad, donde exista empresas prestadoras (EPS-RS) y comercializadoras (EC-RS) de residuos sólidos, se recomienda coordinar con éstas, con la finalidad de que las acciones de acopiado y comercialización sea rentable. De lo contrario, el albergue y/o comunidad deberá incidir más en el proceso de reaprovechamiento y disposición final.

Los residuos inorgánicos deberán ser almacenados en un lugar denominado “Centro de Acopio”, el mismo que deberá estar cerrado y techado y deberá contar con un cartel que lo identifique.

El Centro de Acopio constituye un almacén de entre 40 y 60 m² de área donde se colocan los

residuos según su tipo, para lo cual se recomienda la siguiente clasificación:

TIPOS DE RESIDUOS	CLASIFICACIÓN
Papeles	Papel blanco (bond, carablanca) Papel mixto (revistas) Papel periódico
Cartones	Cajas Bolsas de papel Estucado (cajas de medicinas)
Vidrios	Vidrio blanco Vidrio ámbar Vidrio verde
Metales	Chatarra ferroso (fierro) Latas (de conservas) Metales no ferrosos (aluminio, cobre, bronce, etc.)
Plásticos	Botellas de PET Envases de PVC (tuberías) Bolsas Plástico rígido (envases, baldes, etc.)

Estos residuos clasificados deberán ser almacenados para su posterior comercialización. En el caso de los plásticos de botellas, se recomienda que previamente sean prensados para reducir su volumen, para ello se puede retirar la tapa y pisarlos.

La comercialización de los residuos deberá ser coordinada con los recicladores locales con los cuales se deberá establecer las condiciones de compra y venta, tales como: frecuencia, volúmenes, precios, condiciones de entrega, comprobantes de pago, entre otros. Los comprado-

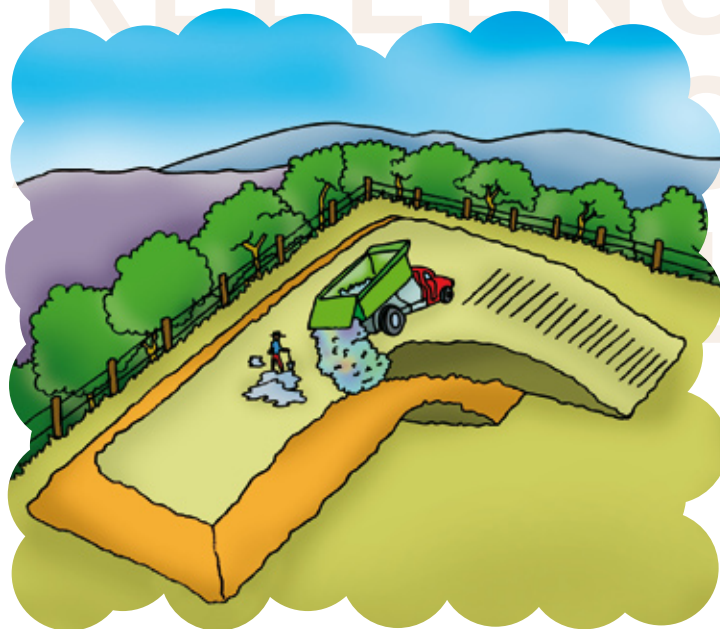
res deberán estar registrados como Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos (EC-RS) ante el Ministerio de Salud, según lo establecido por la Ley N° 27314. En la Página Web de la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA (www.digesa.sld.gob.pe) se puede encontrar la lista actualizada de EC-RS.

El Centro de Acopio deberá permanecer cerrado, limpio y ordenado y deberá ser fumigado periódicamente para evitar la generación de vectores y roedores.

7

RELLENO SANITARIO MANUAL

RELLENO SANITARIO MANUAL



El relleno sanitario es una instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.



Es por lo tanto una forma de disposición final de residuos sólidos en la tierra, a través de su confinamiento en capas cubiertas con materia inerte, generalmente tierra, según normas operacionales específicas, de modo de evitar daños o riesgos para la salud pública y la seguridad, minimizando los impactos ambientales.

Para diseñar un relleno sanitario artesanal, el primer paso es determinar su ubicación, para evitar futuros problemas como contaminación y destrucción del mismo relleno.

Según lo establecido por nuestro marco legal (Ley N° 27314 y su Reglamento), para la instalación de un relleno sanitario se deberá contar con la aprobación de Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), del Ministerio de Salud, y el proyecto de relleno deberá ser formulado por un ingeniero sanitario colegiado.

Un relleno sanitario manual es una instalación de disposición final de los residuos del ámbito municipal cuya capacidad de operación diaria no excede a 20 toneladas.

Con este motivo debemos tener presente los criterios que a continuación describimos.

7.1 CRITERIOS DE UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO

1. Protección de las aguas: el relleno deberá estar alejado de cualquier fuente de agua como ríos, lagos y otros.
2. Debe haber facilidad de acceso al terreno.
3. No debe existir viviendas ni granjas porcinas ni avícolas a menos de 1000 metros del relleno.
4. Debe tener capacidad para recibir los residuos por un mínimo de 5 años y justifique la inversión en infraestructura.
5. Deberá existir tierra, limo o arcilla en la zona para cubrir los residuos durante las operaciones del relleno, de lo contrario habrá que trasladar tierra de otro lugar.
6. El agua del subsuelo deberá estar a una profundidad mayor a 10 metros, lo cual garantizaría la conservación de la calidad de las aguas subterráneas.
7. La ubicación del relleno deberá establecerse considerando la dirección de los vientos, siempre en sentido contrario al

centro poblado, para evitar olores molestos.

8. El relleno sanitario deberá estar alejado de zonas arqueológicas o áreas de protección especial.
9. No se deberán construir rellenos en lotes que estén debajo de líneas de alta tensión.
10. Se recomienda ubicar el relleno sanitario en suelos de sedimentos muy finos y arcillosos, sedimentos finos y en rocas areniscas finas con arcillas.
11. No se recomienda instalar en suelos de sedimentos gruesos y rocas calcáreas con cuevas y fisuras grandes.
12. Se debe contar con el título de propiedad del terreno o con un documento de cesión de uso otorgado por el propietario.

7.2 ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN DE RELLENOS SANITARIOS

Existen dos opciones para la implementación del relleno sanitario manual:

- Opción 1: Método del área
- Opción 2: Método de trinchera

7.2.1 Método del Área

Este método se utiliza para rellenar depresiones de algunos metros de profundidad. El material de cobertura puede ser de canteras

abandonadas. Los residuos sólidos se depositarán directamente sobre el suelo original.

Pasos para la implementación:

Paso 1: Colocar una capa de 20 a 50 centímetros de arcilla para impermeabilizar el terreno. Sobre esta capa se depositarán los residuos.

Paso 2: Cubrir los residuos con una capa de tierra de 10 a 15 centímetros, a ésta se la denomina material de cobertura, que será obtenida del mismo lugar y se utilizará cada 2 o 3 días. El material de cobertura también se puede obtener de laderas o canteras abandonadas.

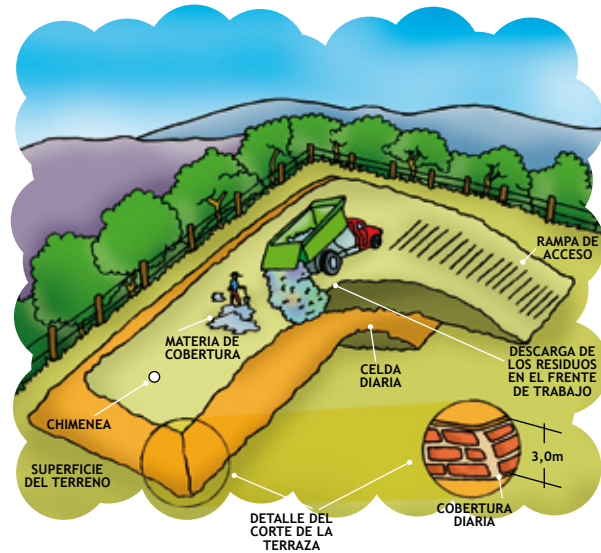
Paso 3: Compactar y nivelar la zona de operación, para ello se pueden utilizar herramientas manuales (pala, pico, carretilla, pizón, rastrojo, etc.).

Partes del relleno sanitario por el método del área

Se recomienda implementar las siguientes partes del relleno:

- Cerco vivo (cerco de plantas o arbustos).
- Caseta de vigilancia.
- Letrero o cartel.
- Almacén de herramientas.

En la figura se observa una hondonada natural, en ella se rellena con residuos sólidos, formando celdas y se cubre luego con tierra del lugar.



Relleno sanitario por el método del área

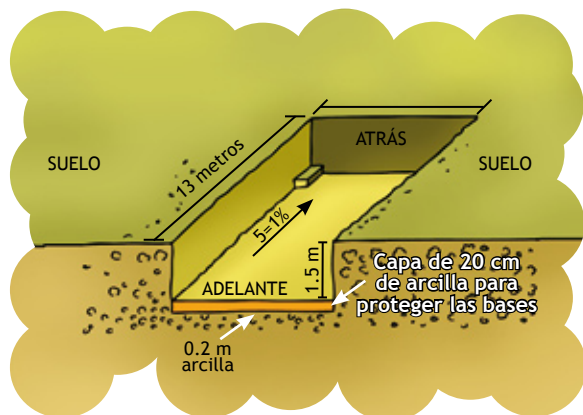
7.2.2 Método de la trinchera

- Este método se utiliza en regiones planas.
- Consiste en excavar periódicamente zanjas de 1.50 metros de profundidad, siendo esta excavación con pala y pico.
- Los residuos sólidos se depositarán y acomodarán dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada.

a. Descripción del método de la trinchera

- Este método se utiliza en regiones de terrenos planos.
- En nuestro ejemplo observamos una trinchera con capacidad para recibir residuos para un periodo de 5 años. Esta trinchera tiene las dimensiones: 8 metros de ancho, 13 metros de largo y 1.5 metros de altura.
- La excavación se realizará de la siguiente manera:
 - (i) Trazar las dimensiones de la trinchera 8 x 13 metros.
 - (ii) Excavar el suelo, avanzando de atrás hacia adelante.
 - (iii) Avanzar la excavación de acuerdo a la conformación de las celdas, es decir excavar y utilizar la tierra excavada para cubrir la celda diaria.
 - (iv) La altura final del relleno será en nuestro ejemplo 1.5 metros.

