

GUÍA PARA LA GESTIÓN OPERATIVA DEL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA

CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| I. PRESENTACIÓN | 4 |
| II. CONSIDERACIONES DE LA GUÍA..... | 5 |
| OBJETIVO | 5 |
| ¿A QUIÉN ESTÁ DIRIGIDA?..... | 5 |
| ¿QUÉ ES LA GESTIÓN OPERATIVA PARA EL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA? | 5 |
| III. MARCO NORMATIVO..... | 6 |
| IV. CONCEPTOS BÁSICOS | 7 |
| V. SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA..... | 10 |
| PRESTACIÓN O CONCESIÓN DEL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA | 10 |
| OPERACIONES Y PROCESOS DEL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA..... | 11 |
| 5.1 ALMACENAMIENTO EN ESPACIOS PÚBLICOS..... | 12 |
| 5.2 BARRIDO Y LIMPIEZA DE ESPACIOS PÚBLICOS | 23 |
| 5.3 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE..... | 32 |
| 5.4 TRANSFERENCIA | 42 |
| 5.5 VALORIZACIÓN | 53 |
| 5.6 TRATAMIENTO..... | 58 |
| 5.7 DISPOSICIÓN FINAL | 58 |
| VI. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA EL DESARROLLO DE LA GESTIÓN OPERATIVA .. | 69 |
| VII. SUPERVISIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA GESTIÓN OPERATIVA | 70 |
| VIII. MONITOREO, CONTROL Y REPORTE DE LA CALIDAD AMBIENTAL | 76 |
| IX. BIBLIOGRAFÍA | 79 |
| X. ANEXOS..... | 80 |
| XI. GLOSARIO | 97 |
| XII. ACRÓNIMOS | 100 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Dimensionamiento sugerido para papeleras | 14 |
| Tabla 2. Criterios para la ubicación de papeleras | 15 |
| Tabla 3. Criterios técnicos para la selección de papeleras | 18 |
| Tabla 4. Análisis del tipo de limpieza e higienización | 22 |
| Tabla 5. Frecuencias según el tipo de espacio urbano | 25 |
| Tabla 6. Programación de limpieza en espacios públicos..... | 26 |
| Tabla 7. Herramientas más utilizadas para el barrido | 28 |
| Tabla 8. Rendimientos comunes para barrido de vías públicas..... | 28 |
| Tabla 9. Desventajas por tipo de unidades vehiculares..... | 38 |
| Tabla 10. Relación de la superficie mínima del patio y la línea de servicio | 46 |
| Tabla 11. Ventajas y desventajas de las unidades vehiculares para transferencia | 49 |
| Tabla 12. Equipamiento para la operación de rellenos sanitarios..... | 63 |
| Tabla 13. Equipamiento del relleno sanitario: maquinaria requerida, según tipo de relleno y volumen de residuos a disponer | 65 |
| Tabla 14. Herramientas para rellenos sanitarios | 66 |
| Tabla 15. Periodo de recambio de la indumentaria y equipos de protección personal (en meses) | 70 |
| Tabla 16. Equipamiento para la supervisión..... | 72 |
| Tabla 17. Indicadores mínimos para la evaluación..... | 72 |
| Tabla 18. Actividades a supervisar en infraestructuras para residuos sólidos | 74 |

I. PRESENTACIÓN

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, su Reglamento y modificatorias, establecen nuevos criterios para la gestión integral y manejo de los residuos sólidos municipales, priorizando la minimización, valorización y, como última opción, la disposición final. Para ello, es necesaria la implementación de los criterios señalados en la citada norma, a fin de lograr la optimización del servicio de limpieza pública.

La Guía para la Gestión Operativa del Servicio de Limpieza Pública desarrolla los procedimientos, tecnologías y metodologías de las operaciones y procesos del manejo de residuos sólidos que comprende el servicio de limpieza pública¹, los cuales son: barrido, limpieza y almacenamiento en espacios públicos, recolección, transporte, transferencia, valorización y disposición final. Para ello, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Ámbito geográfico,
- Población (urbana y rural),
- Recursos (humanos, financieros y económicos),
- Actividades económicas principales (turismo, agricultura, comercio, etc.),
- Hábitos y costumbres de la población, entre otros.

En ese sentido, los procedimientos, tecnologías y métodos, propuestos en la presente guía, buscan lograr la eficiencia y calidad en la prestación del servicio de limpieza pública, asegurando el cuidado del ambiente, la salud y seguridad de las personas, acorde a los principios de la Gestión Integral de Residuos Sólidos².

¹ De acuerdo a lo establecido en el artículo 21 del Reglamento de la LGIRS.

² De acuerdo a lo establecido en el artículo 5 de la LGIRS.

II. CONSIDERACIONES DE LA GUÍA

OBJETIVO

Planificar y estandarizar las operaciones y los procesos del manejo de residuos sólidos a través de la aplicación de procedimientos, tecnologías y metodologías que buscan lograr eficiencia y calidad en la prestación del servicio de limpieza pública.

¿A QUIÉN ESTÁ DIRIGIDA?

- Servidores/as civiles de municipalidades vinculados a los procesos de gestión y manejo de residuos sólidos municipales.
- Especialistas en gestión y manejo de residuos sólidos municipales.
- Empresas Operadoras de Residuos Sólidos (EO-RS) que realizan operaciones vinculadas al manejo de residuos sólidos municipales.
- Otras instituciones vinculadas al manejo de residuos sólidos municipales.

¿QUÉ ES LA GESTIÓN OPERATIVA PARA EL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA?

Es toda actividad técnica operativa de residuos sólidos municipales, que establece el diseño y la planificación de las operaciones y los procesos del manejo de residuos sólidos comprendidos en el servicio de limpieza pública.

La gestión operativa para el servicio de limpieza pública está basada en criterios técnicos, sanitarios, ambientales y económicos.

III. MARCO NORMATIVO

- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.
- Ley N° 29419, Ley que regula la actividad de los recicladores.
- Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Decreto Legislativo N° 1389, Decreto Legislativo que fortalece el Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- Decreto Legislativo N° 1451, Decreto Legislativo que fortalece el funcionamiento de las entidades del Gobierno Nacional, del Gobierno Regional o del Gobierno Local, a través de precisiones de sus competencias, regulaciones y funciones.
- Decreto Supremo N° 005-2012-TR, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Decreto Supremo N° 017-2017-TR, que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para Obreros Municipales del Perú.
- Decreto Supremo N° 005-2010-MINAM, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29419, Ley que regula la actividad de los recicladores.
- Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM, que aprueba la “Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales”.
- Resolución Ministerial N° 191-2016-MINAM, que aprueba el “Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PLANRES 2016-2024”.
- Resolución Ministerial N° 100-2019-MINAM, que aprueba la “Guía para elaborar el Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos”.
- Resolución Ministerial N° 200-2019-MINAM, que aprueba la “Guía para elaborar el Plan Provincial de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales”.
- Resolución Ministerial N° 249-2017-TR, que establece disposiciones técnicas y medidas Complementarias al Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de los Obreros Municipales en el Perú, aprobado por Decreto Supremo N° 017-2017-TR.

Las referidas normas incluyen sus respectivas disposiciones modificatorias, de ser el caso.

IV. CONCEPTOS BÁSICOS

GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Los residuos sólidos del ámbito de la gestión municipal o municipales pueden ser, según sus características, peligrosos o no peligrosos.

La generación de residuos sólidos municipales se da en distintas fuentes, las cuales pueden ser:

- Domiciliarios: comprenden únicamente como fuente de generación a los residuos sólidos provenientes de las viviendas, entendiéndose como tales a cualquiera de los predios con el uso específico de casa - habitación.
- No Domiciliarios: comprenden como fuentes de generación a los establecimientos comerciales, restaurantes, hoteles, mercados, instituciones públicas y privadas, instituciones educativas y el servicio de barrido y limpieza de espacios públicos.

Adicionalmente, se identifican residuos sólidos municipales especiales, cuyas fuentes de generación son: laboratorios de ensayos ambientales y similares, lubricentros, centros veterinarios, centros comerciales, eventos masivos (conciertos, concentraciones, movilización temporal humana, ferias), y residuos de demolición o remodelación de edificaciones de obras menores³.

Por otro lado, también se identifican residuos sólidos similares a los municipales, los cuales son generados en las actividades extractivas, productivas o de servicios del ámbito de gestión no municipal; pudiendo provenir de oficinas administrativas, comedores, servicios higiénicos, entre otros.

MINIMIZACIÓN

La minimización es la acción de reducir la generación de residuos sólidos a través de estrategias preventivas, procedimientos, métodos, o técnicas utilizadas en la actividad generadora. La acción de minimización permite mitigar los problemas asociados a la gestión y manejo integral de residuos sólidos contribuyendo a:

- Disminuir la cantidad de residuos sólidos, reduciendo costos en el manejo de residuos sólidos e incrementando la vida útil del relleno sanitario.
- Contar con materia prima de calidad a menor costo, ahorrando recursos naturales y energía.
- Reducir el uso de materias primas para la elaboración de determinado producto, incrementando el uso de productos que contienen material reciclado.
- Concientizar a la ciudadanía a través de la educación y sensibilización ambiental.
- Reducir el volumen de residuos peligrosos.
- Tener ciudades más limpias y mejor calidad de vida en un ambiente sano.

³ No comprendidos dentro de las competencias del sector Vivienda, conforme al artículo 28 del Decreto Legislativo N° 1278.

Algunos ejemplos de estrategias o técnicas de minimización pueden ser:

- Reducción de envases de plástico de un solo uso.
- Disminución de embalajes.
- Reutilización y reciclaje de envases y materiales.

SEGREGACIÓN EN LA FUENTE

La segregación es la acción de separar y agrupar los residuos sólidos de similares características (físicas, químicas o biológicas) en la fuente de generación, con el objeto de facilitar su valorización o disposición final. Dicha acción también se realiza en centros de acopio de residuos sólidos municipales y plantas de valorización de residuos sólidos municipales y no municipales que cuenten con autorización y certificación ambiental, según corresponda.

Cabe precisar que, los generadores de residuos sólidos municipales están obligados a entregar los residuos segregados al operador de residuos sólidos y/o asociación(es) de recicladores debidamente formalizada(s) y registrada(s).

Los criterios de segregación en la fuente son definidos por las municipalidades, para lo cual se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- *Nivel de compromiso*: Referido al grado de involucramiento de los generadores para la separación en la fuente de los residuos sólidos, siendo importante la motivación y la practicidad en la segregación.
- *Composición*: Referida a los tipos de residuos sólidos que se generan, los cuales se pueden agrupar en aprovechables y no aprovechables, orgánicos e inorgánicos.
- *Peligrosidad*: El manejo de residuos sólidos peligrosos depende de la capacidad operativa del operador para su manejo.
- *Formas de valorización*: Depende de la forma de valorización que se aplique a los residuos sólidos generados, por ejemplo, compostaje, biochar, biogás, entre otros.
- *Demanda*: Relacionada a las oportunidades en el mercado para el aprovechamiento de residuos sólidos.

ALMACENAMIENTO EN LA FUENTE

El almacenamiento en la fuente de residuos sólidos municipales debe realizarse de acuerdo a sus características, de tal manera que permita su adecuado manejo posterior; así como, evitar daños a los/as operarios/as del servicio de limpieza pública y/o asociación (es) de recicladores.

Los recipientes de almacenamiento deben ser de material impermeable, liviano y resistente, de fácil manipulación, de preferencia que sean retornables y de fácil limpieza.

El almacenamiento en vivienda multifamiliar, conjuntos residenciales, comercio, centros comerciales, restaurantes, hoteles y mercados debe contar con un área destinada para dichos fines, la cual debe cumplir como mínimo con los siguientes aspectos:

- Acabados lisos para facilitar la limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos, así como la proliferación de vectores y roedores.
- Sistemas de ventilación, suministro de agua, sistema de drenaje y sistema de prevención y control de incendios.
- Capacidad suficiente para almacenar los residuos sólidos producidos acorde con su generación y las frecuencias de recolección establecidas por la municipalidad correspondiente.
- Aseo como mínimo una (1) vez al mes; y, fumigación y desinfección como mínimo dos (2) veces al año.

V. SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA

El servicio de limpieza pública es el conjunto de operaciones y procesos, las cuales se pueden agrupar en:

- Aquellos vinculados directamente con la atención al usuario, tales como almacenamiento en espacios públicos, barrido y limpieza en espacios públicos; y, recolección de residuos sólidos.
- Aquellos vinculados indirectamente con la atención al usuario, tales como transporte, transferencia, valorización y disposición final de residuos sólidos. Asimismo, se puede incluir el proceso de tratamiento teniendo en cuenta el ámbito geográfico, población (urbana o rural), recursos (humanos, financieros y económicos), actividades económicas principales (turismo, agricultura, comercio, etc.), hábitos y costumbres, entre otros.

El desarrollo de las operaciones y procesos del servicio de limpieza pública requiere contar con actividades preparatorias, insumos, información e instrumentos de soporte que permitan el desarrollo eficiente y adecuado del servicio.

Las actividades preparatorias y los insumos son requisitos indispensables para el desarrollo óptimo de las operaciones y los procesos del servicio de limpieza pública; entre los cuales tenemos: plan de barrido y limpieza de espacios públicos, plan de recolección de residuos sólidos, manuales de operación, equipamiento, herramientas, servicio de mantenimiento, bienes de consumo (combustibles, lubricantes, entre otros), recursos humanos, capacitación e infraestructura.

Por otro lado, la información es un componente básico que permitirá dimensionar el servicio, así como realizar seguimiento del mismo. La información se puede obtener a través del desarrollo de los estudios de caracterización de residuos sólidos municipales⁴. Asimismo, esta información está integrada al Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL), en el cual las municipalidades reportan información sobre la generación y valorización de residuos, educación ambiental, administración y finanzas.

Finalmente, los instrumentos de soporte son herramientas técnicas operativas que facilitan la implementación del servicio de limpieza pública, tales como: Plan Provincial de Gestión de Residuos Sólidos Municipales (PIGARS), Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos Municipales (PMR), instrumentos de gestión ambiental de infraestructuras de residuos sólidos, Programa Operativo Institucional (POI) articulado al Programa Presupuestal 0036: Gestión Integral de Residuos Sólidos, Programación Multianual de Inversiones (PMI), arbitrios por el servicio de limpieza pública, régimen de sanciones, entre otros, de corresponder.

PRESTACIÓN O CONCESIÓN DEL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA

La prestación del servicio de limpieza pública puede realizarse conforme a las siguientes modalidades:

- Directa: Se realiza cuando las municipalidades prestan directamente el servicio de limpieza pública, de manera exclusiva, sin la participación de EO-RS. En esta modalidad, se hace uso

⁴ Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM, que aprueba "Guía para la Elaboración de la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales".

de equipamiento, recursos y herramientas propios de la municipalidad. Para ello, la municipalidad debe contar con la capacidad operativa para garantizar la adecuada prestación del servicio.

- Tercerizada: Se realiza cuando las municipalidades contratan a una EO-RS, debidamente registrada ante el MINAM⁵, para que realicen las operaciones y procesos del servicio de limpieza pública. Tener en cuenta que, en esta modalidad, la municipalidad sigue siendo la responsable de la prestación del servicio de limpieza pública.
- Mixta: Se realiza cuando las municipalidades contratan a una EO-RS, debidamente registrada ante el MINAM, para realizar de manera conjunta la prestación del servicio de limpieza pública en determinadas zonas o áreas geográficas, o en algunas operaciones y procesos. Tener en cuenta que, en esta modalidad, la municipalidad sigue siendo la responsable de la prestación del servicio de limpieza pública.

La concesión del servicio de limpieza pública se da entre la municipalidad y una EO-RS a través de un proceso de selección; la concesión tiene como finalidad contratar a una empresa especializada que brinde el servicio de barrido, recolección, transporte, transferencia y disposición final de residuos sólidos según corresponda, permitiendo una atención óptima en el distrito.

Tener en cuenta que los contratos de concesión o prestación del servicio de limpieza pública que suscriban las municipalidades con las EO-RS deben contemplar los aspectos señalados en el artículo 23 del Reglamento de la LGIRS, así como tener en cuenta lo establecido en las normas sobre contrataciones del Estado⁶ o lo señalado en el Sistema Nacional de Promoción de la inversión Privada⁷, según corresponda, u otros mecanismos de inversión privada.

OPERACIONES Y PROCESOS DEL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA



⁵ Comprenden también las EO-RS (EPS-RS) que se encuentren registradas ante la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa) del Ministerio de Salud (MINSa) hasta el término de la vigencia de su registro, conforme lo señalado en el Tercera Disposición Complementaria Transitoria del Reglamento de la LGIRS.

⁶ Decreto Supremo N° 082-2019-EF, que aprueba el Texto Único Ordenado de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones, y Decreto Supremo N° 344-2018-EF, que aprueba el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

⁷ Decreto Legislativo N° 1224, Decreto legislativo del Marco de promoción de la inversión privada mediante asociaciones público privadas y proyectos en activo.

El servicio de limpieza pública comprende operaciones y procesos para el manejo de residuos sólidos municipales, los cuales durante su implementación se interrelacionan o resultan interdependientes. Es por ello que, la carencia de alguno de ellos, podría afectar la adecuada prestación del servicio o incrementar la brecha de población no atendida.