Relleno sanitario, método de la trinchera



b. Plano de distribución del relleno sanitario método de la trinchera

El relleno sanitario que presentamos a continuación, se ha diseñado para una población de 100 habitantes que corresponde a poblados pequeños o albergues.

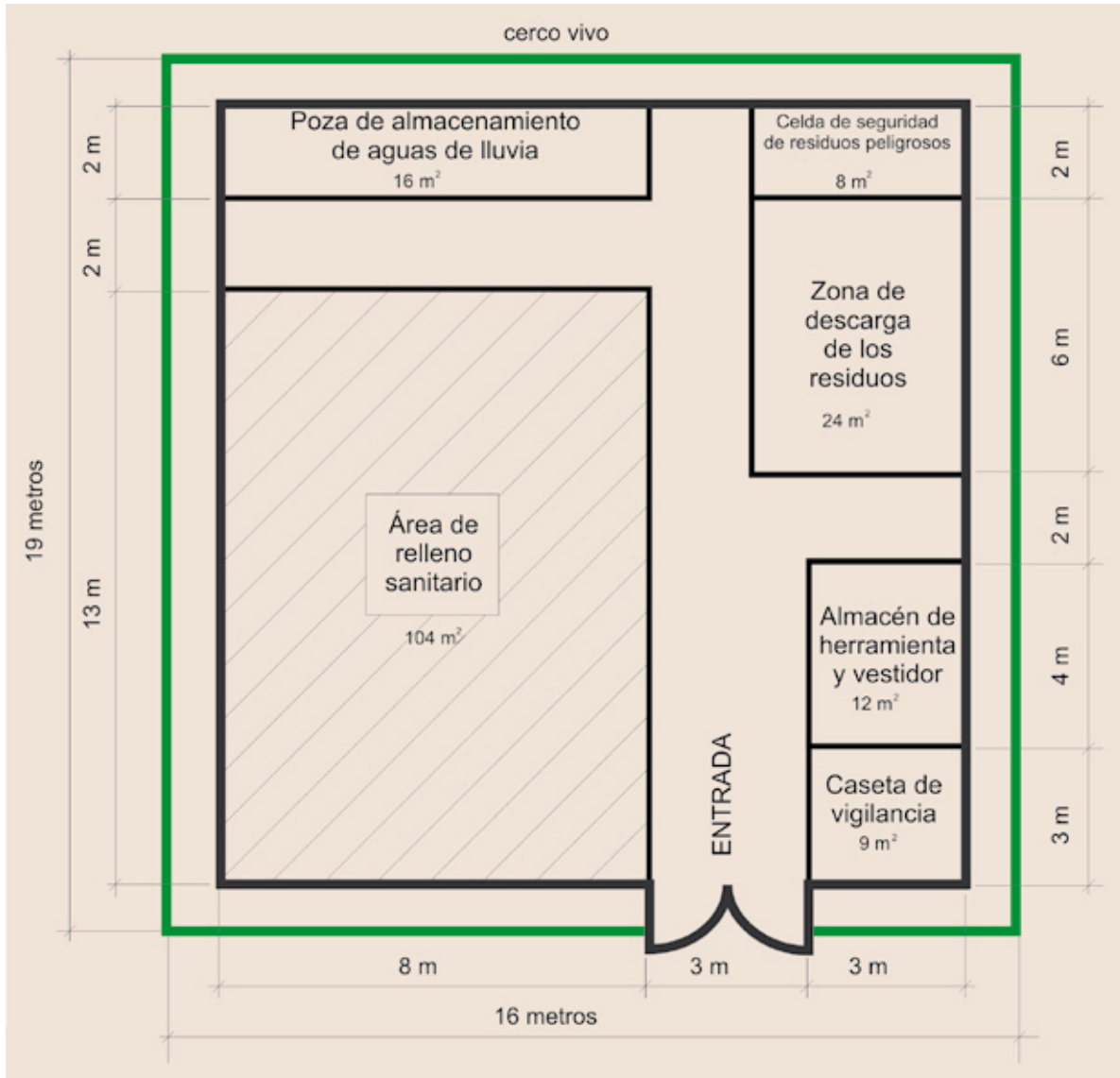
En nuestro ejemplo el relleno sanitario está conformado por las siguientes instalaciones:

- a. Cerco vivo (cerco de plantas o arbustos).
- b. Poza de almacenamiento de aguas de lluvia.
- c. Área de las celdas del relleno sanitario.
- d. Zona de descarga de los residuos sólidos.
- e. Almacén de herramientas y vestidor.
- f. Caseta de vigilancia.
- g. Celda de seguridad de residuos peligrosos.

c. Descripción de las partes del relleno sanitario, método de la trinchera

- a. Cerco vivo (cerco de plantas o arbustos):
Es un cerco de plantas o arbustos que sirve como protección y cortina de viento y está ubicado a 1 metro del límite exterior del relleno. En nuestro ejemplo tiene un perímetro de 70 metros.
- b. Poza de almacenamiento de agua de lluvia:
Es el área donde se almacenará las aguas de las lluvias que son recogidas a través de los

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DEL RELLENO SANITARIO



canales instalados en todo el perímetro de la celda para evitar su inundación. Se puede acondicionar una poza para el uso del agua en el riego de áreas verdes o destinar directamente los canales de captación hasta un cauce de agua como un río, quebrada o lago. En nuestro ejemplo comprende un área de 16 m².

c. *Área del relleno sanitario propiamente dicho.* Es el área donde se colocarán los residuos, en el ejemplo tiene un área de 104 m².

d. *Zona de descarga de los residuos.* Es el área en el que se recibirá y descargará los residuos provenientes del albergue y que serán depositados en el relleno, comprende un área de 24 m².

e. *Almacén de herramientas y vestuario.* Área en el que se almacenarán y guardarán herramientas y equipos de protección que se utilizarán en el relleno sanitario, además servirá como vestuario para los operarios y contará con un servicio higiénico. Comprende un área de 12 m².

f. *Caseta de vigilancia.* Es el lugar destinado a la vigilancia y control de las actividades que se desarrollan en el relleno sanitario. Tiene un área de 9 m².

g. *Celda de seguridad de residuos peligrosos.* Es el lugar donde se van a depositar los residuos peligrosos tales como: pilas, baterías, focos, etc. En nuestro ejemplo consideramos un área de 8 m² para la celda de seguridad.

d. Preparación del terreno

d.1. Limpieza del terreno

La labor en la implementación del relleno sanitario empieza con la limpieza del mismo, en algunas ocasiones será necesario talar árboles, arbustos, y quitar piedras, cascajos y otros para que no dificulten la operación.

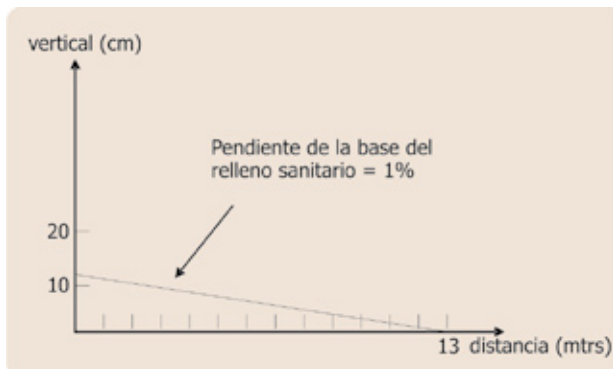
La limpieza del terreno se hará por etapas, por ejemplo cada medio año y de acuerdo con el avance de la obra. De este modo, se evitará la erosión del terreno.



d.2. Pendiente de la superficie del terreno

Para facilitar la recolección de las aguas de lluvias y evitar las inundaciones en los alrededores del área del relleno propiamente dicho, es importante que la superficie del terreno tenga una pendiente del 1%. Esto se logrará con los trabajos de albañilería, haciendo movimiento de tierras y nivelación.

Con este fin es importante contar con los servicios de un albañil.



d.3. Movimiento de tierra

El movimiento de tierras es una actividad que consiste en excavar la tierra con pala y pico.

El terreno para las zanjas donde se colocarán los residuos debe tener una pendiente del 1%.

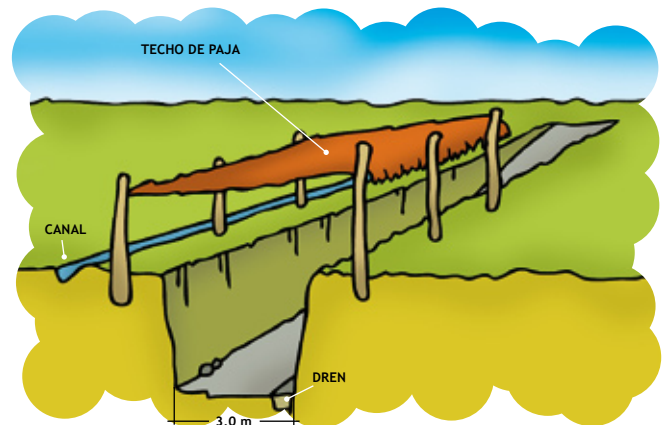
Lograr la pendiente del 1% del terreno, hacer zanjas donde se colocarán los residuos.



d.4 Protección de las lluvias

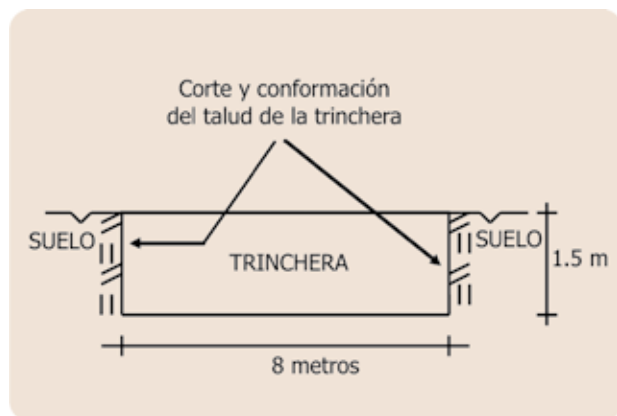
El área del relleno propiamente dicho se cubrirá con un techo ligero de palma, paja o ichu de la zona (similar al de los invernaderos), con el fin de proteger el relleno de las aguas de lluvia, así evitaremos la presencia de aguas de lluvia en el relleno propiamente dicho.

En nuestro ejemplo las dimensiones del techo son: 8 x13 metros.



d.5. Cortes y conformación del talud

El talud es la inclinación que tienen las paredes laterales de la trinchera excavada y que servirán de soporte cuando se coloquen y se compacten los residuos inertes. Para nuestro ejemplo el talud será de forma vertical, para lo cual se recomienda excavar con pico y cortar con pala derecha para conformar una línea recta del talud o pared lateral de la trinchera.



e. Construcciones auxiliares

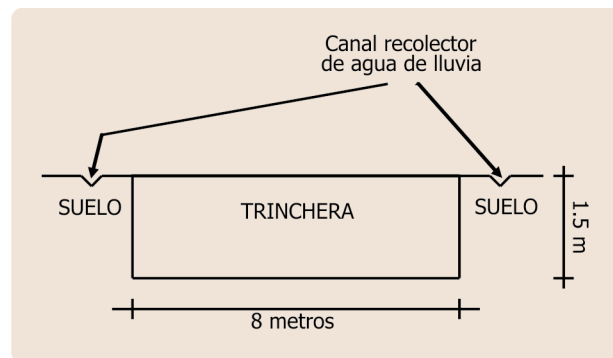
e.1. Canal recolector de las aguas de lluvias

El canal recolector de aguas de lluvia es importante para evitar el ingreso de las aguas al relleno y así evitar el incremento del volumen de lixiviados y mejorar las condiciones de operación del relleno.

El canal recolector deberá estar instalado en todo el perímetro de la trinchera, el mismo que estará ubicado a favor de la pendiente, para evitar empozamientos de aguas.

Estas aguas serán conducidas hasta una poza de almacenamiento o directamente hacia un cause de agua (río, quebrada o laguna) teniendo cuidado de no generar erosión en el punto de salida de las aguas.

El canal será construido con una inclinación suave o pendiente moderada, para no erosionar el suelo.



e.2. Drenaje de gases

Los gases se forman sólo a partir de los desechos orgánicos. En nuestro diseño no será necesario construir drenaje de gases debido a que nuestro sistema no permitirá el ingreso de

residuos orgánicos a las celdas, por consiguiente no habrá formación de gases.

e.3. *Cerco perimetral*

El terreno se cercará con palos de eucalipto de 1,5 metros de altura, colocados cada 3 metros y alambre de púas (galvanizado, calibre 12, de 10 púas por metro lineal) de cuatro hiladas.

Se habilitará una puerta de entrada para impedir el libre paso de individuos extraños al interior del relleno, dando disciplina y seguridad a la obra.



e.4. *Cerco vivo o cerco verde*

Consiste en la siembra de árboles o arbustos, paralelamente al perímetro del cerco del relleno sanitario, para ello se dejará una franja de 1 metro de espacio.

Los árboles pueden ser guaranguillos, uña de gato, pinos, eucaliptos, laureles, bambús, u otras plantas ornamentales de tallo alto y coposo.

La siembra de estos árboles constituye el cerco vivo o verde, que además de proteger del viento, evita la difusión de los olores y mejora la apariencia estética del relleno.



e.5. Caseta de control y almacén

Todo relleno sanitario debe contar con una zona para la caseta de control y almacén. En nuestro ejemplo esta instalación tiene un área de 3 x 7 metros, haciendo un total de 21 m² y tiene las siguientes funciones:

- Controla el ingreso.
- Protege las pequeñas herramientas de trabajo (rodillo, carretas, palas, picos, etc.).
- Es un espacio donde el trabajador pueda asearse, cambiarse y guardar su ropa.
- Sirve como refugio en caso de lluvias.

Esta caseta debe contar con una silla y una mesa de trabajo para realizar anotaciones de actividades.



e.6. Área de circulación

Es el área libre que permite el tránsito tanto de personas como acarreo de equipos para el desarrollo de las actividades del relleno sanitario.

e.7. Cartel o letrero de presentación

Es necesario colocar un cartel de presentación del relleno sanitario en construcción para que la comunidad identifique la obra.



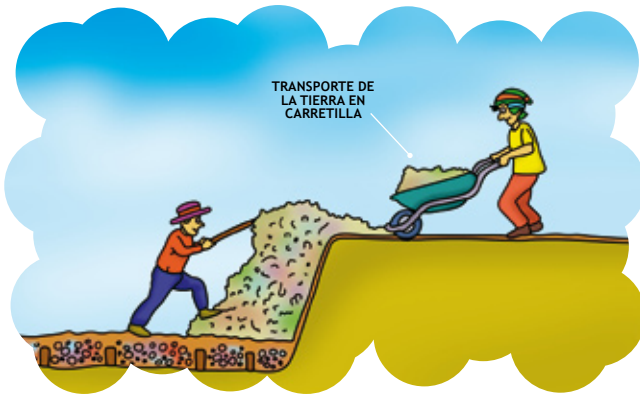
f. Detalle de la construcción del relleno sanitario por el método de la trinchera

f.1. Conformación de las celdas

- Las celdas constituyen la unidad básica de construcción del relleno sanitario, la cual es abastecida por la llegada diaria de un volu-

men determinado de residuos sólidos producidos en un día

Debido a que el volumen de recolección de los residuos es pequeño y que además son inorgánicos, se podrá trabajar con el volumen acumulado de una semana. En este caso la celda recibirá 0.5 m^3 de residuos inorgánicos producidos en una semana (0.28 t). Se enterrará y se cubrirá con una capa de 3 cm de tierra de cobertura.



f.2. Dimensiones de las celdas

La forma de la celda es de un rectángulo.

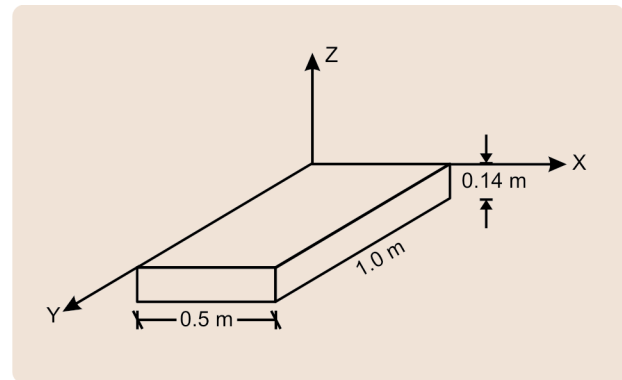
En nuestro diseño, recibiremos el volumen diario de residuos sólidos ($0.07 \text{ m}^3 / \text{día}$), aproximadamente 0.035 ton.

Una vez recibido el residuo se acomodará sobre la trinchera con el rastrillo y palas. Enseguida se procederá a la compactación de estos residuos con el rodillo manual. De este modo lograremos tener un residuo compactado el mismo que alcanza una altura de 14 centímetros.

Enseguida se procederá a la compactación de estos residuos con el rodillo manual.

De este modo lograremos tener un residuo compactado el mismo que alcanza una altura de 14 centímetros.

Luego se cubrirá con una capa de 3 centímetros de tierra. Se procederá a realizar el mismo trabajo en forma sucesiva hasta terminar de completar el ancho de la trinchera que es de 8 metros.



La celda tendrá las siguientes dimensiones: 0.5 metros de ancho, 0.14 metros de alto y 1 metro de largo.

f.3. Compactación de las celdas

Una vez que se han colocado los residuos sólidos en la celda, se procede a la compactación manual. Para ello se emplean herramientas como pisón o rodillo de mano.



f.4. Cobertura de la celda

Una vez que se ha concluido con la compactación de los residuos dentro de la celda, se cubrirá la superficie del área trabajada con una

capa de tierra de 3 centímetros esparciéndose con ayuda de carretillas de mano, palas, rastrojo y azadón.

Luego se compactará nuevamente con un rodillo y piones de mano.

La cobertura diaria controla la presencia de insectos, roedores y aves, evita la quema, el humo, los malos olores, el ingreso de agua y la basura dispersa.

El cubrimiento deberá realizarse todos los días al final de la jornada, después del ingreso del residuo. No deberá dejarse residuos sólidos sin cubrir, menos aún el fin de semana.



g. Operación del relleno sanitario

g.1. Plan de operaciones

Antes del inicio del plan de operaciones del relleno sanitario, se deberá haber concluido las obras de infraestructura como son: caseta de vigilancia, cartel o letrero, almacén de herramientas, cerco perimétrico, cerco verde, canal recolector de aguas de lluvia.