5.1 ALMACENAMIENTO EN ESPACIOS PÚBLICOS

La operación de almacenamiento en espacios públicos consiste en acumular de manera temporal los residuos sólidos, mediante un equipamiento técnicamente dimensionado y diseñado, el cual está comprendido por papeleras y contenedores.

El diseño y dimensionamiento de dicho equipamiento debe realizarse teniendo en consideración lo siguiente:

- Generación per cápita de residuos sólidos,
- Condiciones climatológicas,
- Tipo y capacidad de uso y la ubicación de papeleras (calles y avenidas) y espacios públicos de alta afluencia de personas,
- Presencia de comercios u otras actividades; y,
- Otras que pueda definir la municipalidad de acuerdo a la necesidad de atención.

El equipamiento técnico compuesto por papeleras para el almacenamiento de residuos sólidos en espacios públicos tiene por finalidad acumular los residuos sólidos producto de las actividades cotidianas generados por los peatones, como envolturas de snacks, boletos de viaje, papel toalla, servilletas, lapiceros usados, entre otros de dimensiones similares. Es preciso indicar que, el almacenamiento de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios (establecimientos comerciales, comercio ambulatorio, restaurantes, mercados, entre otros), no debe realizarse en las papeleras colocadas en la vía pública.

Por otro lado, los contenedores tienen como finalidad almacenar los residuos sólidos en zonas de alto tránsito urbano o de alta densidad de viviendas, para posteriormente ser recolectados por el servicio de recolección de residuos sólidos. Esta operación es denominada contenerización, la cual permite su manejo directo por el servicio de recolección municipal o EO-RS; para el éxito de esta operación se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Desarrollar actividades para el fortalecimiento de capacidades de los actores involucrados en la gestión y manejo de residuos sólidos.
- Fomentar la participación ciudadana, a través de la formación de promotores/as ambientales escolares, comunitarios y empresariales; y, desarrollo de campañas de comunicación e información ambiental en materia de residuos sólidos.
- Prever la seguridad de los contenedores, a fin de evitar que sean sustraídos por extraños o dañados a consecuencia de actos vandálicos. Por ejemplo: contar con vigilancia en la zona, instalar cámaras de seguridad, entre otros que considere la municipalidad.
- En el caso de contenedores soterrados que requieran de corriente eléctrica, se debe verificar que la subestación de electricidad de la zona cuenta con tensión suficiente. Esto se deberá verificar con el proveedor de energía y realizar acorde a las especificaciones técnicas del equipo.

Finalmente, en el Anexo 1 se presenta la Hoja Técnica de la operación de almacenamiento en espacios públicos.

PROCEDIMIENTO PARA EL ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

El procedimiento para el desarrollo de la operación de almacenamiento de residuos sólidos en espacios públicos involucra tres (3) etapas:



ETAPA 1. Planificación

El almacenamiento en espacios públicos debe planificarse progresivamente priorizando las zonas de atención más críticas (ejemplo: las zonas de alto tránsito urbano, áreas de alta densidad de viviendas, entre otros que la municipalidad determine).

La planificación tiene por finalidad definir el dimensionamiento, la ubicación de zonas a coberturar y determinación de las características técnicas de las papeleras o contenedores.

I. DIMENSIONAMIENTO

Consiste en estimar cantidades, capacidad y distribución de las papeleras y contenedores que se colocan para el almacenamiento en espacios públicos. Dicho dimensionamiento se realiza en función de la cantidad promedio de residuos sólidos generados en los espacios públicos, el entorno (urbano o rural) y las condiciones del ambiente (luminosidad, temperatura, precipitaciones, etc.).

A. Dimensionamiento en papeleras

Para el dimensionamiento de papeleras⁸ se tiene que definir los espacios públicos donde se implementarán y, luego de ello, establecer la cantidad y la capacidad de los mismos. Se debe tener en cuenta que la cantidad de papeleras depende de los criterios de ubicación que se establezcan. A continuación, se presenta el dimensionamiento en base a los espacios públicos con la correspondiente capacidad de las papeleras:

⁸ Los aspectos considerados para el dimensionamiento de los contenedores han sido desarrollados sobre la base de la planificación de proyectos de inversión del servicio de limpieza pública en diversas ciudades.

Tabla 1. Dimensionamiento sugerido para papeleras

| ESPACIO PÚBLICO | CAPACIDAD |
|---|-----------------|
| Vías públicas en zonas residenciales. | 50 a 60 litros |
| Parques en zonas residenciales. | 50 a 60 litros |
| Exteriores de instituciones educativas. Exteriores de instituciones públicas. Exteriores de establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo. Vías públicas de alto tránsito. | 60 a 80 litros |
| Exteriores de discotecas, bulevares, bares y otros similares. | 60 a 80 litros |
| Paraderos públicos. | 60 a 80 litros |
| Exteriores de parques zonales. Exteriores complejos deportivos. Exteriores de mercados. Exteriores de estadios y coliseos. Zonas de agrupamiento multitudinario de personas. Zonas de playas y balnearios. | 80 a 100 litros |

Fuente: Elaboración propia

CONSIDERACIÓN

Los recipientes para los puntos limpios podrán ser papeleras y su capacidad dependerá de generación de residuos sólidos en vías y espacios

B. Dimensionamiento en contenedores

El dimensionamiento de los contenedores se refiere, principalmente, al tamaño de los contenedores que se utilizan y a la cantidad de estos, siendo necesario hacer algunos cálculos teniendo en cuenta, principalmente, las siguientes consideraciones técnicas:

- El dimensionamiento de los contenedores puede seleccionarse en rangos desde 240 hasta 1400 litros.⁹
- La estimación de la cantidad de contenedores necesarios parte del cálculo de volumen de residuos sólidos generados en la zona de recolección a contenerizar y se determina con la siguiente fórmula:

$$Vol_{Generado} = \frac{10 \times GPC_{dom} \times hab}{7 \times \rho}$$

CONSIDERACIÓN

Es necesario que se estime el volumen por cada tipo de residuos sólidos (orgánicos valorizables y no valorizables o inorgánicos valorizables y no valorizables), lo cual permite determinar la cantidad de contenedores a implementar en cada isla de contenerización. Los contenedores se identifican considerando la NTP 900.058.2019. Gestión de Residuos. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos sólidos, o su versión actualizada.

⁹ Pueden existir otras dimensiones, pero se debe evaluar su utilidad para las condiciones y tipo de operación que se vayan a utilizar.

Para la estimación de la cantidad de contenedores requeridos, se divide el valor obtenido del volumen de residuos sólidos entre la frecuencia de recolección de los contenedores y la capacidad de los contenedores que se hayan seleccionado, como se muestra a continuación:

$$N_{\text{Contenedores}} = \frac{Vol_{\text{Generado}}}{f \times C_{\text{cont}}}$$

o

$$N_{\text{Contenedores}} = \frac{10 \times GPC_{\text{dom}} \times hab}{7 \times f \times \rho \times C_{\text{cont}}}$$

Donde:

| DENOTACIÓN | DESCRIPCIÓN | UNIDAD |
|---------------------------|--|-------------------------------|
| $N_{\text{Contenedores}}$ | Número de contenedores necesarios. | contenedor |
| Vol_{Generado} | Volumen de residuos sólidos generados en una zona determinada por día. | m ³ /día |
| GPC_{dom}^* | Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios. | Kg/(hab-día) |
| $hab.$ | Cantidad de habitantes de la zona en la que se desea implementar la contenerización. | habitantes |
| f | Frecuencia de recolección. | N° días de recolección/7 días |
| ρ | Densidad de residuos sólidos domiciliarios. | Kg/m ³ |
| C_{cont} | Capacidad de cada contenedor. | m ³ |

*En caso en la zona se identifiquen otras fuentes de generación no domiciliarias deberá utilizarse el GPC de acuerdo a la fuente de generación.

II. UBICACIÓN

Es la distribución de la cantidad de papeleras y/o contenedores que han sido definidos en el dimensionamiento en los espacios públicos identificados.

A. Ubicación de papeleras

Para este aspecto se han definido espacios públicos y criterios de ubicación de las papeleras a implementar de acuerdo a la distancia entre las mismas y la referencia para su distribución, según la siguiente tabla:

Tabla 2. Criterios para la ubicación de papeleras

| ESPACIOS PÚBLICOS | CRITERIOS PARA LA UBICACIÓN | |
|---------------------------------------|-----------------------------|---|
| | DISTANCIA ENTRE PAPELERAS | REFERENCIA PARA DISTRIBUCIÓN |
| Vías públicas en zonas residenciales. | 200 metros | En distancias distintas a 200 metros, se puede tener como referencia cada 2 cuadras o más a criterio del responsable. |

| ESPACIOS PÚBLICOS | CRITERIOS PARA LA UBICACIÓN | |
|---|-----------------------------|--|
| | DISTANCIA ENTRE PAPELERAS | REFERENCIA PARA DISTRIBUCIÓN |
| Parques en zonas residenciales. | ---- | <ul style="list-style-type: none"> - Esquinas y centros de parques. - Cerca de monumentos. - Cerca de las bancas de parques. |
| <ul style="list-style-type: none"> - Exteriores de instituciones educativas. - Exteriores de instituciones públicas. - Exteriores de establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo. - Vías públicas de alto tránsito. | 1 cada 50 a 100 metros | <p>En distancias distintas a 50 o 100 metros, se puede considerar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La esquina de cada cuadra. - Cerca de cruces peatonales y semáforos. - En bermas centrales. - Colindante y frente a las instituciones públicas y privadas. |
| Exteriores de discotecas, bulevares, bares y otros similares. | 1 cada 100 metros | <p>En distancias distintas a 100 metros, se pueden colocar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La esquina de cada cuadra. - Cerca de cruces peatonales y semáforos. - En bermas centrales. |
| Paraderos públicos. | ---- | Mínimamente 1 por paradero (en el ciudades capitales se debe considerar la pertinencia de esta capacidad). |
| <ul style="list-style-type: none"> - Exteriores de parques zonales. - Exteriores complejos deportivos. - Exteriores de mercados. - Exteriores de estadios y coliseos. - Zonas de agrupamiento multitudinario de personas. - Zonas de playas y balnearios. | 1 cada 50 a 100 metros | <p>En distancias distintas a 50 o 100 metros, se pueden considerar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En la esquina de cada cuadra. - Cerca de cruces peatonales y semáforos. - En bermas centrales. - Colindante y frente a los parques zonales, complejos deportivos, mercados, entre otros. |

Fuente: Elaboración propia

B. Ubicación de contenedores

La colocación de contenedores debe seguir criterios de distribución que busquen una eficiente gestión en la operación de recolección; sin embargo, se debe considerar que su implementación no debe alterar el ornato y la tranquilidad pública.

Los principales criterios a tomar en cuenta para la ubicación de contenedores o de islas de contenerización se muestran a continuación:

- Deben estar ubicadas en zonas amplias y de preferencia de bajo tránsito vehicular, de modo que su recolección no interrumpa el tránsito y reduzca riesgos hacia los peatones (no realizar la instalación en las bermas centrales, al lado de paraderos, cerca de hidrantes, próximo a subestaciones eléctricas aéreas, de piso o subterráneas).

- En el caso de contenerización soterrada, se debe tener en cuenta el perfil estratigráfico del suelo, que determinará las condiciones de las obras civiles que se deban realizar, de tal manera que no se afecten los predios durante su implementación; así como, la presencia de instalaciones subterráneas de telefonía, luz, agua, desagüe y gas.

Asimismo, si para la recolección de los contenedores se requiere realizar maniobras de izaje, estos deben estar ubicados a más de dos (2) metros de distancia de postes de alumbrado público o cableado eléctrico.

- Para la ubicación de una isla de contenerización, donde se haya implementado el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de residuos sólidos, se sugiere una distancia de no más de 400 metros medidos desde la isla hacia la vivienda más alejada.

En el caso de islas de contenerización donde se almacenen además residuos sólidos no valorizables, se sugiere una distancia de más de 200 metros entre la vivienda más alejada y la isla.

En el Anexo 2 se presenta un ejemplo para el dimensionamiento de islas de contenerización.

III. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Consiste en las especificaciones (dimensiones, material, composición, entre otros), de las papeleras y/o contenedores a instalar, así como los requisitos fundamentales (densidad, resistencia, condiciones de operación, entre otros), acorde a dispositivos normativos, técnicos u otros según corresponda.

A. Características de las papeleras

Las características de las papeleras dependen del material de fabricación, formas de instalación¹⁰, sistema de apertura¹¹, modo de evacuación¹², entre otros, los cuales están en función de las condiciones donde serán implementadas, tales como clima, paisaje, hábitos de la población, entre otros.

Adicionalmente, las papeleras pueden contar con accesorios, tales como techado, tapa, platina para apagar cigarrillos, entre otros.

A continuación, se muestra los criterios técnicos para la selección de papeleras según las condiciones de los espacios donde se instalarán y donde se implementará el almacenamiento de residuos sólidos.

¹⁰ Ancladas al suelo con dado de concreto, empernada al piso, adosadas a postes (no los de tendido eléctrico o alumbrado público) o paredes, etc.

¹¹ Diseño de boca abierta expuesta en parte superior, diseño de boca abierta con parte superior cubierta, diseño de boca angosta en la parte superior, diseño de boca en el torso de la papeleras.

¹² Desmontable para evacuar, con giro vaivén, rígidas y otros

Tabla 3. Criterios técnicos para la selección de papeleras

| CONDICIONES | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS |
|--|--|
| Ciudades con escasa lluvia. | <ul style="list-style-type: none"> - Material: Polietileno de alta densidad (PEAD / HDPE), fibra de vidrio o metálicas con pintura anticorrosiva como última opción. - Sistema de apertura: Boca angosta, parte superior cubierta de preferencia. - Accesorios: Opcionales. - Forma de instalación: Dos dados o un dado de concreto en el piso, empernada al piso o adosada a un poste (distinto de alumbrado público) o la pared. - Evacuación: Desmontable o diseño vaivén. |
| Ciudades con periodos de lluvias intensas o prolongadas. | <ul style="list-style-type: none"> - Material: PEAD / HDPE o fibra de vidrio (No metálicas). - Sistema de apertura: Boca angosta con parte superior cubierta. - Accesorios: Techado. - Forma de instalación: Dos dados o un dado de concreto, empernada al piso o adosada un poste (distinto de alumbrado público) o la pared. - Evacuación: Desmontable o diseño vaivén. |
| Zonas de alto tránsito urbano o de alta densidad de viviendas o cercanas a centros de aglomeración urbana (universidades, colegios, estadios, coliseos, centros comerciales, instituciones públicas, hospitales, etc.) | <ul style="list-style-type: none"> - Material: PEAD / HDPE. - Sistema de apertura: Abertura angosta con parte alta cubierta. - Accesorios: Platina de apagar cigarrillos / cenicero - Forma de instalación: Con dados en el piso, empernada al piso. - Evacuación: Desmontable. |
| Zonas de playas y balnearios | <ul style="list-style-type: none"> - Material: PEAD / HDPE. - Sistema de apertura: Boca ancha, Parte alta o superior cubierta. - Accesorios: Platina de apagar cigarrillos / Cenicero - Forma de instalación: Dados en el piso o sobrepuesta en la arena con vigilancia. - Evacuación: Desmontable o con evacuación tipo vaivén. |
| Zonas de uso turístico | <ul style="list-style-type: none"> - Material: PEAD / HDPE o material predominante en la zona a prueba de agua y poco inflamable. - Sistema de apertura: Boca ancha con parte alta cubierta. - Accesorios opcionales: Platina para apagar cigarrillos / cenicero - Forma de instalación: Dados de concreto en el piso u otros localmente definidos. - Evacuación: Desmontable. |
| Zonas residenciales con Programas de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos o con puntos limpios | <ul style="list-style-type: none"> - Material PEAD / HDPE o fibra de vidrio. - Sistema de apertura: Boca ancha, se sugiere tapa vaivén que permita el aislamiento de residuos sólidos. - Accesorios: Tapa vaivén. - Forma de instalación: Dados de concreto, empernada al piso o adosada a la pared o poste. - Evacuación: Desmontable. |

| CONDICIONES | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS |
|--|---|
| Zonas residenciales sin Programas de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos o sin puntos limpios | <ul style="list-style-type: none"> - Material: PEAD / HDPE, fibra de vidrio o metálicas con pintura anticorrosiva como última opción. - Sistema de apertura: Boca angosta en la parte alta o en el torso de la papeleras, con parte alta cubierta. - Accesorios: A elección. - Forma de instalación: Dados de concreto en el piso, empernada al piso, adosadas a poste o a la pared. - Evacuación: Desmontable o vaivén. |
| Zonas de patrimonio histórico o monumental | <ul style="list-style-type: none"> - Material: PEAD / HDPE. - Sistema de apertura: Boca ancha en la parte alta o media, con parte alta cubierta. - Forma de instalación: Dado de concreto en el piso, adosado a poste que no sea de alumbrado público. - Evacuación: Desmontable. |
| Exteriores de espacios de esparcimiento en zonas urbanas y periurbanas (discotecas, bulevares, bares y clubes) | <ul style="list-style-type: none"> - Material: PEAD / HDPE. - Sistema de apertura: Boca ancha parte alta cubierta - Accesorios opcionales: Platina para apagar cigarrillo. - Forma de instalación: Dado de concreto, empernada al piso o adosada a poste u otro, pero necesariamente fija. - Evacuación: Desmontable, vaivén o rígido con evacuación manual. |
| Paraderos públicos | <ul style="list-style-type: none"> - Material: PEAD / HDPE. - Sistema de apertura: Boca ancha en la parte alta con parte superior cubierta. - Accesorios opcionales: Platina para apagar cigarrillos. - Forma de instalación: Adosada a poste o anclada al piso. - Evacuación: Desmontable. |

Fuente: Elaboración propia

CONSIDERACIÓN

La implementación del almacenamiento de residuos sólidos en papeleras debe hacerse siempre sobre la base de los criterios planteados, principalmente del balance entre la calidad del material de confección y la manufactura con el costo del equipamiento urbano.

Adicionalmente, se debe considerar que el recojo de los residuos sólidos contenidos en las papeleras depende de su diseño, como, por ejemplo:

- Las papeleras desmontables al contar con un cesto, permite vaciar los residuos sólidos fácilmente y colocarlos en el coche de barrido.

- Las papeleras vaivén o de dos pivotes requieren contar con otros insumos, tales como bolsa o manta que permitan manejar los residuos sólidos. Para ello se debe volcar los residuos sólidos de la papeleras a la bolsa o manta y luego colocarlos en el coche de barrido. Sin embargo, estas operaciones podrían incrementar el tiempo de vaciado de los residuos sólidos de las papeleras.
- Las papeleras fijas deben estar provistas con bolsas para el almacenamiento de los residuos sólidos, dichas bolsas son retiradas y reemplazadas por otras. Si bien este tipo de papeleras requerirá menor tiempo para el vaciado de los residuos sólidos, incurre en mayores gastos por el uso de bolsas.

En caso las papeleras fijas no estén provistas con bolsas, se realizará la extracción manual de los residuos sólidos. Sin embargo, ello requiere mayor tiempo pues la extracción debe realizarse repetidas veces para el vaciado total de los residuos sólidos y genera mayor exposición a riesgos a la salud y seguridad ocupacional.

B. Características de los contenedores

Son parámetros que permiten dimensionar la contenerización. Están referidos, principalmente, al tamaño de los contenedores que se van a instalar en zonas de recolección de residuos sólidos, el cual debe considerar los siguientes criterios:

- *Materiales*, tales como polietileno de alta densidad virgen o la mezcla de polietileno virgen y reciclado en distintas proporciones, así como de acero inoxidable o aleaciones con otros metales, entre otros.
- *Diseño*, se puede adquirir aquellos que cuenten con tapa (plana o abovedada), sistema de elevación para vaciado (tipo de soporte giratorio, doble giratorio o tipo manguitos), móviles (de 2 o 4 ruedas), entre otros.
- *Capacidad y dimensiones*, las cuales deben ser adecuadas para atender la cantidad de residuos sólidos municipales generados, optimizar costos en la operación de recolección y la demanda de los usuarios identificados.
- *Cantidad*, los contenedores se determinan sobre la base del desarrollo de la segregación diferenciada de residuos sólidos, contándose con contenedores de más de un color según lo establecido en la NTP 900.058.2019. Gestión de residuos. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos sólidos, o su versión actualizada.
- *Tipo de descarga*, los contenedores pueden ser por izaje con pluma hacia una unidad vehicular de recolección o con alza-contenedores instalados en la parte posterior de los camiones recolectores.

ETAPA 2. Implementación

La implementación del almacenamiento de residuos sólidos en espacios públicos debe estar articulada con las operaciones de barrido y limpieza en espacios públicos y de recolección. En tal sentido, la implementación debe desarrollarse de tal manera que:

- Las papeleras y/o contenedores no deben sobrepasar su capacidad por la falta de recolección de los residuos sólidos.
- La recolección de los residuos sólidos¹³ de las papeleras y/o contenedores debe realizarse cuando estas se encuentren a un tercio de su capacidad y no cuando aún están vacías.
- Realizar el adecuado recojo de los residuos sólidos contenidos en las papeleras y/o contenedores, para ello es fundamental que se cuente con un instructivo de operación para este tipo de equipamiento según el tipo de descarga (manual o mecanizado).
- Los puntos de recolección de los residuos sólidos contenidos en papeleras y/o contenedores deben ser implementados acorde a lo establecido en los planes de rutas de barrido y limpieza de espacios públicos y de recolección.

ETAPA 3. Mantenimiento

El mantenimiento de las papeleras y/o contenedores se puede desarrollar de manera preventiva o correctiva.

Las actividades correctivas no son programadas y comprenden la reparación, reposición y cambio de los componentes del equipamiento según se requiera.

Por otro lado, las actividades preventivas deben estar contempladas en un programa de mantenimiento para el equipamiento de la operación de almacenamiento.

CONSIDERACIÓN

El programa de mantenimiento para el equipamiento de la operación de almacenamiento puede realizarla el área de limpieza pública con el personal de barrido en turnos rotativos, de modo que no se afecte el servicio.

Para ello se puede asignar una zona a cada trabajador/a, quien además de realizar el barrido y limpieza de espacios públicos, llevará a cabo la limpieza y desinfección de las papeleras y/o contenedores.

Dichas actividades contemplan la evaluación (estado, color, calidad, nivel de desgaste, ubicación, entre otros), así como, la reparación de mismo, en caso corresponda.

Cabe precisar que, para efectuar dichas actividades se requiere de utensilios menores como: trapos, baldes, escobillas, agua, detergente y desinfectante; y debe programarse en un horario posterior a la recolección de residuos sólidos y contar con la señalética el mantenimiento. Los insumos y equipamiento deben ser adquiridos con la debida antelación teniendo en consideración los plazos y procedimientos establecidos en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones y su Reglamento.

Asimismo, el referido programa de mantenimiento involucra actividades de limpieza e higienización de las papeleras y/o contenedores, las cuales pueden llevarse a cabo de manera manual o mecanizada.

¹³ Tener en cuenta que el recojo de los residuos sólidos de las papeleras se realiza durante el desarrollo de la operación de barrido y limpieza en espacios públicos.

Para la limpieza e higienización manual correspondiente se debe colocar conos con cinta reflectiva en la pista y crucetas en la vereda para que los peatones noten la actividad que se está desarrollando.

Por otro lado, la limpieza e higienización mecanizada comprende el uso de equipamiento especializado que cuenta con un sistema de suministro de agua a presión, la cual puede contener otros insumos, debiendo realizarse de tal manera que no se afecte el tránsito o se generen riesgos de accidentes. Cabe precisar que este tipo de limpieza permite reducir el tiempo de higienización y optimizar el uso de insumos. La municipalidad debe evaluar la necesidad de implementar o contratar este servicio de limpieza, tomando en cuenta su capacidad operativa según corresponda.

Los parámetros más comunes a considerar para la limpieza y desinfección mecanizada son: tiempo de ciclo de lavado, tipo de desinfectante a utilizar y ciclos de lavado por carga de agua, asociado principalmente a la cantidad de solución para lavado y la eficiencia en su uso.

CONSIDERACIÓN

Se recomienda que las unidades vehiculares especializadas lava-contenedores puedan realizar entre 60 y 80 ciclos de lavado por turno, considerando también la distancia entre las islas de contenerización y teniendo en cuenta que cada año se mejoran las eficiencias de trabajo de todos los tipos de equipamiento.

En tal sentido, la limpieza y desinfección mecanizada de contenedores es una alternativa eficiente siempre que se cuente con la cantidad de contenedores (más de 400 aproximadamente) para completar el número de ciclos de lavado de un turno durante los seis (6) días de la semana o de más de 800 contenedores para trabajar con el equipamiento en doble turno.

Para la selección del tipo de limpieza e higienización (manual o mecanizada) se deben considerar los costos que cada uno de ellos conlleva versus la cantidad de papeleras y/o contenedores.

En la siguiente tabla se realiza el análisis comparativo para seleccionar el tipo de limpieza e higienización más apropiado:

Tabla 4. Análisis del tipo de limpieza e higienización

| MANUAL | MECANIZADO |
|---|---|
| Costo en función del rendimiento del personal (papeleras y/o contenedores por día). | Costo en función del rendimiento del equipo utilizado para la limpieza de papeleras y/o contenedores. |
| Mayor requerimiento de equipos de protección personal. | Menores requerimientos de equipos de protección personal. |
| Mayor tiempo requerido por papelera/contenedor. | Menor tiempo requerido por papelera/contenedor. |
| Mayor consumo de insumos (detergente, agua y trapos). | Menor consumo de insumos (agua a presión por aspersión). |
| Es difícil lograr una limpieza uniforme en todas las superficies del contenedor o papelera. | Es más fácil lograr una limpieza uniforme del contenedor o papelera. |

| MANUAL | MECANIZADO |
|---|---|
| No se generan muchos efluentes y aerosoles en su operación. | Puede generar mayores efluentes y aerosoles en su operación. |
| Se requiere señalización básica. | Se requiere señalización de la zona de trabajo, por la generación de riesgos de la operación, la generación de aerosoles y efluentes. |
| Escaso radio de afectación por la limpieza. | Mayor radio de afectación por la limpieza, excepto en unidades vehiculares especializadas para el lavado de papeleras y contenedores. |
| Requiere mayor nivel de supervisión al requerir mayor recurso humano. | Requiere control de calidad y tiempo de operación por equipo y operario/a. |

Fuente: Elaboración propia

El servicio de limpieza pública opta por el tipo de mantenimiento de papeleras y contenedores que mejor se adecue a su realidad y contexto, considerando aspectos como capacidad operativa para el desarrollo de la actividad, personal suficiente, equipamiento, recursos financieros que sostengan dichas operaciones, entre otros. En el Anexo 3 se presenta la secuencia de pasos para realizar un adecuado lavado e higienización de las papeleras y/o contenedores.

5.2 BARRIDO Y LIMPIEZA DE ESPACIOS PÚBLICOS

La operación de barrido y limpieza tiene por finalidad que los espacios públicos que incluyen vías, plazas y demás áreas públicas, tanto en el ámbito urbano como rural, queden libres de residuos sólidos. Esta operación se desarrolla en dos (2) componentes principales: barrido en vías públicas y limpieza en espacios públicos.

El barrido en vías públicas¹⁴ comprende las bermas (centrales o laterales) que son los espacios entre carreteras de diferentes sentidos o el espacio que separa una carretera de la acera; las aceras o comúnmente denominadas veredas, que corresponden al lugar de paso peatonal; y, las calzadas que son comúnmente denominadas pistas o carreteras.

Por otro lado, la limpieza en espacios públicos comprende el mantenimiento de infraestructuras y equipamiento urbano (tales como monumentos, bancas, postes o faroles, papeleras, contenedores, cercos, entre otros), y la limpieza de playas, riberas, plazas, parques, paraderos de buses de transporte público, puentes peatonales y demás espacios públicos; sin embargo, no incluye actividades de refacción, rehabilitación o remodelación de las mismas.

Corresponde mencionar que el papeleo es aplicado en la limpieza en espacios públicos como playas, parques, jardines y riberas, cuyo rendimiento es de 1.0 – 1.5 km líneas/día. Tanto el barrido como la limpieza comparten una logística similar. La limpieza se define mayormente por el tipo de espacio, infraestructura o monumento que se debe preservar para mantener las condiciones de ornato en la ciudad o localidad; mientras que, para el barrido existen diversos tipos y condiciones que deben considerarse, los cuales serán detallados en los acápite subsiguientes.

Finalmente, en el Anexo 4 se presenta la hoja técnica de la operación de barrido y limpieza de espacios públicos.

¹⁴ Comúnmente denominado barrido de calles.

PROCEDIMIENTO PARA EL BARRIDO Y LIMPIEZA EN ESPACIOS PÚBLICOS

El procedimiento para el desarrollo del barrido en vías públicas involucra tres (3) etapas:



ETAPA 1. Programación

El barrido en vías públicas debe ser programado de acuerdo a la demanda del servicio y a los recursos disponibles por la entidad o los que se hayan contratado para tal fin, en el caso de que esta operación la realice una EO-RS. La correcta programación debe considerar los siguientes aspectos:

I. RENDIMIENTO

El rendimiento de un/a barredor/a que realiza una operación manual puede ir de 1.3 a 3.0 kilómetros por barredor/a por turno; sin embargo, este indicador está sujeto al tipo de vía atendida y trabajador/a que desarrolla la labor (sexo y edad).

En el caso del barrido mecanizado, este depende del rendimiento de los equipos, la longitud cubierta por una unidad de tiempo (hora, turno o día) y el ancho que atiende el equipo por pasada.

II. COMPONENTES DE LA VÍA

Los componentes de la vía que se atienden con el barrido son: carretera, acera o vereda, berma y cuneta.

III. TIPOS DE ESPACIOS URBANOS

Los tipos de espacios urbanos que se atienden con el barrido son:

- Vías obstaculizadas en zonas comerciales: Son vías dedicadas en su totalidad a comercio formal e informal en tiendas acondicionadas en viviendas o galerías improvisadas, las cuales están planificadas para un uso distinto al que se desarrolla, por lo que el tránsito vehicular se encuentra obstaculizado.
- Vías de zonas de elevado movimiento comercial: Se consideran los exteriores de mercados, de centros comerciales y tiendas por departamentos, con algo de comercio informal en las zonas aledañas pero que no llega a obstaculizar el tránsito vehicular.
- Vías de zonas residenciales: Son zonas de baja o alta densidad, es decir pueden presentar viviendas unifamiliares o multifamiliares; en las que el uso predominante del espacio es para vivienda, con un muy reducido movimiento comercial y poco tránsito

vehicular, de modo que las actividades del proceso de barrido de vías públicas no presentan mayores inconvenientes.

- Vías de tránsito vehicular medio: Son vías de calles y avenidas en las que se presenta tránsito medio durante la mayor parte del día y tránsito elevado en horas punta de la mañana y la noche.
- Vías de alto tránsito vehicular y autopistas: Corresponden a carreteras regionales y nacionales.

IV. HORARIO Y FRECUENCIA

Se refiere al rango de horas del día, definido por un turno de trabajo, este puede tener una especificación abierta como: turno mañana, tarde o noche o especificar horas o rangos de horas; asimismo, se debe considerar que según el tipo de vía podría ser necesario más de un turno al día.

Por otro lado, la frecuencia es la cantidad de veces que se lleva a cabo el barrido en vías públicas en un día o en una semana o en un periodo definido por el operador, de modo que pueda llevar a cabo una programación eficiente.

En la siguiente tabla se sugieren frecuencias y horarios para el barrido de vías públicas:

Tabla 5. Frecuencias según el tipo de espacio urbano

| TIPO DE ESPACIO URBANO | FRECUENCIA | N° TURNOS | RECOMENDACIÓN |
|---|--|-----------|---|
| Vías obstaculizadas en zonas comerciales | Diaria | 3 | Complementar mediante la promoción del adecuado almacenamiento de residuos sólidos en papeleras. |
| Vías de zonas de elevado movimiento comercial | Diaria | 3 | En caso las zonas sean extensas, se puede optar por contratar un servicio tercerizado, de modo que la municipalidad se ocupe de la supervisión. |
| Vías de zonas residenciales | Inter-diaria o 1, 2 a 3 veces por semana | 1 | - |
| Vías de tránsito vehicular medio | Interdiaria o 3 veces por semana | 1 | - |
| Vías de alto tránsito vehicular | Interdiaria o 3 veces por semana | 1 | Se recomienda contar con equipamiento mecanizado para la limpieza de estas vías. |

Fuente: Elaboración propia

CONSIDERACIÓN

Se recomienda realizar la recolección de residuos sólidos, paralelamente al barrido, dado que, muchas veces, por la diferencia de horarios en los que se realizan dichas operaciones, existe un tiempo considerable de exposición en la vía pública de los residuos sólidos. Asimismo, se debe tener en cuenta que ello podría generar un punto crítico o que los residuos sólidos se dispersen.

Por otro lado, para realizar la programación de la limpieza, la municipalidad debe contar con un listado de espacios públicos priorizados a atender; y debe llevarse a cabo, primordialmente, en función del flujo peatonal o la afluencia de los espacios públicos.