En nuestro ejemplo se prevé una descarga diaria de 0.07 m^3 de residuos (0.035 t), una vez descargado se procederá al compactado, y finalmente se cubrirá con 3 centímetros de tierra, y nuevamente se compactará.



g.2. Personal (mano de obra)

El número de trabajadores necesarios para la etapa de preparación del terreno (excavación) será de 3 trabajadores.

La etapa de operación del relleno sanitario artesanal se desarrollará con un trabajador.

Es importante capacitar al personal trabajador del relleno sanitario, destacando la importancia de cada actividad y el papel que deben desempeñar para lograr un buen trabajo.

g.3. Supervisión

Uno de los elementos importantes en el relleno sanitario es la supervisión periódica a cargo de un especialista en medio ambiente, a fin de realizar ajustes y recomendaciones a las labores que allí se efectúen.

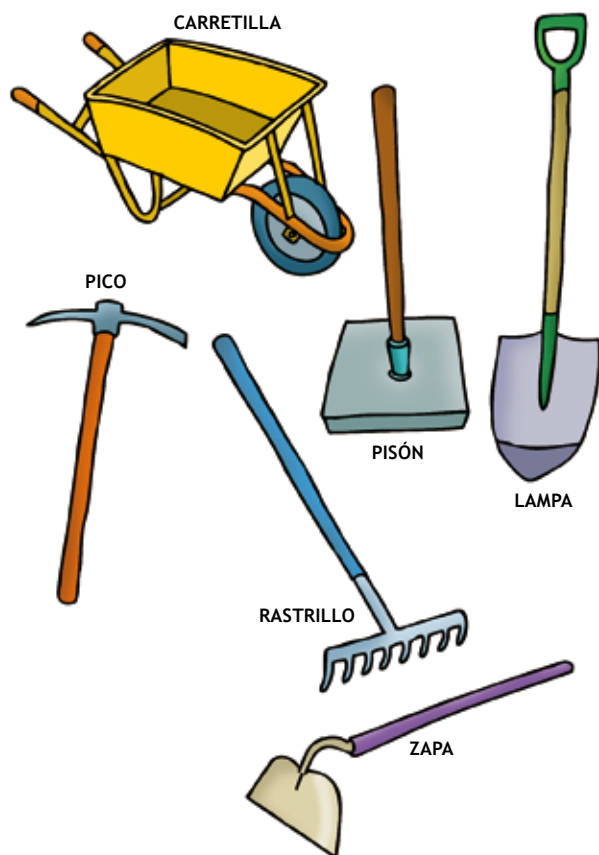
La supervisión podrá ser realizada por un profesional de la municipalidad o de la Dirección Regional de Salud de la jurisdicción.

Si el relleno sanitario manual no tiene una buena administración y supervisión, se convertirá en un botadero de basura a cielo abierto.

g.4. Herramientas de trabajo

Para operar el relleno sanitario artesanal se emplearán las siguientes herramientas:

2 carretillas, 3 palas, 3 picos, 2 pisones de madera, 2 rastrillos, 1 zapa y un rodillo compactador.



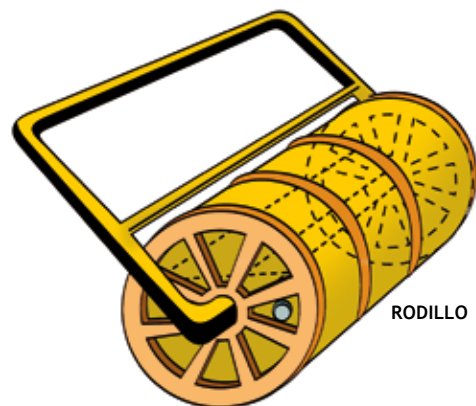
Proceso de fabricación de un rodillo compactador

Materiales:

- Un cilindro de metal
- Tubo de 1 pulg.
- Tubo de 2 pulg.
- Perfil de metal de 1x1x1/4 pulg.
- Madera tornillo
- Cemento o arena

Confección:

- Confeccionar con la madera dos ruedas con radios y 2 pulg. de espesor
- Colocar y soldar el tubo de 2" al centro del cilindro (eje del cilindro).
- Seguidamente colocar las ruedas de madera.
- Doblar los tubos de 1 pulg. en forma de "c" y soldarlos al eje del rodillo
- Soldar el perfil de metal a 2 cm paralelo del cilindro (cuchilla de metal).
- Llenado con cemento o arena el cilindro, hasta 2/3 partes de su volumen.



g.5. Implementos de protección personal

Debido al tipo de actividades que se llevan a cabo en el relleno sanitario, los trabajadores están expuestos a accidentes y a enfermedades infecto-contagiosas.

Para proteger al personal trabajador se deberá contar con los siguientes implementos:

6 pares de guantes de cuero, 3 pares de botas de jebe, 2 gorras o sombreros, 1 caja de mascarillas contra el polvo, 4 uniformes al año, 3 ponchos para lluvia. Se tendrá en cuenta las costumbres del lugar y las condiciones del clima.



h. Mantenimiento del relleno sanitario

h.1. Herramientas

Una vez concluidas las labores diarias, las herramientas deberán dejarse limpias.

Las herramientas dañadas, deberán ser reparadas o sustituidas a la mayor brevedad.

h.2. Infraestructura externa

Drenaje perimetral

Se deberá conservar en buen estado el canal recolector de aguas de lluvias: limpieza y cambio de accesorios.

Material disperso

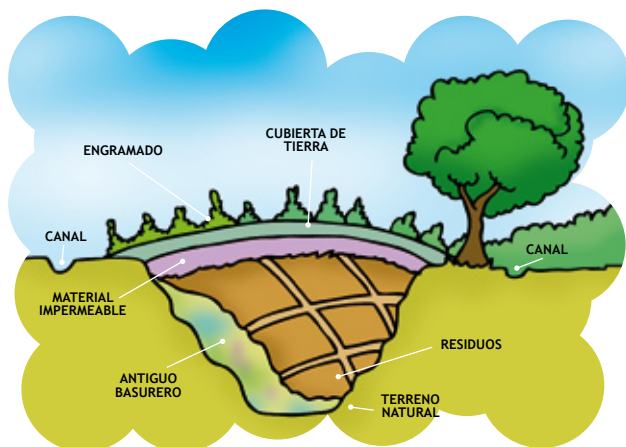
Se debe evitar que los residuos se encuentren dispersos en el relleno sanitario.

Instalaciones

La infraestructura y las instalaciones como el cerco perimetral, el cartel de presentación, la caseta de control, los techos, y la poza de almacenamiento de agua deben ser objeto de mantenimiento.

h.3. Cobertura final

Una vez que se alcanzó la altura máxima de la trinchera, que en nuestro diseño es 1.5 metros, se procederá a colocar una capa final de cobertura de tierra, que en nuestro caso será 40 centímetros de tierra.



i. Plan de cierre del relleno sanitario

i.1 Plan de cierre del relleno sanitario manual

Al término de los 5 años de la vida útil del relleno y una vez que se ha concluido con rellenar la capacidad máxima de la trinchera y se ha colocado los 40 centímetros de tierra de cobertura final, se procederá a compactar e impermeabilizar la trinchera en su totalidad.

i.2. Impermeabilización del relleno sanitario y uso futuro

La impermeabilización de la totalidad de la trinchera se hará con un material impermeable que en este caso puede lograrse con una capa de 20 centímetros de arcilla o una geomembrana de 0.8 milímetros de espesor.

Se cubrirá la trinchera con un material impermeable, y para ello tenemos las siguientes opciones: geomembrana, arcilla, tierra mezclada con cal, tierra mezclada con cemento. En el ejemplo se cubrirá la trinchera con 304 m² de geomembrana de 0.8 milímetros de espesor.



i.3. Uso futuro del relleno sanitario clausurado

Después de haber concluido con el plan de cierre de la trinchera, y colocado el material im-

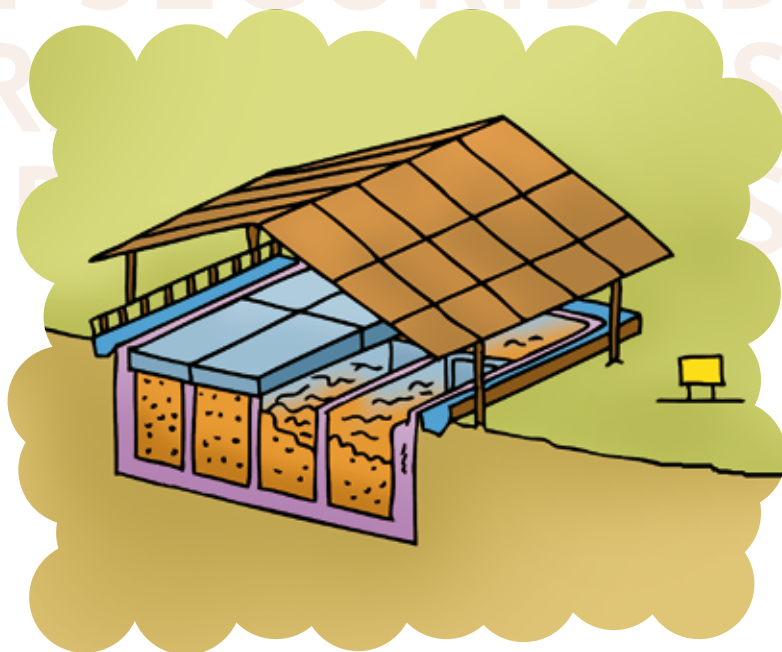
permeable deberemos proceder a implementar una zona verde tal como un jardín o arborización y para ello colocaremos 50 centímetros de capa de tierra de chacra, y encima de ésta procedemos a sembrar plantas o árboles.



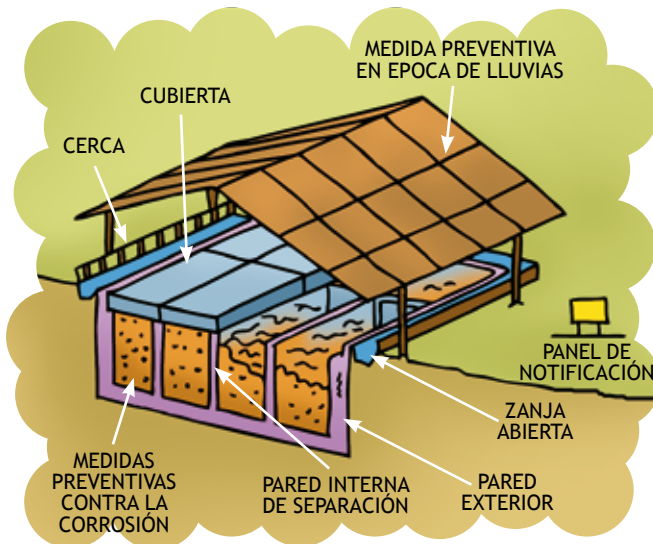


CELDA DE SEGURIDAD PARA RESIDUOS PELIGROSOS

CELDA DE SEGURIDAD PARA RESIDUOS PELIGROSOS



8.1 ESQUEMA DE UNA CELDA DE SEGURIDAD



8.2 ¿POR QUÉ HACER UNA CELDA DE SEGURIDAD?

En nuestras actividades cotidianas, convivimos con materiales peligrosos. Los encontramos en los focos de iluminación, fluorescentes, linternas, radios, también en las pilas, baterías, artefactos, en los envases de plaguicidas y de los productos de limpieza y otros.

Si éstos no son manejados o almacenados adecuadamente, ocasionarán graves daños a elementos importantes de nuestro ambiente como son : el suelo, agua y aire.

¿Cuáles son los principales residuos peligrosos domésticos?

Pilas, baterías, focos, fluorescentes, encendedores, artefactos, envases de plaguicidas y de productos de limpieza, etc.

¿Cómo contaminan estos residuos?

Algunos ejemplos de contaminación:

- 1 pila de mercurio contamina 600.000 litros de agua.
- 1 pila de zinc contamina 12.000 litros de agua.
- 1 pila de óxido de plata contamina 14.000 litros de agua.
- 1 pila común contamina 3.000 litros de agua.

8.3 ¿QUÉ ES UNA CELDA DE SEGURIDAD?

Es una estructura donde se depositará los residuos peligrosos. La forma de la estructura puede ser cuadrada, cilíndrica o rectangular.

Un requisito fundamental es que la celda sea confeccionado por un albañil, con conocimientos de nivelación de suelo y preparación de concreto.

En nuestro diseño la celda de seguridad, tiene las siguientes características:

Forma: Rectangular y será dividido en 4 partes, la división será de concreto. Cada parte tiene las siguientes dimensiones: ancho 0.5 metros x alto 0.5 metros x largo 1.20 metros. Asimismo la distancia entre las partes será 0.15 metros.

Material: De concreto y se preparará de la siguiente manera: mezclar 2 carretillas de arena +1 carretilla de piedra + 1 bolsa de cemento.

Dimensiones de la celda de seguridad: Tendrá las siguientes medidas; ancho 2.85 metros, largo 1 metro, alto 0.8 metros.

Otros: La celda recibirá progresivamente los residuos peligrosos durante cinco años, asumiendo que la población de la comunidad es de 100 personas.

8.4 PARTES DE LA CELDA DE SEGURIDAD

La celda de seguridad debe tener como mínimo las siguientes partes:

- **Base y paredes:** tanto la base de la celda como la pared deben cubrirse por un material impermeable que no deje pasar las aguas. En nuestro ejemplo se utilizará concreto para evitar la corrosión de algunos residuos peligrosos.
- **Cubierta:** es la tapa de la celda, protege los residuos peligrosos del ingreso del agua de lluvias.
- **Zanja abierta o canal de tierra:** es un canal con 1% de pendiente (inclinación del suelo), que se excava alrededor del perímetro de la

celda y permite coleccionar las aguas de lluvia y evitar la inundación de la celda.

- **Techo:** es la estructura que protegerá la celda en caso de lluvias, se confeccionará con material de la zona como madera, eucaliptos, bambúes y eternit o calamina a dos aguas.
- **Panel de notificación o letrero:** es un cartel que identifica que estamos frente a una celda de residuos peligrosos y pueda ser notado por la comunidad.

8.5 PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CELDA DE SEGURIDAD

Para una mejor construcción se debe seguir los siguientes pasos:

- a. Trazar el área de la celda: largo 2.85 metros x ancho 1.5 metros.
- b. Excavar el suelo y nivelar (largo 2.85m x ancho 1.5 m x alto 0.8m).
- c. Encofrado de la base y las paredes, utilizando madera del lugar.
- d. Vaciado con concreto.
- e. Desencofrado y curado (echar agua a la parte vaciada).
- f. Armado de las tapas

Se construirá 2 tapas por cada rectángulo, haciendo un total de 8 tapas.

Para su confección se procederá de siguiente manera:

- Elaborar 2 moldes de madera de 0.65 metro x 0.60 metro x 0.1 metro.
- Vaciado de concreto.
- Desencofrado y curado.

¿CÓMO SE IMPERMEABILIZA LA CELDA DE SEGURIDAD?

Cada rectángulo se construirá de concreto, que se obtiene de la mezcla húmeda de piedra chancada de 1/2" + arena + cemento.

El concreto garantiza que los residuos peligrosos queden enterrados, impermeabilizados y estabilizados por muchos años.

8.6 DETALLE DEL TECHO DE LA CELDA DE SEGURIDAD

Para proteger de la lluvia es importante que la celda de seguridad esté cubierta con techo,. En nuestro ejemplo se cubrirá un área de 3 x 2 metros, la estructura del techo en dos aguas se realizará con puntales y listones de madera, luego la cobertura se realizará con eternit o calamina.

8.7 COLOCACIÓN DE LOS RESIDUOS EN LA CELDA DE SEGURIDAD

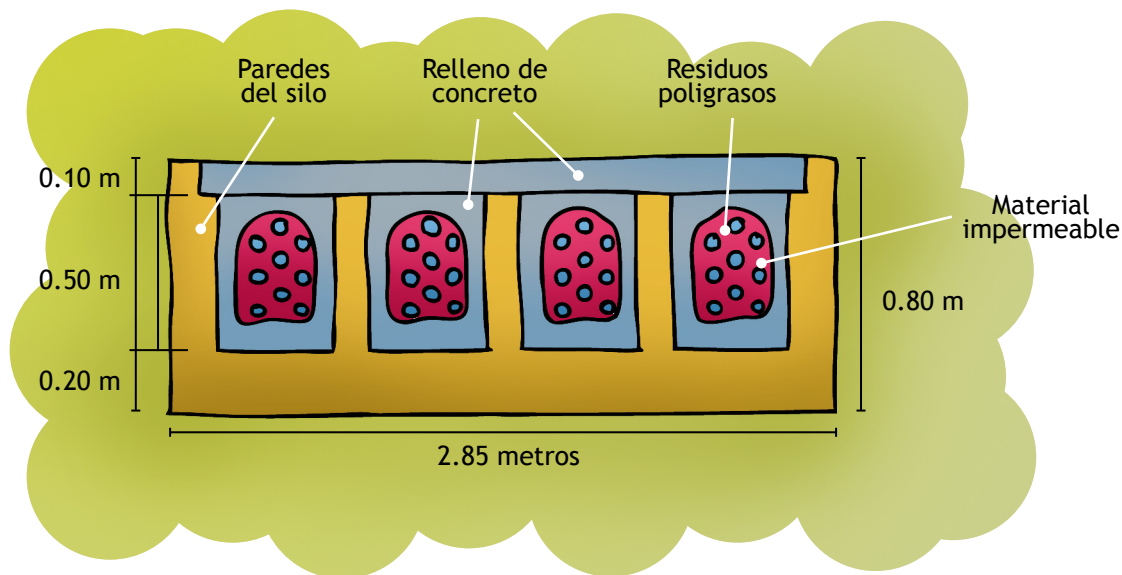
La colocación de los residuos peligrosos será de la siguiente manera:

- Preparar una base de concreto.
- Colocar los residuos conjuntamente con el concreto hasta alcanzar el volumen previsto y finalmente cubrirlo con la mezcla de concreto.

- Como último paso, sellar el rectángulo con la tapa ya confeccionada.

8.8 CIERRE DE LA CELDA DE SEGURIDAD

Una vez alcanzado la vida útil de la celda (5 años), es decir, habiendo llegado al volumen máximo de almacenamiento, se cubre con una mezcla de concreto y se procede al cierre de la celda previo conocimiento de la administración.



PLANTA DE COMPOSTAJE

PLANTA DE COMPOSTAJE



Debemos recalcar que los residuos sólidos se deben recolectar en forma separada, es decir nunca mezclar los residuos orgánicos con el resto de residuos y asimismo nunca enterrarlos.

En la propuesta de manejo de los residuos sólidos, hemos enfatizado que los residuos se separan y recolectan en cuatro fracciones diferentes: orgánicos, inorgánicos, peligrosos e inservibles.

Los residuos orgánicos provienen de la cocina y son restos de cáscara, vegetales, frutas, pan seco, etc.

También son residuos orgánicos las malezas, ramas de arbustos, flores secas, etc.