La programación de la limpieza en espacios públicos se debe realizar a través de fichas, las cuales deben contemplar información relacionada al lugar o espacio público, actividades a realizar, responsable, insumos, herramientas¹⁵, frecuencia y horarios. A continuación, se presenta un ejemplo referencial de programación de la limpieza según el lugar o espacio público:

Tabla 6. Programación de limpieza en espacios públicos

| ESPACIO O LUGAR | DETALLE DEL TRABAJO | INSUMOS / HERRAMIENTAS | FRECUENCIA | HORARIO |
|---|---|---|------------------------------------|----------------------------|
| Plaza principal | <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de monumentos. - Limpieza de bancas. - Limpieza de papeleras y/o contenedores. - Limpieza de postes (parte ornamental). | Trapo Balde Agua Detergente | 2 veces por semana | 5:00 horas 7:00 horas |
| Parques o alamedas | <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de bancas. - Limpieza de papeleras y/o contenedores. - Limpieza de equipos de gimnasia. | | 3 veces por semana | 23:00 horas 05:00 horas |
| Mercado (periferia) | <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de bancas. - Limpieza de papeleras y/o contenedores. | Trapo Balde Agua Detergente Desinfectante | Diario | 05:00 horas 09:00 horas |
| Berma | <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de bancas. - Limpieza de papeleras y/o contenedores. | | Diario | 09:00 horas 12:00 horas |
| Puente peatonal y/o escalera, paraderos | <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de bancas. - Limpieza de pasamanos. - Limpieza del paradero peatonal. - Limpieza de papeleras y/o contenedores. | Agua Hidro-lavadora Detergente Desinfectante Escobillón Trapos Espátula Bolsas | Semanal | 00:00 horas 05:00 horas |
| Playas | <ul style="list-style-type: none"> - Papeleo. | Escoba metálica Bolsas | Diario o de acuerdo a la temporada | 05:00 horas 08:00 horas |

Fuente: Elaboración propia

¹⁵ En caso se requiere optimizar los tiempos para la limpieza de espacios públicos se puede emplear equipamiento como hidro-lavadoras, pulidores, barredoras de agua a presión, etc.

La ejecución del barrido de vías públicas estará determinada principalmente por el tipo de espacio urbano, pudiendo ser manual y/o mecanizado.

I. BARRIDO MANUAL

A. Tipos de barrido manual

- **Barrido a fondo o boleó**, se lleva a cabo con escobón o escoba de baja policia (generalmente de paja y dos sunchos de lata). Este barrido toma más tiempo y esfuerzo, siendo destinado prioritariamente a zonas residenciales y comerciales con la finalidad de remover el polvo y la tierra asentados en el suelo.
- **Barrido superficial**, se lleva a cabo siempre sobre una vía pavimentada o asfaltada, no se enfoca en el polvo o tierra en el suelo como el barrido a fondo.
- **Papeleo**, se lleva a cabo sobre una vía no pavimentada o asfaltada (tierra, arena o piedras). Consiste en retirar los residuos sólidos dispersos en dicha vía. Comúnmente se realiza con escoba metálica (abanico) o trinche.

Cabe precisar que los tipos de barrido antes mencionados pueden incluir el **barrido a doble peine**, el cual consiste en la realización del barrido en los dos frentes de una calle (que incluye la calzada, la cuneta y/o la vereda).

Por otro lado, para la ejecución del barrido también se realizan **campañas de barrido** en zonas que no cuentan con programación de barrido o en aquellas zonas en las que pese a contar con barrido requieren del barrido a fondo por la realización de un evento o para una actividad pública importante. Dichas campañas no deben confundirse con la atención de la demanda, ya que solo atiende zonas de forma puntual y temporal.

CONSIDERACIÓN

*En centros poblados y caseríos es usual desarrollar **faenas comunales de barrido** para la limpieza de los espacios comunes. Estas faenas no siempre forman parte del servicio municipal pero deben ser coordinadas, a fin de asegurar el aprovisionamiento de herramientas y la adecuada rotación de quienes participen en estas faenas.*

B. Herramientas

Las herramientas de trabajo para el barrido en vías públicas deben atender a las condiciones geográficas y climáticas de cada región¹⁶.

¹⁶ De acuerdo al Decreto Supremo N° 017 – 2017 – TR, que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de los Obreros Municipales del Perú.

La vida útil de cada herramienta depende del uso que se le dé y de sus especificaciones técnicas, siendo conveniente que se vaya registrando la frecuencia de cambio para optimizar las adquisiciones anuales.

CONSIDERACIÓN

Tanto en zonas rurales como ciudades donde se cuenta con hojas de palmera u de otros vegetales se podría llevar a cabo el barrido haciendo uso de dichas hojas como una herramienta no convencional. Sin embargo, no está establecido el tiempo de vida útil ya que no son bienes que se adquieren.

Las herramientas que se utilizan en el barrido son diversas y dependen de las actividades que se llevan a cabo, así como de las condiciones ambientales.

A continuación, se sugieren algunas de herramientas más utilizadas y tiempo de recambio:

Tabla 7. Herramientas más utilizadas para el barrido

| HERRAMIENTA | CANTIDAD POR BARREDOR/A | |
|---|-------------------------|---------------|
| | POR TURNO | POR AÑO |
| Conos con cinta reflectiva de seguridad ¹⁷ | 1 | 3 |
| Escobón | 1 | 6 |
| Escobas baja policía | 1 | 6 |
| Escoba de abanico o escoba metálica | 1 | 6 |
| Recogedor de metal | 1 | 2 |
| Coches de barrido | 1 | 1 cada 3 años |
| Bolsas de plásticos de 140 litros | 10-15 | 3000 – 4500 |

Fuente: Programa de implementación de sistemas integrales de gestión de residuos sólidos en zonas prioritarias del país.

Cabe precisar que, el tiempo de recambio depende del tipo de uso y mantenimiento que se dé a las herramientas utilizadas.

C. Rendimiento de personal

Se debe tener en cuenta que el rendimiento del personal depende del tipo de barrido (papeleo, barrido a fondo, etc.), como de las condiciones del lugar que se barre (ancho de la vía, superficie de cobertura, entre otros). A continuación, se presentan rendimientos de barrido manual:

Tabla 8. Rendimientos comunes para barrido de vías públicas

| TIPO DE ESPACIO URBANO | CONDICIÓN | RENDIMIENTO (Km-L/Turno) |
|---|-----------|--------------------------|
| Calzada sin cuneta | Verano | 2.0 – 2.5 |
| Calzada sin cuneta | Invierno | 2.5 – 3.0 |
| Calzada sin cuneta incluyendo la vereda | Verano | 1.5 – 2.0 |
| Calzada sin cuneta incluyendo la vereda | Invierno | 2.0 – 2.5 |

¹⁷ Se debe considerar mayor cantidad de conos cuando se realice el barrido en vías de alto tránsito vehicular o autopistas.

| | | |
|---|-----------------|-----------|
| Calzada con cuneta | Verano | 1.5 – 2.0 |
| Calzada con cuneta | Invierno | 2.0 – 2.5 |
| Calzada con cuneta incluyendo la vereda | Verano | Hasta 1.5 |
| Calzada con cuneta incluyendo la vereda | Invierno | 1.5 – 2.0 |
| Vereda y bermas de cemento | Verano | 2.5 |
| Vereda y bermas de cemento | Invierno | 3.0 |
| Camino peatonal de tierra | Verano/Invierno | 2.5 |
| Camino peatonal de arena | Verano/Invierno | 2.0 |

Fuente: Elaboración propia.

CONSIDERACIÓN

Se sugiere entre 4 a 5 operarios/as por cada 10,000 habitantes; sin embargo, se debe tener en cuenta que la población flotante, aquella que no reside en el distrito o localidad, contribuye a la demanda de la operación de barrido.

La ejecución del barrido manual debe considerar la conformación de brigadas o equipos de trabajo para la atención de los espacios urbanos asignados en turno. Además, se debe contar con unidades vehiculares con la capacidad necesaria para el traslado de personal, insumos y herramientas.

A continuación, se describen los pasos a seguir para realizar el barrido manual:

1. Disponer las brigadas o equipos en las respectivas zonas de trabajo.
2. Iniciar la labor de barrido colocando los conos con cinta reflectiva de seguridad a una distancia de 4 metros entre cada cono y a unos 80 centímetros de la calzada; asimismo, la distancia total entre el primer cono hasta coche de barrido será como mínimo de 15 metros.
3. Realizar el barrido con el escobón/escoba en sentido contrario al tránsito de vehicular, es decir en dirección hacia el coche de barrido. Los residuos sólidos deben untarse y colocarse en el coche de barrido (provisto con su respectiva bolsa), mediante el uso del escobón/escoba y el recogedor.
4. Repetir la operación hasta que el coche de barrido se encuentre a un 90% de su capacidad. El/la operario/a debe amarrar la bolsa y colocarla junto a la cuneta o en el borde de la vía asignada, para su posterior recolección. Asimismo, en caso la ruta no se haya concluido, se debe colocar otra bolsa dentro del coche y reiniciar las operaciones.

II. BARRIDO MECANIZADO

El barrido mecanizado se justifica cuando las distancias que se cubren permiten operar al equipo seleccionado por lo menos en un turno diario por cinco (5) días a la semana, de tal manera, que no se cuente con una capacidad sobredimensionada cuya operatividad poco eficiente deba ser sostenida por el contribuyente.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta las siguientes condiciones:

- Zonas o vías con elevado flujo peatonal y elevada generación de residuos sólidos por longitud barrida.
- Tramos largos de vías de flujo vehicular rápido o vías nacionales.
- Tramos largos de avenidas principales en los que el rendimiento de personal para la realización de un barrido manual no es eficiente.

La elección del equipamiento para el barrido mecanizado depende de los siguientes parámetros:

- Costo de inversión.
- Consumo de combustible.
- Autonomía, especialmente en equipamiento eléctrico.
- Rendimiento, medido en kilómetros barridos y ancho de vía barrida.
- Consumo de agua y autonomía del tanque de agua (excepto en equipamiento que no requiere adición de agua).
- Condiciones de las vías a barrer, recomendándose vías asfaltadas en buen o regular estado.
- Presencia en el mercado de equipamiento, insumos y repuestos.
- Condiciones de habitabilidad de la cabina (ventilación, ergonomía, etc.).
- Emisiones de gases (cumpla con VMA de emisiones).
- Ruido ambiental (cumpla con ECA ruido)

Tener en consideración que, dependiendo de la tecnología del equipo para el barrido mecanizado, estos pueden realizar un barrido superficial, papeleo u otros.

Por otro lado, la ejecución de la limpieza en espacios públicos está determinada, principalmente, por la cantidad y dimensiones de las infraestructuras y equipamiento urbano existentes en la localidad, así como la extensión del espacio público. La limpieza de espacios públicos puede realizarse en forma manual y/o mecanizada.

Para el desarrollo de la limpieza en espacios públicos se deben conformar cuadrillas, brigadas o equipos de trabajo, además de estar provisto con unidades vehiculares para el traslado de personal, insumos y herramientas de trabajo necesarios.

A continuación, se describen los pasos a seguir para realizar la limpieza en espacios públicos:

1. Disponer las cuadrillas, brigadas o equipos en las respectivas zonas de trabajo.
2. Realizar la señalización de la zona a través de la colocación de conos.

3. Realizar el barrido superficial de las zonas de trabajo donde se lleva a cabo la limpieza.
4. Realizar el baldeo o limpieza con agua, el cual algunas veces se realiza con hidro-lavadora o simplemente con agua de la red, obtenida en alguna fuente cercana o dentro del mismo espacio que se limpia. Se recomienda usar agua tratada no potable que no tenga malos olores ni atraiga moscas u otros vectores.
5. Realizar, paralelamente al baldeo, la limpieza de las bancas e infraestructuras ubicadas en el espacio público atendido.

CONSIDERACIÓN

El baldeo se realiza generalmente en bermas, alamedas y veredas de los parques que son más concurridos; y, en cuyo uso se va generando suciedad que no es removible con la operación del barrido. La planificación de su frecuencia debe incluir las fechas posteriores a eventos masivos, ferias u otros.

ETAPA 3. Mantenimiento

Los equipos y herramientas usadas en la operación de barrido y limpieza en espacios públicos deben recibir un mantenimiento y reemplazo oportuno en función de la vida útil de las mismas. El mantenimiento de los equipos y herramientas comprende las siguientes actividades:

I. LAVADO

El lavado de las herramientas se realiza una vez por mes o en periodos menores según la necesidad, para lo cual se utiliza detergente y/o desinfectante.

En los meses de verano, se recomienda lavar las escobas y recogedores cada quince días, ya que el secado es más rápido; mientras que, en invierno se debe realizar mensualmente. Asimismo, en el caso de los coches de barrido, estos deben ser lavados semanalmente.

Se recomienda contratar el servicio de lavado para las herramientas, con la finalidad de no interrumpir la prestación del barrido y limpieza en espacios públicos.

II. REPARACIÓN, CAMBIO Y ACONDICIONAMIENTO

Corresponde realizar la reparación, cambio y acondicionamiento de los equipos y herramientas, según el estado de los mismos. Por ejemplo: En caso se presente el desgaste de las pajas que conforman las escobas de baja policía, se sugiere realizar su acondicionamiento sacando una de las pitas que sujetan las pajas y continuar su utilización; cuando se presente la rotura del eje de la llanta del coche de barrido, este debe ser reparado soldando dicho eje; y, cuando se identifique el desgaste del filtro de la hidro-lavadora, este debe ser cambiado.

III. DESCARTE

Una vez deterioradas las herramientas y/o equipos, estos deben descartarse, para lo cual los/las operarios/as deben dar aviso el/la supervisor/sora, evitando su acumulación innecesaria.

Finalmente es preciso señalar que, para efectuar el mantenimiento, los insumos y equipamiento deben ser adquiridos con la debida antelación teniendo en consideración los plazos y procedimientos establecidos en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones y su Reglamento.

5.3 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

La operación de recolección de residuos sólidos es la acción de recoger selectivamente los residuos sólidos para transportarlos y continuar con su posterior manejo en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada.

Existen cuatro (4) metodologías para realizar la recolección: esquina o parada fija, acera, puerta a puerta y contenerización (superficial o soterrada).

Otras formas de recolección como la neumática, de residuos voluminosos como grandes aparatos eléctricos y electrónicos; o, de residuos especiales, no se abordan en esta guía, ya que no responden a un servicio cotidiano de limpieza pública.

Finalmente, en el Anexo 6 se presenta la hoja técnica de la operación de recolección y transporte de residuos sólidos.

PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

El procedimiento para el desarrollo de la recolección y transporte involucra tres (3) etapas:



ETAPA 1. Planificación

Previo a la recolección y transporte de residuos sólidos se debe realizar el diseño de las rutas de acuerdo a lo establecido en el artículo 30 del Reglamento de la LGIRS. Asimismo, se debe contar con información de la cantidad de residuos generados.

Los aspectos técnicos a tener en cuenta para la planificación de la recolección y transporte de residuos sólidos son los siguientes:

- Características de las vías (estado, sentido, presencia de pendientes o calles estrechas, entre otras).
- Características de las unidades vehiculares (dimensiones, capacidad, estado, entre otras).
- Tamaño de las zonas.
- Cantidad de personal con el que se dispone.

La programación es parte de la planificación y consiste en establecer la frecuencia y el horario en el cual se realiza la operación de recolección y transporte de residuos sólidos, acorde a lo definido en el plan de rutas.

Asimismo, se debe considerar que la frecuencia mínima de recolección y transporte de residuos sólidos no aprovechables es de tres (3) veces por semana, mientras que la frecuencia de recolección y transporte de residuos aprovechables es definida por la municipalidad de acuerdo a su capacidad y recursos con los que se cuenta. En el Anexo 5 se presenta un ejemplo para la programación de la recolección de residuos sólidos.

En caso de que los recursos para la recolección y transporte de residuos sólidos sean insuficientes, se debe identificar la necesidad de ampliar la oferta con la que se cuenta.

Previo a realizar la recolección y transporte, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Verificar la programación de la unidad vehicular y del equipo de recolección, los cuales deben coincidir con la zona programada. Para ello, se debe contar con la papeleta de programación del servicio.
- Verificar la cantidad de combustible antes de la salida de maestranza, depósito municipal o lugar donde se resguardan las unidades vehiculares.
- Verificar las condiciones mecánicas de la unidad vehicular (luces, llantas, aceite, entre otras), los cuales deben encontrarse en óptimas condiciones. En caso no lo estuvieran, debe ser reportado a quien corresponda, con la finalidad que se tomen las medidas necesarias, a fin de que no se vea afectada la prestación del servicio.
- Verificar la limpieza de la cabina (no debe haber prendas de vestir olvidadas del turno anterior ni residuos sólidos de alimentos o materiales no relacionados).
- Verificar la limpieza de la cuchara de la compactadora; y, de la tolva en el caso de camiones baranda y volquetes.
- Se debe contar con las herramientas de recolección de residuos sólidos, tales como escobas, recogedor, mantas (si fuera necesario) u otros, que faciliten la operación de recolección y transporte de los residuos.
- Firmar la papeleta de salida del vehículo. Esta verificación podría cargarse en un aplicativo de control y ser utilizado junto al rastreo satelital. En caso se cuente con ambos, se debe documentar y comunicar la herramienta a utilizar como medio de control.

- Los/Las operarios/as o ayudantes de recolección y transporte de residuos sólidos deben encontrarse en la cabina de la unidad vehicular para iniciar la salida.

Finalmente, a fin de evitar problemas en la ejecución del servicio de recolección y transporte por fallas o emergencias, se debe contar con unidades de retén y/o unidades con una capacidad operativa mayor. Por ejemplo: Para el caso de ciudades con gran población se debe contar con un vehículo retén por turno de servicio, los cuales deben tener cajas compactadoras con una relación de compactación de 3:1 o 4:1 en lugar de las comúnmente usadas 2:1.

ETAPA 2. Ejecución

Para la ejecución de la recolección de residuos sólidos es recomendable que esta se lleve a cabo con la unidad vehicular detenida; sin embargo, con la finalidad de no obstaculizar la circulación en vías de alto tránsito, la recolección se puede llevar a cabo con la unidad vehicular en movimiento, procurando no sobrepasar los 10 kilómetros por hora.