La planta de compostaje es el lugar donde llegarán los residuos orgánicos para su alma-

cenamiento y degradación por un período de 3 a 4 meses, para luego convertirse en abono orgánico que podrá ser utilizado como un mejorador de suelos para las áreas verdes o áreas de cultivo.

9.1 ETAPAS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

Etapa 1: Recolección separada de los residuos orgánicos.

Etapa 2: Conformación de las pilas de degradación.

Etapa 3: Volteo y riego de la pilas de degradación.

Recomendaciones adicionales: protección de las pilas de degradación en el caso de presencia de lluvias, mediante el uso de plásticos.

Etapa 4: Tamizado y embolsado del producto final (abono orgánico).

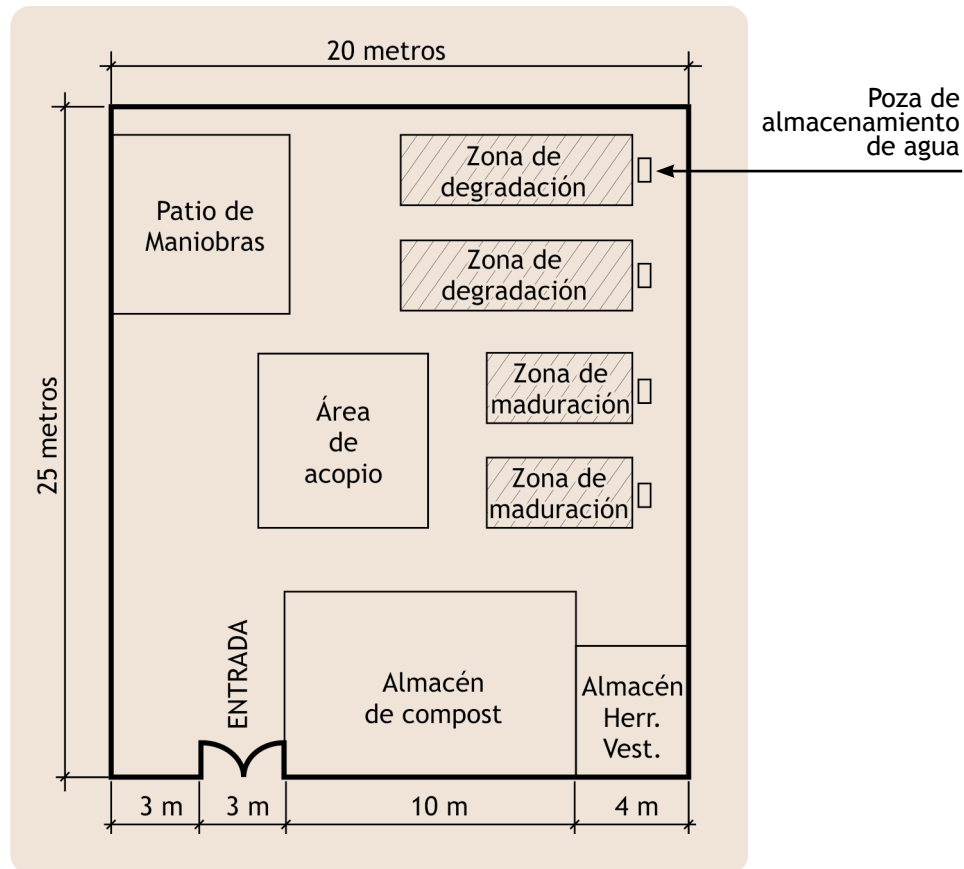
9.2. DISEÑO DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE

9.2.1 Distribución de la Planta de Compostaje

Esta Planta de Compostaje se ha diseñado para recibir una cantidad aproximada de 18 toneladas de residuos orgánicos por año, la que

corresponden a la generación de residuos de albergues rurales de aproximadamente 100 personas.

El período de degradación de los residuos orgánicos hasta la obtención como abono orgánico se estima que será de 4 meses aproximadamente.



9.2.2. Descripción de la planta de compostaje

a. Área de acopio

Es el lugar donde se recibirán los residuos orgánicos como restos de cocina y malezas de jardín. Esta zona tiene un área de 39 m², con 6 metros de ancho y 6.5 metros de largo.

En esta zona se realizará el acondicionamiento de los residuos orgánicos recolectados, como es segregación y el mezclado.

b. Zona de degradación del residuo orgánico y maduración

En esta zona se recibe 0.9 m³/semana de residuos orgánicos y corresponden a 360 kg/semana de residuos orgánicos.

Está conformada por espacios que se denominan “pilas o camas”, en ellas se acomodan los residuos orgánicos previamente mezclados y mojados, para su degradación o pudrición. Comprende un área total de 65 m². Se distinguen dos tipos de pilas:

- **2 Pilas de degradación:** las dimensiones son 2.5 metros de ancho y 5 metros de largo. En estas pilas los residuos permanecerán de 1.5 a 2 meses.

- **2 Pilas de maduración:** las dimensiones son; 2.5 metros de ancho y 5 metros de largo.

Después que los residuos han completado los 2 meses de descomposición en la zona de degradación, éstos serán trasladados a la pila de maduración por un periodo de 2 meses más para que el proceso de compostación culmine.

PERIODOS DE DEGRADACIÓN

En general los periodos de degradación no son muy marcados en climas de sierra y selva, y varían entre tres y cuatro meses. Sin embargo, este periodo dependerá de la cantidad de riego y volteo que le den a las pilas.

El riego no debe excederse hasta inundarse, y el volteo de la pila debe ser completo de tal modo que todo el material debe oxigenarse. En el caso que hubieran ramas muy grandes, deberán ser picadas con machete.

c. Almacén del compost

Después de culminar con los procesos de degradación de los residuos y maduración del compost, este producto resultante se tamizará y trasladará a la zona de almacenamiento.

En nuestro ejemplo el almacén tiene las siguientes dimensiones; ancho 8 metros, largo 10 metros y altura 2.8 metros.

d. Almacén de herramientas

Es el lugar donde se guardarán las herramientas y equipos de protección del personal. Asimismo, servirá como un ambiente para cambiar de ropa.

Este ambiente tiene las siguientes dimensiones; ancho 4 metros, largo 6 metros y una altura de 2.8 metros.

f. Patio de maniobras

Es el área destinada para que las carretillas y algún medio de transporte pueda circular sin ningún obstáculo. En el ejemplo ocupa un área de 39 m².

g. Área de circulación

Es el área libre que permite la circulación libre de carretillas y personas, representa el 30% del área total.

h. Poza de almacenamiento de agua

Es una poza de tierra impermeabilizada con arcilla, cal o cemento. En esta poza se alma-

cenará el agua residual resultante del riego efectuado a las pilas y de las lluvias.

En el diseño, se contempla construir una poza para cada pila, es decir construiremos 4 pozas.

El agua colectada en estas pozas se utilizará nuevamente en el riego de las pilas; así facilitamos la degradación y el manejo del agua.

La dimensión de cada poza es de 0.4 metros x 0.8 metros x 0.4 metros.

9.2.3 Detalles Constructivos de la Zona de Degradación

a. Dimensiones de las pilas de degradación

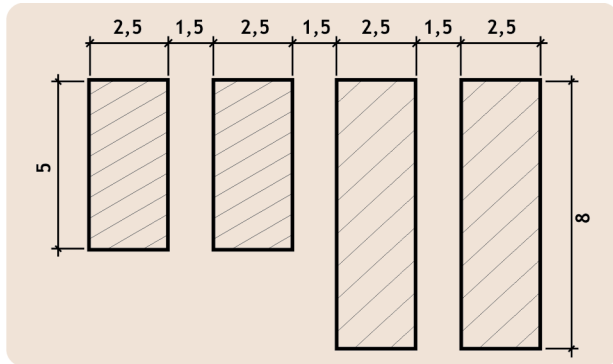
Una pila de degradación es el espacio donde se acomodarán los residuos mezclados y en él permanecerán de 1.5 a 2 meses.

Dimensiones de la Pila de Degradación:

Altura: 1.5 metros (nunca mayor de 2 metros).

Largo: 8 metros.

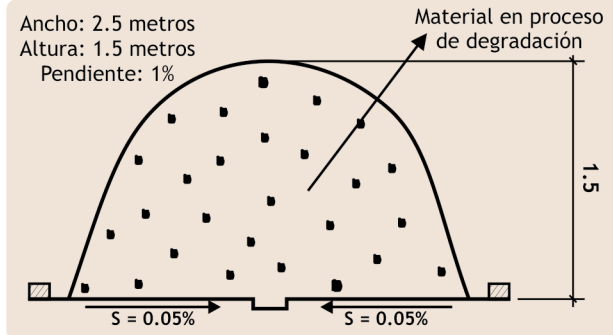
Ancho: 2.5 metros (nunca mayor de 3 metros).



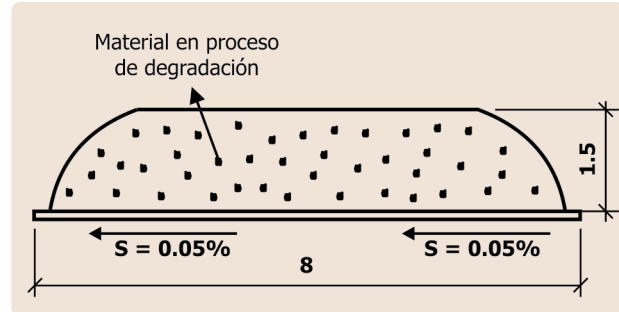
La zona dedicada a la degradación estará compuesta por dos pilas de 2.5 metros x 8 metros x 1.5 metros y la zona de degradación secundaria también compuesta por dos pilas de 2.5 metros x 5 metros x 1.5 metros.