Es importante que se cuente con grifos y estaciones de servicio acorde al tipo de combustible utilizado, y con talleres disponibles (propio o de terceros) donde se pueda contar con repuestos para hacer la reparación o el mantenimiento, asegurando la atención oportuna de las unidades vehiculares. De no ser así, se tendrán las unidades vehiculares varios días inutilizables; y, si la reparación se lleva a cabo en un lugar lejano, se generarán mayores costos y tiempo.

Por otro lado, el recambio de llantas por desgaste es uno de los puntos críticos en el proceso de recolección y transporte de residuos sólidos, debiendo programarse oportunamente la compra de llantas y contar con tres (3) juegos por unidad vehicular al año, con la finalidad de poder extender su uso hasta la fecha de la compra del año siguiente.

Adicionalmente, es importante tomar en cuenta que para optimizar costos es conveniente que la unidad vehicular recolecte y transporte los residuos sólidos en su capacidad de carga total (peso bruto), de manera que el costo sin carga (vacío) no sea tan elevado en relación a mover la unidad vehicular con residuos sólidos (peso neto).

Para la ejecución de la recolección y transporte de residuos sólidos se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El/La conductor/a debe revisar la programación de la papeleta y verificar cuál es el punto más cercano para iniciar con la recolección.
- La unidad vehicular debe circular cumpliendo con lo establecido en el Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito – Código de Tránsito, aprobado por Decreto Supremo N° 016-2009-MTC, y otras normas que resulten aplicables.
- El/La conductor/a debe ir disminuyendo la velocidad hasta detenerse para el descenso de los/las operarios/as e inicio de sus labores.
- Cuando se llegue al punto de inicio de recolección se debe verificar que la vía se encuentre despejada, debiendo reconocer los peligros que existen, tales como sentido del tránsito, presencia de cableado eléctrico, presencia de animales o personas en las calles, vías o veredas en mal estado.

- En caso existan unidades vehiculares estacionadas u obstáculos que impidan la recolección, el/la conductor/a debe permanecer en zonas accesibles mientras que los/las operarios/as acercan los residuos recolectados hacia la unidad vehicular estacionada o un punto de la vía donde se procede a realizar la carga de los residuos sólidos. Cabe precisar que, no se debe dejar sucia la vía luego de recoger los residuos sólidos de cada punto, para lo cual cada unidad vehicular debe contar con escoba y recogedor.
- Durante la recolección y transporte de residuos sólidos se debe cuidar que personas ajenas al servicio no se acerquen a la cuchara o tolva de la unidad vehicular para evitar accidentes o incidentes.
- La recolección y transporte de residuos sólidos se debe realizar de acuerdo a lo establecido en el plan de rutas. En caso se presenten obstáculos que impidan el acceso de la unidad vehicular a determinadas zonas se deben implementar medidas o alternativas que permitan su atención, debiendo ser comunicado al supervisor.

CONSIDERACIÓN

Se debe tener en cuenta que las unidades vehiculares compactadoras no están habilitadas para recibir residuos peligrosos o de la construcción y demolición; por lo que, estos residuos no deben ser recibidos durante la prestación del servicio de recolección.

- En caso de que durante la recolección se haya producido la dispersión de residuos sólidos, estos deben ser recogidos y la zona debe ser limpiada con las herramientas que se dispongan.
- En caso de que se deba ingresar a una zona de difícil acceso, el/la conductor/a debe ser guiado por un operario/a, quien debe asegurarse de ser visto por el/la conductor/a (en caso de retroceso deben hacer contacto visual por el espejo retrovisor); contar con una distancia (no menor de dos (2) metros) entre el/la operario/a y la unidad vehicular para hacer las señales; verificar que no existan obstáculos en cinco (5) metros; y, hacer señales con la mano para avanzar, girar o cambiar de carril.
- En la maestranza, depósito municipal o lugar donde se resguardan las unidades vehiculares se deben verificar las condiciones en las que llega la unidad vehicular luego de la recolección, tanto de manera externa como interna de la cabina. Asimismo, se debe tomar nota del kilometraje recorrido y del nivel de combustible gastado.

Asimismo, en caso se realice la recolección y transporte de residuos sólidos con unidades no convencionales se debe tener en consideración lo siguiente:

- En caso se lleve a cabo con carretas jaladas por acémilas, se debe definir el horario de alimentación de estas, pudiendo ser antes después de la recolección.
- Se debe colocar una malla o manta sobre los residuos sólidos, de modo que no se dispersen ante la presencia de vientos.

- La recolección se lleva a cabo, generalmente, con solo con una (1) o dos (2) personas. En ambos casos el/la conductor/a de la unidad vehicular apoya en la recolección de los residuos sólidos.
- La unidad vehicular que se utilice debe transitar siempre por el lado derecho en dirección del sentido de la vía.
- Las unidades vehiculares menores (sean motorizadas o no) utilizadas para la recolección no deben transitar por vías rápidas.

Finalmente, en el marco de la implementación del Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva, desarrollados por la municipalidad, los residuos sólidos deben ser llevados a centros de acopio municipal y/o plantas de valorización.

Por otro lado, la ejecución de la operación de recolección de residuos sólidos puede realizarse con unidades vehiculares convencionales y no convencionales, siendo importante definir la capacidad de carga tanto en peso como en volumen.

I. UNIDADES VEHICULARES CONVENCIONALES

Las unidades vehiculares convencionales para la recolección de residuos sólidos son:

A. Camiones compactadores

Los camiones compactadores son el tipo más común de unidad vehicular para la recolección de residuos sólidos y su elección depende tanto de la capacidad de carga como de la capacidad de compactación.

Asimismo, se debe considerar la idoneidad de su utilización tomando en cuenta la adecuada transitabilidad en vías asfaltadas (al menos las principales). En caso las vías no sean asfaltadas no deben ser zonas con presencia de lluvias intensas, pues se podrían presentar atascos, deslizamientos o volcaduras.

Estas unidades vehiculares están disponibles generalmente en capacidades de 3.4 toneladas (7 m³ de capacidad) hasta 10 toneladas (20 m³ de capacidad), siendo los modelos más comerciales los de 15 m³ de capacidad. Junto con la capacidad del camión compactador se debe tener en cuenta la distancia entre ejes, especialmente si se tienen calles angostas con giros en ángulos obtusos.

Es útil pedir a las compañías proveedoras información sobre la distribución de cargas, la altura del centro de gravedad, el ángulo de ataque, así como la capacidad de torque del motor y las revoluciones a las que se alcanza el mayor torque¹⁸.

Se debe contar con especificaciones del tipo y espesor del acero con el que están hechas las partes de la caja de compactación, ya que es esta y las soldaduras de las planchas de metal las que soportan la presión de la compactación y las agresiones de los lixiviados que se forman por el manejo de los residuos sólidos. Adicionalmente, se debe contar con una bandeja para líquidos percolados y una frisa en buen estado para evitar derrames.

¹⁸ El torque es la fuerza con la que el motor del vehículo realiza las revoluciones, lo cual define la capacidad para mover el vehículo con o sin carga dentro de él.

Usualmente, los camiones compactadores en una operación de un turno deben estar encendidos permanentemente, por lo que el consumo de combustible no se mide en relación a los kilómetros recorridos, sino a cada turno y las veces que se debe llevar a cabo la compactación de los residuos sólidos.

Generalmente, el consumo es de entre seis (6) a siete (7) galones por turno. Si se reportan consumos mayores debe tenerse en cuenta la distancia hacia la planta de transferencia o infraestructura de disposición final, las condiciones de la superficie donde se transita y el mantenimiento de la unidad vehicular.

B. Camiones baranda y volquetes

Los camiones baranda y los volquetes solo trasladan residuos sólidos sin compactar; por ello, su capacidad de carga se mide principalmente en metros cúbicos.

Es importante conocer la capacidad de carga de la unidad vehicular y la densidad promedio de los residuos sólidos a recolectar¹⁹, ello con la finalidad de estimar la capacidad de carga en toneladas cuando no se cuenta con equipamiento que permita cuantificar los residuos sólidos recolectados.

En caso de que no se cuente con la densidad promedio de residuos sólidos a recolectar, se debe tener en cuenta que generalmente la densidad de los residuos sólidos en el proceso de recolección es de 200 a 250 Kg/m³, la cual por el proceso de asentamiento durante el transporte pasa a ser, aproximadamente, de 350 Kg/m³ siendo esta la densidad a utilizar.

Para poder efectuar la estimación de la capacidad de carga en toneladas se aplica la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l} \text{Capacidad de carga} = \text{Capacidad de carga} \times \text{densidad promedio} \\ \text{(toneladas)} \qquad \qquad \qquad \text{(m}^3\text{)} \qquad \qquad \qquad \text{(kg/m}^3\text{)} \end{array}$$

Para la elección de los camiones baranda se debe tener en cuenta lo siguiente:

- *Capacidad de carga* (en metros cúbicos o toneladas), la cual depende de las características de la zona de recolección. Por ejemplo, en vías anchas la capacidad de carga puede ser mayor (6 m³ o más), mientras que en zonas con pendientes pronunciadas (cerros) es más útil la de menor capacidad (menor a 6 m³) como minivolquete o camión baranda.
- *Consumo de combustible*, el cual depende de las condiciones locales (como características de la vía, condiciones climáticas u otras) y la distancia a la planta de transferencia o infraestructura de disposición final. Por ejemplo, en camiones baranda de capacidad de carga hasta 10 m³ es de 4 a 5.5 galones por turno en promedio.
- *Distancia entre ejes*, mientras menor sea su distancia mejor maniobrabilidad se tendrá en la zona de recolección; sin embargo, su capacidad de carga será menor.

¹⁹ La densidad promedio puede ser obtenida del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.

Adicionalmente, en caso se elija como alternativa el uso de volquetes se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- *Altura de la tolva*, mientras más alta sea, requiere de mayor esfuerzo para lanzar los residuos sólidos hacia la tolva de la unidad vehicular.
- *Combustible*, cuyo consumo es el óptimo siempre que la carga sea generalmente mayor a 12 toneladas.
- *Personal*, el uso de volquete requiere de mayor cantidad de operarios/as, dado que se debe acomodar la carga en la tolva a fin de evitar que se acumulen en la orilla; y, poder recolectar y transportar los residuos sólidos de forma más eficiente.
- *Malla*, se debe contar con una malla en la tolva que cubra los residuos sólidos y evite su dispersión.
- *Costos de operación y mantenimiento por tonelada al año*, suelen ser mayores ya que si bien requiere el mismo proceso de mantenimiento de un camión compactador, no puede recolectar ni transportar cantidades similares de residuos sólidos pues no realiza la compactación.
- *Uso de otros equipos*, como minicargador o cargador frontal a fin de recoger residuos sólidos acumulados en puntos críticos.

Si bien las unidades vehiculares presentadas en la Tabla 9 pueden ser empleadas para la recolección y transporte de residuos sólidos, se debe tener en cuenta que presentan desventajas debiendo procurarse evitar su uso:

Tabla 9. Desventajas por tipo de unidades vehiculares

| UNIDADES VEHICULARES | DESVENTAJA |
|---|---|
| Camiones baranda de doble carreta | No son de fácil maniobra. |
| Camiones de plataforma o con baranda baja | Generan que los residuos sólidos se dispersen con el viento o con el movimiento de la unidad vehicular durante el transporte. |
| Camiones madrina ²⁰ | No son útiles, ya que demandan un elevado consumo de combustible y generan obstrucciones al tránsito vehicular. Además, incrementan el riesgo de accidentes, dado que no están diseñados para su tránsito en zonas residenciales. |

C. Camiones para contenedores de gran capacidad y camiones similares

Los camiones para contenedores son unidades vehiculares especiales que procuran una recolección eficiente; sin embargo, esta depende mucho de la educación ambiental y sensibilización a los usuarios del servicio de limpieza pública, ya que es la población la que debe colocar los residuos sólidos en los contenedores.

²⁰ Vehículos utilizados para el transporte de los residuos sólidos desde el lugar de transferencia hacia la disposición final.

Su utilización da la posibilidad de contar con residuos sólidos compactados en el contenedor, reduce el desgaste de equipamiento (menores kilómetros recorridos), promueve hábitos de manejo adecuado de residuos sólidos en la población, permite ahorrar insumos (combustible, lubricantes y otros), puede utilizarse en más de una zona de recolección y no requiere infraestructura para la colocación del contenedor.

Entre los camiones para contenedores de gran capacidad se tienen aquellos con y sin tolva.

Los camiones para contenedores con tolva utilizan una pluma o ganchos para levantar a los contenedores con residuos sólidos y vaciarlos a su tolva propia para continuar con su manejo posterior. Asimismo, se debe asegurar que el sistema de ganchos o izaje de contenedores se encuentre siempre en buen estado. En caso se cuente con contenedores de descarga inferior (compuerta de descarga en el piso), se debe mantener vigilado su estado, ya que un mal funcionamiento podría hacer que los residuos caigan y ocasionen daños.

Por otro lado, los camiones para contenedores sin tolva se utilizan en lugares de baja generación de residuos sólidos, de modo que permiten que el contenedor permanezca durante un periodo en dicho punto hasta cubrir su capacidad. Posteriormente, se realiza el izaje y trasladado hacia la planta de transferencia o infraestructura de disposición final.

En este grupo de unidades vehiculares también se pueden incluir a los camiones de tolva pequeña o de baja altura, los cuales permiten colocar los residuos sólidos sin problemas; pero por su diseño hace que la capacidad de carga sea menor, lo cual se debe tomar en cuenta al momento de dimensionar la operación de recolección.

II. UNIDADES VEHICULARES NO CONVENCIONALES

Las unidades vehiculares no convencionales son triciclos (a pedal y motorizados), motofurgones, carretas jaladas por acémilas y botes. En tal sentido, se pueden dividir en motorizadas y no motorizadas:

A. Unidades vehiculares motorizadas

Las unidades vehiculares motorizadas comprenden a los triciclos y motofurgones, los cuales son útiles en vías estrechas y de difícil acceso. Asimismo, se pueden utilizar camiones eléctricos de tolva pequeña (no más de 2.5 m³) que por sus dimensiones pueden acceder a pasajes de difícil acceso, tienen mayor estabilidad y contribuyen a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Se debe tener en cuenta la capacidad de carga en volumen, así como la distribución de cargas en la unidad vehicular; ya que, en zonas empinadas puede volcarse.

B. Unidades vehiculares no motorizadas

Las unidades vehiculares no motorizadas comprenden por lo general a los triciclos a pedal y a las carretas jaladas por acémilas, principalmente usadas en zonas rurales. Ambas alternativas deben ser usadas solo cuando se demuestre que no es posible optar

por las demás alternativas de equipamiento, debido a la imposibilidad de cubrir los costos de operación y mantenimiento.

Estas unidades vehiculares no desarrollan velocidades por encima de los 15 km/h y sus ventajas se evidencian cuando se tiene un radio de acción reducido o zonas de recolección pequeñas (hasta 1000 viviendas); y, la infraestructura de disposición final de residuos sólidos se encuentra relativamente cerca²¹.

Se debe tener en cuenta que este tipo de unidades vehiculares generalmente se obtienen acondicionando una carreta o tolva a la unidad existente; por ello, sus dimensiones no deben alterar el equilibrio de la unidad vehicular ni dificultar su maniobrabilidad.

Por otro lado, la recolección de residuos sólidos se puede llevar a cabo a través de cuatro (4) formas:

i. RECOLECCIÓN PUERTA A PUERTA

La recolección puerta a puerta de residuos sólidos se lleva a cabo distribuyendo al personal operativo en una misma calle o cada calle de las zonas de recolección, en uno o dos frentes, todos recogiendo a la vez, para dar una percepción de operatividad y mostrar la participación de los/as usuarios/as. Asimismo, se puede acumular en las esquinas o a la mitad de la cuadra las bolsas con los residuos recolectados debiendo quedar libre un/a operario/a quien colocará los residuos en el camión recolector.

Cabe precisar que esta recolección usualmente se da para residuos sólidos valorizables, en aquellas zonas donde la unidad vehicular no puede acceder o cuando se hace uso de unidades no convencionales.

Asimismo, la recolección puerta a puerta permite conocer las fuentes de generación de residuos sólidos, no obstruye el tránsito vehicular y requiere de menor esfuerzo en promoción y comunicación pues es una atención directa con el/la usuario/a; siendo recomendable para aplicar en zonas con prácticas ambientales implementadas o en desarrollo. Sin embargo; presenta como desventajas el mayor consumo de combustible, mayor generación de gases de efecto invernadero, mayor desgaste del equipamiento al recorrer más kilómetros, e implica mayor tiempo para la recolección por zona.

ii. RECOLECCIÓN DE ESQUINA O PARADA FIJA

La recolección de esquina o parada fija es la metodología más común y consiste en recoger los residuos sólidos en las esquinas de las calles o paradas previamente establecidas; para ello, la unidad vehicular anuncia la llegada y los usuarios acuden a entregar sus residuos.

iii. RECOLECCIÓN DE ACERA

En la recolección de acera, los/las operarios/as toman los recipientes con residuos sólidos que se encuentran en la acera (orilla de la vía o en las canastillas), que han

²¹ OMS/OPS/CEPIS, Guía para el manejo de residuos sólidos en zonas rurales, Lima, 1997.

sido colocados por los/las usuarios/as del servicio, para después trasladarse hacia la unidad vehicular.

iv. RECOLECCIÓN CON CONTENERIZACIÓN

La recolección de residuos sólidos con contenerización (superficial o soterrada) es recomendada para espacios netamente urbanos que hayan desarrollado buenas prácticas de manejo de residuos sólidos, urbanizaciones que cuentan con espacio para la colocación de contenedores y en los que la descarga no interrumpa el tránsito vehicular.

Asimismo, permite ahorrar combustible, lubricantes y otros insumos, reduce el desgaste de equipamiento al recorrer menos kilómetros, realiza la recolección en menor tiempo ya que se centraliza en los puntos limpios o islas de contenerización; y, promueve y mantiene hábitos de manejo adecuado de residuos sólidos. Sin embargo, requiere asegurar condiciones de seguridad para el peatón durante la descarga de contenedores, implementar mayor vigilancia de la salud y seguridad ocupacional, usar eficientemente la capacidad de carga y rendimiento de la unidad vehicular; y, puede interrumpir el tránsito vehicular.

La recolección de residuos sólidos con contenerización debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Realizar la contenerización de acuerdo a la programación de la recolección de los puntos limpios y en las islas de contenerización. Se debe tener en cuenta que la programación de la recolección dependerá del tipo de residuos sólidos a recolectar (Por ejemplo: los contenedores para plástico suelen llenarse antes que para los de vidrio).
- Alinear y detener la unidad vehicular de recolección al lado de la isla de contenerización, teniendo las luces intermitentes encendidas.
- Delimitar el paso de peatones, con conos con cinta reflectiva de seguridad.
- Si la contenerización es soterrada, se debe operar el sistema de izaje, cuidando que los peatones no se acerquen a la zona en la que se esté llevando a cabo la operación.
- Si la contenerización es superficial y cuenta con sistema de izaje y descarga en altura, se debe delimitar tanto el área de la isla de contenerización como el área alrededor de la unidad vehicular para recolección hasta un (1) metro; y, hasta un (1) metro a los lados de la pluma de izaje cuando esta lleve a cabo el levantamiento de los contenedores.
- Una vez realizada la recolección, se debe retirar los conos de seguridad con cinta reflectiva y continuar con el siguiente punto limpio o isla de contenerización.

ETAPA 3. Mantenimiento

El equipamiento y las herramientas utilizadas en la recolección y transporte de residuos sólidos requieren contar con un mantenimiento oportuno en los periodos y condiciones que establece el fabricante. Dicho mantenimiento debe ser debidamente programado por la municipalidad a fin de tomar las medidas preventivas que no afecten la prestación del servicio.

En caso se adquieran nuevas unidades vehiculares para la recolección y transporte de residuos sólidos, su mantenimiento, generalmente, debe ser desarrollado por la casa comercializadora conforme a lo indicado en el manual de operaciones de la referida unidad vehicular.

Cuando el servicio de limpieza pública cuente con más de cinco (5) unidades vehiculares tanto para recolección como para distribución de personal se requiere contar con maestranza o espacio destinado al mantenimiento de las unidades vehiculares; cuyos ambientes deben incluir, mínimamente, vestuario, servicios higiénicos y almacén para herramientas, los cuales deben estar distribuidos en función de la cantidad de unidades vehiculares, personal y las actividades a realizar, considerando el radio de giro de los vehículos, área de estacionamiento, taller mecánico, llantería, área de lavado de vehículos y oficina administrativa.

Asimismo, el espacio asignado para maestranza puede ser de uso exclusivo para el servicio de limpieza pública o puede ser compartido con las otras áreas operativas de la municipalidad.

Los equipos para el mantenimiento son mínimamente los siguientes: equipo de soldadura autógena, compresora de aire, llantería (hidro-lavadora, prensa, desmontadora de neumáticos, gata hidráulica de 12 toneladas, entre otros) y rampa de huella para unidades vehiculares. Asimismo, se debe considerar contar con una unidad vehicular para auxilio mecánico, así como unidades de retén dependiendo del tamaño de la flota.

Por otro lado, se debe asegurar la provisión de insumos, tales como: llantas, hidrolina, aceite de freno, lubricantes, repuestos, entre otros; los cuales deberán ser adquiridos con la debida antelación teniendo en consideración los plazos y procedimientos establecidos en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones, y su Reglamento.

5.4 TRANSFERENCIA

La transferencia de residuos sólidos municipales es el proceso mediante el cual se descargan los residuos sólidos de una unidad vehicular de menor capacidad a otra con mayor capacidad para continuar con el proceso de transporte hacia la disposición final, siempre que la distancia a la misma sea superior a 15 o a 20 km y el tiempo para un viaje de "ida-vuelta" sea superior a una (1) hora y 10 minutos.

Cabe precisar que, bajo ninguna circunstancia se debe permitir el almacenamiento temporal de residuos sólidos en la unidad vehicular de mayor capacidad por más de doce (12) horas desde que fueron recibidos; asimismo, está prohibido realizar el trasbordo de residuos sólidos en espacios diferentes a las plantas de transferencia²².

²² Artículo 39 del Reglamento de la LGIRS.

Las operaciones de transferencia llegan a ser necesarias cuando la distancia hacia la infraestructura de disposición final es tal que no es factible el transporte directo por los costos, personal, equipamiento y el tiempo que representa.

La transferencia de residuos sólidos municipales debe ser desarrollada por las municipalidades o por las EO-RS, en infraestructuras que cumplan con las condiciones establecidas en el numeral 98.3 del artículo 98 del Reglamento de la LGIRS, relacionadas a:

- Garantizar la accesibilidad a la infraestructura de residuos sólidos.
- Sistema de seguridad contra incendios, dispositivos de seguridad operativos y equipos e indumentaria de protección para el personal de acuerdo con la naturaleza y características de los residuos sólidos.
- Exclusividad para la realización de las actividades operativas de la infraestructura, quedando excluido para fines de vivienda, crianza de animales y la quema de residuos sólidos.
- Instalaciones sanitarias y vestuarios.
- Señalización en las zonas de tránsito y áreas de seguridad, según corresponda.
- Cerco perimétrico de material noble en todo el perímetro de la infraestructura.
- Suministro de agua para realizar actividades de lavado e higienización, alcantarillado y suministro de energía eléctrica.
- Registro de la cantidad de residuos sólidos manejados.

Asimismo, cumplir con lo señalado en el artículo 107 del Reglamento de la LGIRS:

- No deben ubicarse en áreas de zonificación residencial, comercial o recreacional.
- Disponer de vías de fácil acceso para unidades vehiculares para recolección
- No obstaculizar el tránsito vehicular o peatonal.
- Contar con un sistema de carga y descarga de residuos sólidos.
- Tener un sistema de pesaje de los residuos sólidos acorde a las necesidades de la planta de transferencia.
- Disponer de un sistema alternativo para la operación en caso de fallas o emergencias.
- Contar con paredes y pisos impermeables en zonas de carga y descarga de residuos sólidos.
- Disponer de un sistema de lavado, limpieza y fumigación.
- Contar con canales para la evacuación de aguas de lluvia.

Por otro lado, las principales ventajas que presenta un sistema de transferencia se describen a continuación:

- Disminución de los costos globales de transporte y de horas improductivas de mano de obra empleada en la recolección.
- Reducción del tiempo improductivo de los vehículos de recolección en su recorrido al sitio de disposición final.
- Aumento de la vida útil y disminución en los costos de mantenimiento de los vehículos de recolección.
- Incremento en la eficiencia del servicio de recolección, por medio de una cobertura más homogénea y balanceada en las rutas de recolección.
- Mayor regularidad en el servicio de recolección, debido a la disminución de desperfectos de ejes, muelles, suspensiones y llantas al transitar hasta el sitio de disposición final.
- Reducción de emisiones al emplear menor número de vehículos para el transporte de residuos sólidos.

Finalmente, en el Anexo 7 se presenta la hoja técnica del proceso de transferencia de residuos sólidos.

TIPOS DE SISTEMAS PARA PLANTAS DE TRANSFERENCIA

Se pueden diferenciar dos (2) tipos de sistemas para plantas de transferencia según la tecnología de descarga de residuos sólidos: descarga directa e indirecta. Asimismo, se pueden tener plantas de transferencia combinadas, es decir que incluyen ambos sistemas y puede incluir mecanismos de compactación o sin ella.

En el caso de plantas de transferencia que incluyen el mecanismo de compactación, los residuos sólidos procedentes de las unidades para recolección se descargan en una tolva de 30 a 50 m³ de capacidad, que cuenta con un sistema de compactación estático que realiza la reducción del volumen de los residuos sólidos; para luego, pasar por un sistema de carga, en el cual se van llenando los residuos compactados a la tolva de las unidades para transferencia que transportan los residuos sólidos a la infraestructura de disposición final.

A continuación, se describen los tipos de sistemas para plantas de transferencia según la tecnología de descarga de residuos sólidos:

PLANTA DE TRANSFERENCIA DE DESCARGA DIRECTA

El sistema de transferencia de descarga directa consiste en el transbordo de los residuos sólidos de las unidades vehiculares de recolección, mediante vaciado por gravedad, a una unidad vehicular descubierta con una capacidad que varía de 20 a 25 toneladas.

Las plantas de transferencia de descarga directa son construidas preferentemente debido a su simplicidad y bajo costo de inversión. Asimismo, como parte de su diseño, se debe contar con talleres, oficinas, jardines, patio de maniobras, accesos y salidas de unidades vehiculares para recolección y transferencia, líneas de servicio, estacionamiento, caseta de control, área de despunte para unidades de transferencia y patio de descarga techado; además, se debe contar

con básculas, aspersores de agua (para el control de polvos en las tolvas) y sistemas de ventilación mecánica.

Asimismo, en este tipo de plantas las unidades de recolección son registradas y pesadas, para luego dirigirse a las rampas de acceso del patio de maniobras. En dichas rampas se ubican las líneas de servicio, las cuales facilitan la descarga de residuos hacia la tolva de las unidades de transferencia. Paralelamente, las unidades de transferencia se colocan en el patio de carga donde se llenan realizándose el despunte y colocándose la lona que cubre los residuos sólidos para que no se dispersen durante el transporte a la infraestructura de disposición final.

Estas plantas de transferencia se caracterizan por no almacenar los residuos sólidos, lo que exige que siempre haya una unidad vehicular para la transferencia en condiciones de recibir los residuos; por lo que, si la unidad vehicular de recolección llega a la estación y no hay una unidad para la transferencia, se debe esperar hasta la llegada de una unidad vehicular vacía.

La falta de equipamiento (tractor, cargador, retroexcavadora, entre otros que se requieran para facilitar sus actividades), puede provocar filas de unidades de recolección en la estación durante las horas "pico"; así como, una mayor demanda de unidades de transferencia.

PLANTA DE TRANSFERENCIA DE DESCARGA INDIRECTA

En las plantas de transferencia de descarga indirecta el transbordo de residuos sólidos de las unidades vehiculares para recolección se realiza en una fosa de almacenamiento o sobre una plataforma, de donde posteriormente los residuos son cargados en las unidades vehiculares de transferencia con el uso de equipos auxiliares. En este tipo de sistema las unidades para recolección nunca tienen que esperar para descargar los residuos sólidos transportados.

Las unidades para recolección son registradas y pesadas en básculas computarizadas; y, posteriormente, se dirigen a la plataforma para descargar los residuos sólidos a la fosa. Una vez realizada la descarga regresan a la báscula donde son pesadas nuevamente, obteniéndose la cantidad total de residuos sólidos transferidos.

En la fosa los residuos sólidos son removidos a las cajas de transferencia mediante el uso de grúas de almeja, cargadores frontales o tractores de hoja topadora. Posteriormente, las cajas de transferencia son movidas por un montacargas a la zona de despunte y son enganchadas a las unidades vehiculares, para su transporte a la infraestructura de disposición final.

En cuanto al diseño, estas plantas están provistas de una fosa principal que cuenta con 20 líneas de descarga simultánea, vías de seguridad en el borde de la fosa, rampas de acceso y salida para las unidades de recolección, patio de maniobras, área de despunte de las cajas de transferencia, estacionamiento y patio de descarga techado. Asimismo, debe contar con talleres, oficinas, jardines, caseta de control, aspersores de agua para el control de polvos en la fosa, sistema de ventilación mecánica y básculas.

Adicionalmente, este tipo de planta puede contar con áreas destinadas al acopio de residuos sólidos valorizables (tales como: vidrio, metales, papel, cartón y plástico), para lo cual cuentan con contenedores diferenciados

INSTALACIONES DE LA PLANTA DE TRANSFERENCIA

La planta de transferencia de residuos sólidos debe contar con un área de maniobra y descarga, cuyas dimensiones deben ser determinadas teniendo en cuenta el radio de giro de los camiones de recolección y las maniobras necesarias para que los vehículos se coloquen en posición de descarga. Asimismo, se debe tener en cuenta el número de camiones que deben descargar simultáneamente en los vehículos de transferencia o en los silos de acumulación. La descarga simultánea se determina por las horas pico de llegada de los vehículos recolectores.

Entre las instalaciones principales de la planta de transferencia tenemos:

I. PATIO DE MANIOBRAS

Es el sitio que utilizan las unidades vehiculares para recolección para realizar sus maniobras de acomodo antes de arrojar los residuos sólidos a la tolva de transferencia a través de los embudos.

Un punto importante en el patio de maniobras es el diseño del acceso y salida, con la finalidad de evitar que los vehículos de recolección realicen movimientos innecesarios.

Su dimensión está en función del número de líneas de servicio y su distribución dentro de la planta de transferencia. A continuación, se muestra la relación entre la superficie mínima requerida y el número de embudos o líneas de servicio:

Tabla 10. Relación de la superficie mínima del patio y la línea de servicio

| LÍNEA DE SERVICIO N° DE EMBUDOS | PATIO SERVICIO (SUPERFICIE MÍNIMA PROPUESTA m ²) |
|------------------------------------|---|
| 1 | 85 |
| 2 | 170 |
| 3 | 255 |
| 4 | 350 |

Fuente: Proyecto de una Planta de Transferencia para la Ciudad de Cuenca, Ecuador, CEPIS, OPS, Lima 2003.

II. LÍNEAS DE SERVICIO

Las líneas de servicio son los carriles de flujo secuencial que facilitan el vertimiento de residuos sólidos, a través de embudos (hasta cuatro 4) que descargan a la tolva de transferencia.

III. ZONA DE CARGA

Es el lugar donde se coloca la tolva de transferencia para recibir los residuos sólidos desde las unidades vehiculares para recolección, siendo que sus dimensiones dependen de la cantidad de líneas de servicio.

Adicionalmente, la planta de transferencia debe contar con las siguientes instalaciones complementarias para asegurar su funcionamiento:

- Oficinas: Es el lugar destinado para el personal que opera la planta de transferencia y donde se realizarán labores de organización y administración.

- Techo: Instalación que sirve como medida de mitigación para evitar la dispersión de polvos y partículas hacia los alrededores, así como un aislante acústico que evite la propagación de ruido. Asimismo, en la temporada de lluvias, evita que se generen lixiviados y se incremente el peso de los residuos sólidos.
- Cerco perimétrico: Su función es delimitar el perímetro de la planta de transferencia, dando un aspecto exterior estético y agradable.
- Báscula: Registra el peso y tara de las diferentes unidades vehiculares para la recolección y transferencia que ingresan o salen de la planta. El tipo de báscula a emplear es el de plataforma, en la cual se coloca la unidad vehicular y por medio de dispositivos electrónicos los datos de la lectura llegan a una computadora almacenándose en la memoria. Asimismo, la báscula necesita de una pequeña caseta donde se instala la computadora junto con otros implementos.
- Estacionamientos: Son los sitios destinados para las unidades vehiculares al servicio de la planta de transferencia, tales como las unidades para recolección, transferencia de residuos sólidos para el personal que labora en la estación y los visitantes. Se deben destinar áreas exclusivas para cada tipo de unidad vehicular con la finalidad de no utilizar los patios de maniobras o vías de tránsito vehicular, lo cual entorpecería el buen funcionamiento de la planta.
- Caseta de control y vigilancia: Su función es llevar el registro y pesaje de las unidades vehiculares que ingresan y salen de la planta de transferencia, así como el de vigilancia, evitando la entrada de personal y unidades no autorizados.
- Carril de encolamiento: Ubicado justo antes de las rampas de acceso al patio de descarga o al túnel de transferencia; donde las unidades vehiculares para recolección y transferencia se estacionan temporalmente esperando su turno, ya sea para ingresar al patio de descarga o al túnel de transferencia, según sea el caso.
- Rampas: Las rampas de acceso y salida de la planta de transferencia deben contar con pendientes inferiores al 8% (valor máximo). La pendiente ideal permitiría que por cada 10 metros que se avance, la superficie de rodamiento se eleve o profundice un metro; por lo que no es conveniente emplear pendientes mayores, debido a que habrá mayor desgaste en las unidades vehiculares.

El ancho de las rampas de acceso y salida debe ser de 3.5 a 4 metros; siendo conveniente que las rampas cuenten con dos (2) carriles con el fin de evitar detenciones en el proceso por el desperfecto de alguna unidad vehicular.