Los pilares conteniendo el material en degradación serán cubiertos con paja o plástico para evitar que el material vuele por efectos del aire.

CORTE TRANSVERSAL DE LA PILA



CORTE LONGITUDINAL DE LA PILA



Longitudinalmente la pila o cama será de 8 metros de largo y una pendiente del 0.05%.

b. Construcciones auxiliares

- Canal de recolección de las aguas residuales provenientes del riego

Debido al riego que se realiza en las pilas de degradación, se origina en mayor o menor proporción de charcos de agua en la base de la pila, por lo que es necesario desviar esta agua hacia una poza de almacenamiento, teniendo presente las siguientes recomendaciones:

- a. La base de las pilas de degradación deben tener una inclinación o pendiente suave de 0.05%. Esto se logra nivelando el suelo y con la participación del albañil.

b. Para impermeabilizar la base de las pilas se recomienda utilizar los siguientes materiales: arcilla, tierra + cal , tierra + cemento. Una manera de reconocer un suelo arcilloso es tomar un poco de tierra, agregar agua, hacer una bolita y luego amasar; si aplastamos la bolita y no se rompe el suelo es arcilloso, si se rompe es arenoso.

c. Se procederá a compactar el suelo en forma manual con pisón.

d. Una vez compactado el piso, se deberá excavar un canal que tendrá las siguientes dimensiones: 5 centímetro de alto, 10 centímetros de ancho y 8 metros de largo.

e. Se construirá una poza de almacenamiento de agua para cada pila de degradación.

- **Poza de almacenamiento de aguas**

a. Se construirá 1 poza de almacenamiento de agua por cada pila de degradación.

b. La poza de almacenamiento de aguas tendrá las siguientes dimensiones:

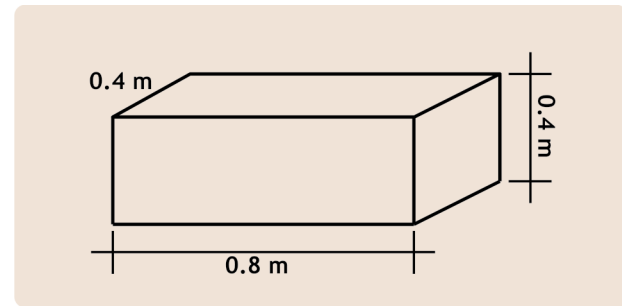
Ancho: 0.4 metros

Largo: 0.8 metros

Profundidad: 0.4 metros

c. La poza de almacenamiento tiene por función captar las aguas que resultan del riego efectuado en las pilas de degradación.

DIMENSIONES DE LA POZA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA



9.2.4 Herramientas y Equipos para Labores en la Planta de Compostaje

Herramientas de trabajo:

- 2 palas
- 2 picos
- 2 rastrillos
- 1 Zaranda (malla metálica con cocos de 15 mm)
- 2 carretilla
- 2 machete
- 2 contenedor
- 2 baldes
- 50 metros de manguera
- 30 metros de línea de plástico (1 metro de ancho) para cubrir el área de degradación
- 1 termómetro digital para compostaje

Equipos de protección:

- 2 sombreros
- 2 lentes
- 4 pares de guantes
- 1 docena de mascarillas

9.3. ACTIVIDADES DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE

El proceso de compostaje requiere observar los siguientes pasos:

Paso 1. Recoger los residuos orgánicos provenientes de la cocina y restaurantes y en algunos casos de podas de los jardines. Para este fin se deberá contar con recipientes que pueden ser de plástico y exclusivos para este tipo de residuos. Es importante que los residuos orgánicos no sean mezclados con otros residuos como plásticos, maderas, textiles, papeles, metales, vidrios, etc.

Asimismo nunca se debe mezclar la materia orgánica con residuos peligrosos como pilas, baterías, envases de detergentes, insecticidas, etc.

Lavar con agua los envases de recolección de los residuos orgánicos

Paso 2. Trasladar los residuos orgánicos al área de acopio.

En esta zona acondicionar los residuos: segregar nuevamente, porque a veces involuntariamente se mezclan con inorgánicos.

Si hubieran ramas grandes seleccionarlas y utilizarlas como protectores en la base de las pilas.

Paso 3. Acondicionar el material, mezclar proporciones adecuadas de los diferentes residuos orgánicos. Si contamos con malezas, la proporción será: 50% de maleza + 50% de residuos de cocina.

En el caso que contemos con abundante maleza, deberá ser picada hasta obtener un tamaño de corte de aproximadamente 10 centímetros.

Paso 4. Después de haber mezclado estas proporciones, procederemos a colocar el material en la zona de degradación.

Paso 5. Pila de degradación es el espacio donde se acomodarán los residuos orgánicos mezclados y en el permanecerán aproximadamente de 1.5 a 2 meses. Este tiempo de permanencia no varía significativamente en los climas de sierra y selva.

El acomodo de los residuos en la pila será en forma trapezoidal.

Paso 6. Voltear el material periódicamente, para lograr que el material siempre esté oxigenado.

Es importante que el primer volteo se realice cuando la temperatura de la mezcla alcance entre 60 a 70 °C. (o equivalente a 20 días), una manera de saber esta temperatura, es:

- Usando un termómetro digital para compostaje
- Voltear después de los 20 días de iniciado el proceso, debido a que en este periodo de tiempo lograremos que cualquier elemento patógeno presente en los residuos orgánicos sea destruido.
- Los siguientes volteos se realizarán cada 15 días.

Paso 7. Riego.

Es importante humedecer el material que se está degradando periódicamente y, en zonas lluviosas se debe disminuir el riego. Hacer un riego moderado, sin llegar a ocasionar encharcamiento.

9.4 OPERACIONES DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE

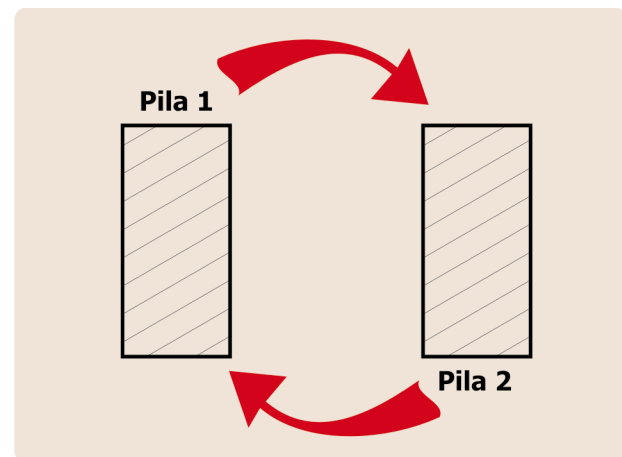
a. Primer volteo de la pila de degradación

Es importante que el primer volteo se realice cuando se ha alcanzado la máxima temperatu-

ra de 60 - 70 °C o su equivalente a 20 días de degradación, de este modo aseguramos que el material que se está degradando se higienice, es decir, que mueran los organismos patógenos que estuvieran presentes, de lo contrario corremos el riesgo que el producto final este contaminado con organismos patógenos.

Los volteos de la masa que se degrada son importantes porque asegura que todo el material se encuentre permanentemente aireado y oxigenado.

Un método fácil de hacer el volteo es como indica la figura, en el cual todo el material de la Pila 1 pasara a la Pila 2 y viceversa.

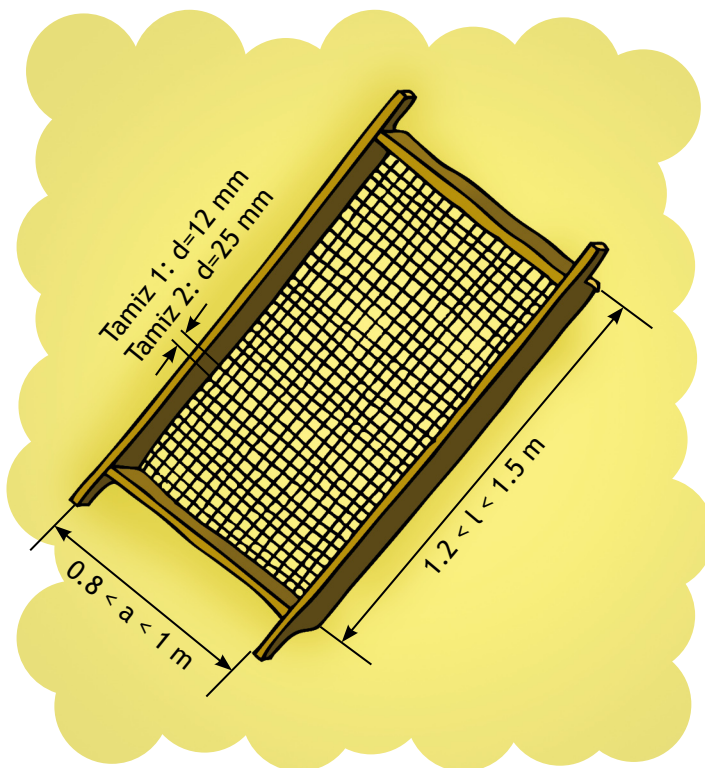


b. Detalles del tamizado

Al concluir el periodo de degradación de los residuos orgánicos (4 meses aproximadamente) se procederá a acondicionar el material resultante. Este acondicionamiento consiste en:

- a. En primer lugar debemos agenciarnos de una malla metálica (zaranda) con la siguientes características:
 - Malla con cocadas de 15 milímetros.
 - Largo de 1.5 metros y un ancho de 1 metro.
- b. Confeccionar marcos de madera, con listones de 2x2 pulgadas, para dar soporte a la malla o zaranda.
- c. Colocar la zaranda con una inclinación de 30 grados.
- d. Esparcir sobre la zaranda el compost resultante. Con la zaranda se logra separar aquellos residuos que no se han completado su degradación. Los residuos grandes se volverán a colocar en la zona de degradación para que completen su degradación.