- Talleres: Es un área que cuenta con el equipo e instalaciones necesarias para realizar reparaciones menores (vulcanizado, cambio de aceite, reparaciones eléctricas, lavado y engrasado, fosa y rampa, reparaciones menores en caja y maquinaria) y mantenimiento rutinario de las unidades vehiculares para transferencia de residuos sólidos. Asimismo, dentro de estas instalaciones se ubica el área de mantenimiento y conservación, donde se realiza las reparaciones menores en carpintería, herrería e instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.
- Servicios higiénicos.
- Zona de despunte.

SELECCIÓN DE UNIDADES VEHICULARES PARA LA TRANSFERENCIA

Las unidades vehiculares para transferencia, generalmente, transportan una carga útil aproximada de 20-25 toneladas de residuos sólidos, y reciben un promedio de cinco (5) a seis (6) unidades vehiculares para recolección.

La selección de estas unidades vehiculares depende de la capacidad de la planta de transferencia; y, la determinación del número de unidades está en función de la capacidad de cada unidad vehicular, el tiempo que tarda un ciclo de transferencia y la estimación del flujo máximo de unidades que esperan la descarga.

Las unidades vehiculares para transferencia se pueden clasificar en:

a. CAMIONES DE CARROCERÍA ABIERTA

Estos camiones reciben la carga por arriba y la descargan a través de diferentes métodos, siendo el más utilizado el de tolva abatida por sistema hidráulico. Asimismo, los camiones de carrocería abierta pueden ser de diversos tamaños, siendo los más utilizados los de tipo tráiler (comúnmente denominado semi-remolque) con cajas de hasta 75m³ y capacidad de transporte de 32 toneladas de residuos sólidos.

Estas unidades deben ser cubiertas por una malla a fin de impedir la dispersión de residuos sólidos durante el transporte. Para ello, hay unidades que cuentan con un sistema hidráulico para colocar una malla tejida de metal; sin embargo, en algunos casos la malla se puede colocar manualmente. Cabe precisar que, no debe usarse una malla de tela o de material aligerado, ya que generalmente forma bolsas con el viento durante el transporte o se desprende de la tolva.

La desventaja de este tipo de carrocerías es que no cuentan con un sistema de compactación de residuos sólidos, lo cual hace que no se aproveche toda la capacidad de carga de la unidad vehicular por más que se llene la tolva.

b. CAMIONES DE CARROCERÍA CERRADA

Generalmente, estos camiones son del tipo tráiler acoplado con capacidad máxima de 50m³ y son utilizados en plantas dotadas con equipos compactadores que colocan los residuos sólidos por la puerta trasera de la unidad vehicular, transportando hasta 30 toneladas de residuos compactados.

Las carrocerías cerradas cuentan con un sistema de compactación, el cual se acciona cada vez que termina de descargar una unidad vehicular para recolección. Asimismo, el sistema de descarga se caracteriza por expulsar los residuos sólidos usando la misma placa de compactación.

Si bien el tiempo de llenado es mayor que de una carrocería abierta, tiene como ventaja que su tolva puede cargar mayor peso que el de una tolva abierta.

Dado que, el transporte de los residuos sólidos compactados puede generar lixiviados, estas unidades vehiculares cuentan en las tolvas con una bandeja que evita derrames.

CONSIDERACIÓN

Los camiones tipo "roll on, roll off" es un sistema que puede ser abierto o cerrado y están compuestos por el tracto y contenedor. El tracto está diseñado para cargar al contenedor y para colocarlo en el suelo de manera que el contenedor no sufra daños. Si bien es cierto, este sistema hace más lento el proceso de carga y descarga, es más versátil ya que un solo camión tracto puede utilizar más de un contenedor, siempre que esté diseñado para este o sea compatible.

Tabla 11. Ventajas y desventajas de las unidades vehiculares para transferencia

| TIPO DE UNIDAD | VENTAJAS | DESVENTAJA |
|---------------------------------|---|---|
| Camiones de carrocería abierta. | <ul style="list-style-type: none">- Simplicidad de su construcción y manutención.- Mayor relación carga-hora.- Menor costo de inversión para la misma capacidad de carga. | <ul style="list-style-type: none">- Posibilidad de esparcimiento de los residuos sólidos en la calle si la cubierta no tiene un buen mantenimiento o no es bien colocada.- Descarga lenta. |
| Camiones de carrocería cerrada. | <ul style="list-style-type: none">- Mejor garantía en el transporte de residuos sólidos.- Descarga rápida. | <ul style="list-style-type: none">- Costos de inversión y mantenimiento altos. |

Fuente: Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales, Secretaría de Desarrollo Social, SEDESOL, México.

PROCEDIMIENTO PARA LA TRANSFERENCIA

El procedimiento para el desarrollo de la transferencia involucra dos (2) etapas:



ETAPA 1. Ejecución

La ejecución del proceso de transferencia de residuos sólidos contempla cinco (5) pasos:

i. RECEPCIÓN DE LA UNIDAD VEHICULAR PARA TRANSFERENCIA

- La unidad vehicular para transferencia ingresa pasando por la caseta de control o vigilancia, donde se realiza su registro, hora de llegada y condiciones en las que se encuentra.

Si la unidad vehicular se dirige al taller de la planta de transferencia, el/la conductor/a debe indicarlo al responsable de verificación para generar el registro de inicio de mantenimiento.

- El/la conductor/a coloca la unidad en la línea de servicio, de modo que se asegure el vaciado de los residuos sólidos desde los embudos.

ii. RECEPCIÓN DE LA UNIDAD VEHICULAR PARA RECOLECCIÓN

- Las unidades vehiculares permitidas para hacer la transferencia son aquellas con sistema de compactación y eyección de residuos o por lo menos con sistema de abatimiento de tolva. En tal sentido, no se deben utilizar camiones baranda o unidades vehiculares cuya evacuación de residuos sólidos sea manual.
- La unidad vehicular para recolección al ingresar a la planta de transferencia debe reportarse en la caseta o garita de control, indicando los siguientes datos: código y placa del vehículo y nombre de el/la conductor/a, empresa operadora o municipalidad a la que pertenece la unidad.
- Posteriormente, la unidad vehicular se dirigirá a la báscula, donde se realiza el pesaje de la unidad “cargada” con residuos sólidos.
- Terminado el pesaje, la unidad vehicular se dirige a la línea de servicio indicada por el responsable de las operaciones para descargar los residuos sólidos.

iii. TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS

- El responsable de las operaciones debe verificar la correcta alineación entre la unidad vehicular para recolección, el embudo de transferencia y la tolva de la unidad vehicular para transferencia; de modo que no se generen derrames de residuos sólidos.
- Una vez que lo indique el responsable, el/la conductor/a de la unidad para recolección opera el sistema de eyección de residuos sólidos. Sumado a ello, se debe activar los aspersores que se encuentran en esa área, a fin de que el material articulado que se encuentre en los residuos a transferir no se disperse.
- Cuando se hayan vaciado los residuos sólidos en el embudo, el/la conductor/a de la unidad para recolección debe cerrar la cuchara y asegurarla.
- Luego de haberse retirado la unidad vehicular, se debe limpiar e higienizar la línea de servicio, a fin que los residuos sólidos y lixiviados no deterioren la superficie y/o componentes del patio de maniobra, la frecuencia de esta acción estará determinada en función de la precisión del vertimiento de los residuos.

iv. EVACUACIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS

- La evacuación de residuos sólidos se lleva a cabo en la unidad vehicular para transferencia hacia la infraestructura de disposición final de residuos sólidos.

- Luego de culminada la transferencia, en el caso de una planta sin compactación, se debe cubrir la tolva de la unidad vehicular con una malla que será anclada en los ganchos de la tolva, a esta acción se denomina “despuente”.
- La unidad vehicular para transferencia debe colocarse en la báscula para su pesaje y registro respectivo; emitiéndose la boleta de pesaje, la cual se muestra al ingreso a la infraestructura de disposición final.

Asimismo, en la caseta o garita de control y vigilancia, se toma la siguiente información: nombre de el/la conductor/a, hora de salida de la unidad, relleno sanitario al que debe dirigirse.

- Una vez realizada la disposición, las unidades vehiculares para recolección deben dirigirse al área de higienización donde son lavadas antes de abandonar la planta de transferencia. Esta medida debe ser implementada debido a que las unidades están contaminadas y no están en condiciones de iniciar una nueva ruta.

v. SALIDA DEL VEHÍCULO DE RECOLECCIÓN

Una vez culminada la transferencia, la unidad vehicular para recolección deberá dirigirse a la báscula de pesaje para registrar su peso (unidad vacía) y se emite la boleta de pesaje. Asimismo, en la caseta de control se toma el registro de los datos de la unidad vehicular y hora de salida.

Los/Las ayudantes u operarios/as de recolección abordan la unidad vehicular para recolección luego del pesaje.

Asimismo, para esta etapa se deben tener en cuenta las siguientes prohibiciones u obligaciones:

- Todos los/as operarios/as que laboran e ingresan a las instalaciones de la planta de transferencia, deben de contar con sus respectivos equipos de protección personal.
- No se deben consumir alimentos en los espacios diseñados para el proceso de transferencia, esto incluye a las casetas o garitas de control o de pesaje, almacenes, entre otros.
- La asistencia a las charlas de seguridad y medio ambiente debe ser obligatoria y la gerencia o el/la responsable de operaciones debe establecer medidas para asegurar la asistencia del personal.
- Los trabajos considerados “de riesgo” (tales como la limpieza de vehículos de recolección, lavado de embudos, entre otros) requieren que el/la operario/a haya seguido una charla de seguridad y realizado el IPERC de la actividad que va a desarrollar²³.
- Durante el transporte de los residuos sólidos, se debe seguir la ruta establecida hacia la infraestructura de disposición final.

²³ En concordancia con el Decreto Supremo N° 005-2012-TR

- El/La conductor/a no debe detener la unidad vehicular para realizar labores que no estén relacionadas con el transporte de los residuos sólidos hacia la infraestructura de disposición final.
- No está permitido llevar a personas ajenas al servicio, debiendo la unidad vehicular para transferencia ser utilizada solo para dicho proceso u otros identificados o definidos por el responsable de la planta de transferencia.
- Está terminantemente prohibido el reciclaje de cualquier tipo en las instalaciones.

ETAPA 2. Mantenimiento

Las acciones de mantenimiento que se realicen en la planta de transferencia deben estar comprendidas en un plan de mantenimiento, el cual contendrá la descripción de las labores a realizar para el mantenimiento tanto de la planta como de los equipos y herramientas; así como, la descripción y cantidades de materiales e insumos a utilizar.

El referido plan debe priorizar el mantenimiento en el área o patio de maniobras y descarga que forma parte de la estación de servicio, por estar estrechamente relacionada a la actividad principal, especialmente en los siguientes aspectos:

- La superficie de rodadura del patio de maniobras.
- Las mangas o jebes a la entrada y/o salida del embudo.
- Embudo.
- Sistema de aspersión “aspersores” de control de material particulado.
- Canaletas con rejillas que sirven de sumideros para la captura de las aguas con lixiviados, así como los ductos que transportan los lixiviados a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) u otro mecanismo establecido.
- Señalética y/o semaforización.

Se debe tener presente que el mantenimiento de los mismos debe ser preventivo, para lo cual se deberá tener en cuenta el material y/o componente de los mismos, las especificaciones que recomienda el fabricante y el desgaste por el transcurso del tiempo o por causa natural de las cosas, caso fortuito o fuerza mayor.

En caso se cuente con equipamiento que facilita la transferencia y/o acondicionamiento de los residuos, tal como sistema de compactación, se debe contar con los materiales, respuestas, insumos, así como el personal especializado para realizar un mantenimiento preventivo oportuno que establece el fabricante o mantenimiento correctivo, según corresponda; los cuales deben ser requeridos con antelación, o contar con un stock en el almacén, teniendo en consideración los plazos y procedimientos establecidos en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado, aprobado por Decreto Supremo N° 082-2019-EF.

Sumado a ello, los equipamientos complementarios que deben recibir mantenimiento en una planta de transferencia son los siguientes: aspersores de agua para el lavado en las tolvas,

sistemas de ventilación mecánica, equipo de hidro-lavado, monta-carga, cargador frontal, entre otros que se requieran, para el desarrollo de las actividades en la infraestructura.

5.5 VALORIZACIÓN

La valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Esta incluye las actividades de reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética, entre otras.

El proceso de valorización de residuos sólidos tiene como objetivo que uno o varios materiales que los componen, sean reaprovechados y sirvan a una finalidad útil al sustituir otros materiales o recursos en los procesos productivos; pudiendo ser valorización material o energética²⁴.

Las municipalidades pueden implementar plantas de valorización material o energética de residuos sólidos municipales, en infraestructuras que cumplan con las características establecidas en la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.²⁵

Finalmente, en el Anexo 8 se presenta la hoja técnica del proceso de valorización de residuos sólidos.

FORMAS DE VALORIZACIÓN

A continuación, se describen las formas de valorización de residuos sólidos:

VALORIZACIÓN MATERIAL

La valorización material está constituida para aquellas operaciones de: reutilización, reciclaje, compostaje, recuperación de aceites, bio-conversión, entre otras.

I. REUTILIZACIÓN

La reutilización consiste en darle un nuevo empleo a un bien que ha cumplido con su función primaria, lo cual en muchas ocasiones requiere un rediseño o acondicionamiento.

II. RECICLAJE

El reciclaje consiste en obtener una nueva materia prima o producto, mediante un proceso fisicoquímico o mecánico, a partir de residuos sólidos. De esta forma, se propone alargar el ciclo de vida de un producto, ahorrando materiales provenientes de los recursos naturales y beneficiando al medio ambiente al generar menos residuos.

COMPOSTAJE

Es un proceso controlado de transformación física, química y microbiológica de la materia orgánica en condiciones aerobias y termofílicas, que genera un producto rico en sustancias húmicas, estable, maduro, por lo general de color marrón oscuro, sin olores desagradables, denominado compost. El proceso debe ser letal para organismos patógenos, parásitos y elementos germinativos como esporas y semillas, a efectos de evitar la generación de riesgos sanitarios y ambientales.

²⁴ Artículo 47 del Reglamento de la LGIRS.

²⁵ Artículo 37 del Reglamento de la LGIRS.

Cabe precisar que, mayores detalles relacionados a la implementación de esta forma de valorización material, se encuentran en el “Guía para el diseño, construcción y operación, mantenimiento y cierre de plantas de valorización manual de residuos sólidos orgánicos municipales”.

III. RECUPERACIÓN DE ACEITES

En la recuperación de aceites pueden considerarse dos (2) metodologías:

- Re-refinado o regeneración, que tienen como objetivo la obtención de aceites de base para ser utilizados en la producción de nuevos aceites; asimismo, otros productos secundarios resultantes se destinan a otras aplicaciones.
- Reprocesado (minimización en origen), se puede dar en el caso de aceites industriales utilizados en sistemas hidráulicos, sometiendo al aceite a un proceso de limpieza que prolonga el ciclo de vida del aceite en cuestión.

IV. BIOCONVERSIÓN

Es la conversión de una sustancia química en otra usando organismos vivos, en lugar de enzimas aisladas o procesos químicos. Por ejemplo, la bioconversión de residuos lignocelulósicos para el cultivo de hongos comestibles, en la cual los residuos y derivados pueden recuperarse y convertirse en productos de alto valor agregado, si se utilizan para la producción de alimentos.

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

Constituyen operaciones de valorización energética, aquellas destinadas a emplear residuos con la finalidad de aprovechar su potencial energético, tales como coprocesamiento, coincineración, generación de energía en base a procesos de biodegradación, biochar, entre otros.

I. COPROCESAMIENTO

El coprocesamiento es el proceso mediante el cual se logra la conversión de los residuos sólidos en un material con características tales, que pueda considerarse un combustible o materia prima alternativa para un proceso industrial específico, no generándose algún tipo de residuos que deban ser tratados posteriormente, por lo que se reduce el consumo de combustibles fósiles no renovables.

II. COINCINERACIÓN

La coincineración consiste en la generación de energía o la fabricación de productos materiales y que, o bien utilice residuos sólidos como combustible habitual o complementario (aceites usados, fangos industriales o disolventes, neumáticos entre otros), o bien los residuos reciban en ella tratamiento térmico para su eliminación mediante la incineración por oxidación de los residuos; así como, por otros procesos de tratamiento térmico, si las sustancias resultantes del tratamiento se incineran, tales como pirólisis, gasificación y proceso de plasma.

III. BIOMETANIZACIÓN

La biometanización es un proceso bioquímico en el que los microorganismos anaeróbicos, principalmente metanogénicos degradan la materia orgánica mediante un proceso mayoritariamente reductivo (en escasa presencia de oxígeno), generando biogás, el cual es una mezcla de metano, dióxido de carbono y otros gases minoritarios. Puede ser utilizado como combustible puesto que, si bien su composición depende de la materia orgánica digerida, la riqueza en metano suele estar en un porcentaje superior al 50%.

La ventaja principal que presenta es que se trata de una tecnología que no solo no consume energía, sino que la produce, tratándose de una energía renovable que contribuye a la disminución de la producción de gases con efecto invernadero.