Asimismo se logra un compost homogéneo, el cual puede ser embolsado o colocado en sacos para su posterior utilización.



Tamiz de 1 x 1.5 m. para zarandear compost con cocada de a 1.5 mm.

c. Protección de las lluvias

La zona dedicada a la degradación deberá ser protegida de las lluvias.

Un método simple y económico es utilizar paja, ichu, palma u otros vegetales.

Cuando se avecinen las lluvias, se cubrirá inmediatamente la pila con las pajas o palma de la zona.

9.5 UTILIZACIÓN DEL PRODUCTO RESULTANTE (COMPOST)

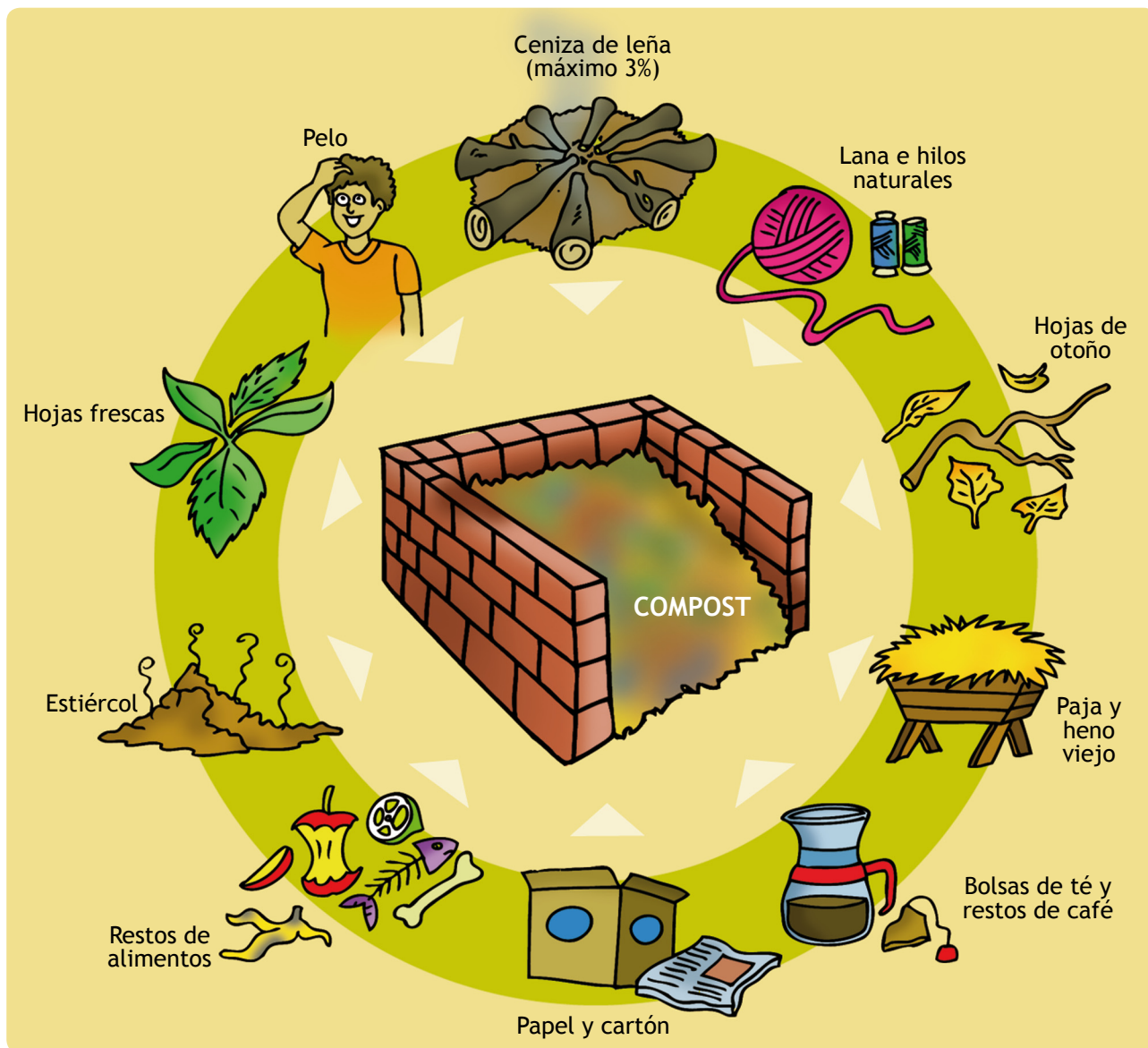
El producto final del compostaje es un mejorador de suelos denominado “compost”, de propiedades muy parecidas a la conocida tierra de hojas, e incluso más valioso para el suelo que los estiércoles u otros residuos orgánicos, ya que estos últimos no sufren los procesos de fermentación del compostaje y pueden estar contaminados con insectos, malezas, enfermedades que no debería retornar a los suelos.

El compost favorece principalmente al suelo en los procesos de mineralización, nutrición menor y absorción de humedad, aportándoles agua y ciertos nutrientes, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, sodio, hierro y mangane-

so, elementos importantes e imprescindibles en el desarrollo de las plantas.

USOS DEL COMPOST

- En la agricultura, beneficiando en el mantenimiento de la fertilidad del suelo, evitando la contaminación del suelo por el uso de fertilizantes químicos, generando menor dependencia del productor de insumos externos y con costos elevados.
- En la lombricultura, porque sirve como insumo alimenticio para el desarrollo de las lombrices que posteriormente convertirán el compost digerido en abono orgánico.
- Como reductor de la erosión, se emplea también en replantaciones forestales y en la protección de suelos de obras civiles (taludes, recuperación de canteras, etc).



10

GLOSARIO

GLOSARIO



Celda de seguridad

Construcción dentro de la cual se van a depositar los residuos peligrosos para evitar que ocasionen daños al ambiente.

Compostaje

Proceso de degradación aerobia de los residuos orgánicos por la cual se elabora un abono orgánico denominado compost.

Degradación

Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos.

Disposición final

Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.

Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS)

Persona jurídica que presta servicios de residuos sólidos mediante una o varias de las siguientes actividades: limpieza de vías y espacios públicos, recolección y transporte, transferencia, tratamiento o disposición final de residuos sólidos.

Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos (EC-RS)

Persona jurídica que puede realizar operaciones de recolección, transporte, segregación o acondicionamiento de residuos con fines exclusivos de comercialización o exportación para su aprovechamiento.

Generador

Persona natural o jurídica que en razón de sus actividades genera residuos sólidos, sea

como productor, importador, distribuidor, comerciante o usuario.

Manejo de residuos sólidos

Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final.

Lixiviado

Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión elementos o sustancias que se encuentren en los mismos residuos.

Reciclaje

Toda actividad que permite reaprovechar un residuo sólido mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines.

Recolección selectiva

También llamado recolección diferenciada, consiste en la recolección en el cual los residuos son recogidos estando previamente separados en origen, según el tipo al que pertenezcan (residuos inorgánicos, orgánicos y peligrosos).

Relleno sanitario

Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.

Residuos domiciliarios

Son aquellos residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios, constituidos por restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares.

Residuos inorgánicos

Aquellos que no tienen la propiedad de descomponerse a lo largo del tiempo.

Residuos orgánicos

Aquellos que tienen la propiedad de descomponerse a lo largo del tiempo.

Residuos peligrosos

Aquellos desechos que por sus características o composición ocasionan graves daños al ambiente si no son manejados y dispuestos adecuadamente.

Residuos sólidos

Aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer,

en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente.

Segregación

Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial.

Tratamiento

Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente.

11

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA



- CEPIS. Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. Junio 2005.
- Collazos Peñaloza, Héctor. Saneamiento de botaderos de basura. Santa Fe de Bogotá D.C., 1998.
- Compromiso Integral para el Reciclaje. Manual de gestión integral de residuos sólidos urbanos. Montevideo, CEMPRE, 1998.
- Consejo Nacional del Ambiente. Guía metodológica para la formulación de planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos - PIGARS. Lima, CONAM, 2001.
- Consejo Nacional del Ambiente. Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botaderos de Residuos Sólidos. 2004.
- IPES. Reciclaje de Residuos Sólidos en las Fuentes de Generación: Manual de Instrucción para centros educativos, oficinas y organizaciones comunales. 1996
- Jaramillo, Jorge. CEPIS. OPS. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. 2002.
- Sakurai, Kunitoshi. Método sencillo del análisis de residuos sólidos. 1982
- Manual de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. CEMPRE Uruguay. 1998.
- Marco Institucional de los Residuos Sólidos en el Perú. Ley General de Residuos Sólidos No. 27314 (2000). Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (2004). Ministerio de Salud - DIGESA. 2004.

- OPS. Guía metodológica para la preparación de planes directores del manejo de los residuos sólidos municipales en ciudades medianas. Washington, OPS, División de Salud y Ambiente, 2002.
- Programa de Gestión Urbana / IPES. Guía Práctica N° 1. Para la realización de estudios de generación y caracterización de residuos sólidos domiciliarios en ciudades. 2002.
- Programa de Gestión Urbana / IPES. Guía Práctica N° 2. Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos. 2002.
- Programa de Gestión Urbana / IPES. Guía Práctica N° 3. Promoviendo microempresas de gestión ambiental. 2002.
- WASTE / IPES / ACEPESA. La gestión de residuos sólidos en América Latina, el caso de las pequeñas y microempresas y cooperativas. Lima. 1997.

ZONAS RURALES

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

**EL PERU
AVANZA**



PERÚ

Ministerio
de Comercio Exterior
y Turismo