IV. BIOCHAR

El biochar es el producto de la descomposición térmica de materiales orgánicos (biomasa) con escaso o limitado suministro de oxígeno (pirólisis), a temperaturas relativamente bajas (inferiores a los 700 °C) y que es destinado para el uso en agricultura, lo que hace que sea diferente al carbón usado como combustible y al carbón activado²⁶.

Los residuos empleados para elaborar biochar son muy variados; sin embargo, no todos los residuos o subproductos son materias primas apropiadas para producirlo. Una de las características que deben ser prioritarias para su selección es que los materiales no deben competir con otros usos, principalmente si estos generan productos de mayor valor económico que el biochar. Entre los materiales más citados se tienen a los residuos de cosecha, plantas secas, biomasa de árboles, desechos de papel, de arroz; los residuos de aceituna, desperdicios orgánicos de domiciliarios y no domiciliarios.

ACTIVIDADES DE ACONDICIONAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

El acondicionamiento es toda aquella actividad que permita dar cierta condición o calidad a los residuos sólidos para un manejo adecuado. Las actividades de acondicionamiento de residuos sólidos que se pueden realizar en centros de acopio y/o plantas de valorización o en las instalaciones del generador no municipal, pueden ser las siguientes:

- Segregación: Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial.
- Almacenamiento: Actividad en la cual los residuos sólidos generados son dispuestos en recipientes para su almacenamiento temporal.
- Limpieza: Actividad orientada a eliminar las impurezas (tales como residuos orgánicos, tierra, polvo) que se encuentre impregnadas en los materiales recuperados.
- Trituración o molido: Reducción de volumen de residuos mediante la trituración o molido mecanizado de un tipo de residuos en particular.

²⁶ Escalante et al. Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. Terra Latinoamericana. Volumen 34. Número 3, 2016. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00367.pdf>

- Compactación física: Reducción del volumen de un determinado residuo sólidos, esta reducción se realiza con un compactador mecánico o hidráulico.
- Empaque o embalaje: Preparación de los residuos para su traslado o recojo.
- Otros que la autoridad ambiental disponga.

INFRAESTRUCTURAS PARA VALORIZACIÓN

A continuación, se describen las infraestructuras de residuos sólidos donde se realizan actividades de valorización:

CENTROS DE ACOPIO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Es una infraestructura destinada a recepcionar, separar, procesar y almacenar residuos sólidos no peligrosos de forma eficiente y segura. La mayor parte de los residuos sólidos provienen de la recolección selectiva municipal, aunque también se reciben aquellos que son parte de la responsabilidad extendida del productor.

En los centros de acopio de residuos municipales se pueden realizar actividades de acondicionamiento, tales como: segregación, almacenamiento, limpieza, compactación física, picado, triturado, empaque y/o embalaje de residuos sólidos inorgánicos no peligrosos.

Las condiciones mínimas para implementar los centros de acopio de residuos municipales son las siguientes:

- No deben ubicarse en áreas de zonificación residencial.

CONSIDERACIÓN

La localización de los centros de acopio debe permitir acomodar las instalaciones para el procesamiento, área de depósito y los accesos y circulaciones, sin entrar en conflicto con las actividades de los predios vecinos.

- No estar ubicado a menos de 100 metros de centros o establecimientos de atención de salud e instituciones educativas.
- No estar ubicado a menos de 300 metros de almacenes de insumos o materias primas o de productos inflamables.
- Contar con un cerco perimétrico de material noble o similar que permita separar los ambientes del medio externo.
- Contar con piso de cemento u otro material impermeable, liso y resistente en almacenes y zonas de segregación.
- Contar con canales para la evacuación de aguas de lluvia, según corresponda.
- Contar con sistema contra incendios y seguridad, a fin de poder controlar contingencias que se presenten durante el desarrollo de las actividades de acondicionamiento.

Por otro lado, los centros de acopio de residuos sólidos municipales deben contar con registros y/o kardex de ingresos y salidas de residuos; y, dependiendo de cómo ingresan los residuos al centro de acopio (mezclados con residuos generales, otros valorizables o separados por material) se considerará una serie de variantes en cuanto a equipo y personal necesario.

El equipamiento y/o herramientas mínimas en un centro de acopio son los siguientes: mesa de segregación o faja transportadora, balanza, dispositivos para almacenamiento, prensadores, triturador, entre otros, de acuerdo a las actividades de acondicionamiento a realizar y cantidad de residuos a manejar.

PLANTAS DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

Es una infraestructura destinada a reaprovechar material o energéticamente los residuos sólidos, la cual debe cumplir, mínimamente, con las siguientes condiciones:

- No debe ubicarse en áreas de zonificación residencial, comercial o recreacional.
- No obstaculizar el tránsito vehicular o peatonal.
- Disponer de un sistema de lavado, limpieza y fumigación.
- Contar con canales para la evacuación de aguas de lluvia, según corresponda.

Para el diseño de las plantas de valorización se debe considerar, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Contar con áreas para la maniobra y operación de unidades vehiculares y equipos sin perturbar las actividades operativas.
- Independización del área de manejo de residuos del área administrativa y de los laboratorios.
- Contar con sistemas de iluminación y ventilación.
- Contar con paredes y pisos impermeables y lavables.
- Contar con sistemas contra incendio.

Las plantas de valorización son infraestructuras donde, además de las actividades de acondicionamiento, se realizan los procesos, métodos o técnicas de tratamiento, que pueden comprender los siguientes:

- Biodegradación de la fracción orgánica de los residuos con fines de producción de energía o mejorador de suelo.
- Uso de residuos orgánicos para el desarrollo de compostaje.
- Recuperación de aceites usados.
- Otras alternativas de valorización.

5.6 TRATAMIENTO

El tratamiento es el proceso para modificar las características físicas, químicas o biológicas de los residuos sólidos, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro o de causar daños a la salud y el ambiente, con el objetivo de prepararlo para su posterior valorización o disposición final.

Los residuos sólidos municipales pueden recibir tratamiento previo al proceso de valorización o disposición final, según corresponda; para lo cual se emplean procesos, métodos o técnicas de acuerdo a las características del residuo y de conformidad a las normas emitidas por la autoridad competente. Entre los procesos, métodos o técnicas se contemplan:

- **Solidificación:** Proceso que permite la integración de residuos peligrosos para generar un material sólido de alta capacidad estructural.
- **Neutralización:** Proceso que permite ajustar el pH de una sustancia química corrosiva a niveles de neutralidad.
- **Estabilización:** Proceso que neutraliza la peligrosidad de residuos mediante procesos bioquímicos.
- **Incineración:** Proceso para anular las características de peligrosidad del residuo original y reducir su volumen; para lo cual se debe contar como mínimo con una cámara primaria (entre 650° - 850°C), una cámara secundaria (no menor a 1200°C) y un sistema de lavado y filtrado de gases.
- **Pirólisis:** Proceso térmico que, con déficit de oxígeno, transforma los materiales orgánicos peligrosos en componentes gaseosos que se condensan formando un compuesto de alquitrán y aceite, además de generar residuos sólidos de carbón fijo y ceniza.
- **Esterilización por autoclave:** Proceso que utiliza vapor saturado en una cámara dentro de la cual se someten los residuos sólidos a altas temperaturas con la finalidad de destruir los agentes patógenos.
- **Pretratamiento:** Consiste en trituración, mezcla y dosificación para producción de combustible derivado de residuos (CDR), para posterior valorización energética (por coprocesamiento, coincineración, etc.), entre otros.

El tratamiento de residuos sólidos se puede realizar en infraestructuras de valorización, disposición final u otras infraestructuras de residuos sólidos debidamente autorizadas para cada fin.

5.7 DISPOSICIÓN FINAL

La disposición final es el proceso para tratar y disponer en un lugar los residuos sólidos en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura; en el cual, los residuos que no pueden ser valorizados deben ser aislados y/o confinados en infraestructuras debidamente autorizadas, de acuerdo a las características físicas, químicas y biológicas del residuo con la finalidad de eliminar el potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente.

Son consideradas infraestructuras de disposición final de residuos sólidos los rellenos sanitarios, los rellenos de seguridad y las escombreras²⁷.

Los residuos sólidos municipales se disponen en infraestructuras de disposición final denominadas rellenos sanitarios, cuyas condiciones para su ubicación deben tener en cuenta lo señalado en el artículo 110 del Reglamento de la LGIRS.

Asimismo, en el artículo 114 del referido reglamento se establecen las condiciones mínimas que debe cumplir un relleno sanitario:

- Impermeabilización de la base y los taludes del relleno para evitar la contaminación ambiental por lixiviados; salvo que se cuente con una barrera geológica natural para dichos fines, lo cual debe ser sustentado técnicamente.

De no cumplir con las condiciones antes descritas, la impermeabilización de la base y los taludes del relleno deben considerar el uso de geomembrana con un espesor mínimo de 1.2 mm y el uso geotextil entre la geomembrana.

- Drenes de lixiviados con planta de tratamiento o sistema de recirculación interna de los mismos.
- Drenes y chimeneas de evacuación y control de gases.
- Canales perimétricos de intersección y evacuación de aguas de escorrentía superficial.
- Barreras sanitarias, que pueden ser barreras naturales o artificiales que contribuyan a reducir los impactos negativos y proteger a la población de posibles riesgos sanitarios y ambientales.
- Pozos para el monitoreo de agua subterránea, en caso corresponda.
- Sistemas de monitoreo y control de gases y lixiviados.
- Señalización y letreros de información conforme a la normativa sobre seguridad y salud en el trabajo.
- Sistema de pesaje y registro.
- Control de vectores y roedores.

Para el caso de rellenos sanitarios que manejen más de 200 toneladas de residuos sólidos diarios, se debe implementar progresivamente la captura y quema centralizada de gases, a efectos de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En caso de que sean menores a las 200 toneladas diarias, debe implementarse captura y quema convencional de gases u otra medida orientada a la mitigación de gases de efecto invernadero. Del mismo modo, podrán incluir actividades de valorización energética a través del uso de la biomasa para la generación de energía.

Adicionalmente, en el artículo 115 del Reglamento de la LGIRS se detallan las operaciones mínimas a realizar en rellenos sanitarios.

²⁷ De acuerdo al artículo 108 del Reglamento de la LGIRS.

Cabe precisar que, la disposición final de residuos sólidos municipales debe ser desarrollada por las municipalidades o por EO-RS, en infraestructuras que cumplan con las condiciones establecidas en el artículo 98.3 y 109 del Reglamento de la LGIRS.

Finalmente, la disposición final de los residuos sólidos peligrosos, no peligrosos y residuos provenientes de actividades de la construcción y demolición de gestión municipal deben realizarse en celdas diferenciadas; las cuales se encuentran sujetas al tipo de residuos que las municipalidades manejen, conforme a la implementación del Programa de Segregación en Fuente y Recolección Selectiva de residuos sólidos²⁸.

Cabe precisar que, en el Anexo 9 se presenta la hoja técnica del proceso de disposición final de residuos sólidos.

INSTALACIONES DEL RELLENO SANITARIO

La adecuada operación de una infraestructura para disposición final de residuos sólidos debe contar con las instalaciones complementarias (administrativas y de servicios) dimensionadas para el número de personal y la cantidad de actividades que se prevé realizar a lo largo de su vida útil.

El diseño debe describir las características y las medidas, como mínimo, de los siguientes ambientes:

- Oficinas de administración.
- Ambiente de almacén.
- Comedor.
- Estructura sanitaria (ambiente de servicios higiénicos).

De manera complementaria y cuando se requiera puede considerar:

- Ambiente de cuarto de bombas y grupo electrógeno.
- Caseta o garita de vigilancia.
- Zona de estacionamiento para unidades vehiculares.
- Zona de parqueo y mantenimiento de maquinarias
- Otros

TIPOS DE RELLENOS SANITARIOS

Los rellenos sanitarios se pueden clasificar de acuerdo a la técnica utilizada para facilitar la descomposición y según la cantidad de residuos sólidos generados:

²⁸ Conforme lo establecido en el artículo 42 del Reglamento de la LGIRS.

SEGÚN EL TIPO DE TÉCNICA PARA LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

En esta clasificación, se encuentran los rellenos sanitarios: i) convencionales o anaeróbios, ii) semiaeróbicos y iii) aerobios. La operación y mantenimiento de estos tipos de rellenos sanitarios es básicamente la misma, la diferencia para la operación radica, principalmente, en el diseño y construcción.

I. RELLENOS SANITARIOS CONVENCIONALES O ANAERÓBIOS

Consiste en añadir agua a la celda que contiene residuos sólidos, mediante la recirculación de los lixiviados, buscando alcanzar los niveles óptimos de humedad para su degradación biológica, la cual ocurre en ausencia de oxígeno y da lugar al “biogás”.

El biogás está compuesto principalmente por dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄), este gas ha de ser captado y/o tratado debido a su marcado efecto invernadero; asimismo, se caracteriza por tener un importante potencial energético que puede ser aprovechado en generación de electricidad o calor, durante los años de mayor producción²⁹.

II. RELLENOS SANITARIOS SEMIAERÓBIOS

Es una técnica que intenta acelerar la degradación del residuo en condiciones aeróbicas favoreciendo la aireación natural del relleno sanitario, a través de las conducciones de recolección de lixiviados. Para ello se instala un gran tubo central perforado conectado a tuberías laterales, todos con capacidad suficiente para dejar libre parte de la sección en pleno funcionamiento.

Asimismo, en las conexiones y al final de cada tubería lateral se construyen pozos verticales de venteo hasta la superficie, tanto los tubos de recolección como los pozos quedan rodeados de grava para facilitar la circulación del aire. Es así que, la diferencia de temperaturas entre el residuo (calentado por las reacciones de degradación) y el exterior provoca la introducción natural del aire a través de los conductos de lixiviado, y la emisión de los gases generados por los pozos de venteo. Al no inyectar aire forzado, no se consigue que el oxígeno penetre en todo el residuo, pero los costes de explotación son mucho menores que la tecnología aerobia.

III. RELLENOS SANITARIOS AEROBIOS

En este caso, la adición de líquido, habitualmente por recirculación de lixiviado, se añade la inyección de aire al interior, suministrando así oxígeno para la degradación aeróbica del residuo, que es más rápida que la anaeróbica.

Se generan entonces procesos similares a los de compostaje, con gran producción de calor, que puede ser aprovechado para potenciar la estabilización del relleno en zonas frías. En esta técnica se deben controlar estrechamente las condiciones de humedad, pues las reacciones exotérmicas pueden provocar incendios por combustión de los residuos.

²⁹ Amaya et al. Biorrellenos: Perspectivas tras dos décadas de experiencias en el mundo. Rev. Int. Contam. Ambie. 32 (Especial Residuos Sólidos) 91-111, 2016.

Hoy en día se plantea como la solución más directa para estabilizar rellenos que han agotado la etapa de aprovechamiento potencial de CH₄. Existen distintas estrategias de aireación, divididas en dos grandes grupos según la presión del aire: aireación a alta presión (o choques de presión) y aireación a baja presión. En esta última técnica se incluyen los sistemas de aireación activa con o sin extracción de los gases generados y la ventilación pasiva, que es la tipología descrita en el párrafo anterior.

También se pueden considerar otro tipo de rellenos según el tipo de técnica de descomposición de residuos sólidos, como los rellenos secos u otra tecnología.

SEGÚN LA CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS

En este caso el tipo de infraestructura a diseñar se determina en función de la cantidad de residuos sólidos generados al día por los beneficiarios.

I. RELLENO SANITARIO MANUAL

Esta infraestructura tiene una capacidad de disposición de residuos sólidos municipales de hasta seis (6) ton/día.

Las actividades de disposición final de residuos se realizan en forma manual y con empleo de herramientas tales como lampa, rastrillo, piones manuales o carretillas.

Por otro lado, la periodicidad del uso de maquinaria es esporádica, es decir cada vez que se necesite. Por ejemplo, se requerirá el empleo de maquinaria para realizar el corte y acopio de tierra para la cobertura de residuos en un área cercana a la destinada para disposición final.

Un criterio a tomar en cuenta para el uso de maquinaria está en función a la generación de residuos sólidos. En tal sentido, en ciudades que generen residuos de hasta dos (2) ton/día se realizará el empleo de herramientas manuales; mientras que, en ciudades que generen residuos mayores a dos (2) hasta seis (6) ton/día, se empleará un minicargador.

El pesaje de los residuos sólidos se realizará sin balanza, mediante la estimación del peso de acuerdo al volumen de la unidad vehicular que transporta los residuos sólidos.

II. RELLENO SANITARIO SEMI MECANIZADO

Esta infraestructura tiene una capacidad de disposición de residuos sólidos municipales superior a seis (6) ton/día y hasta cincuenta (50) ton/día.

Las actividades de disposición final se realizan necesariamente con equipamiento multiusos para utilización exclusiva del relleno sanitario.

Por otro lado, la periodicidad del uso de maquinaria es frecuente, según la cantidad de residuos sólidos que se disponga diariamente y la disponibilidad de tierra para cobertura y condiciones climáticas. Por ejemplo, para trabajos de acopio o traslado de tierra se considera disponer de cargador frontal y un camión volquete. Asimismo, la disposición final en ciudades que generen residuos mayores a seis (6) ton/día y cincuenta (50) ton/día se empleará de un minicargador.

El pesaje, en ciudades que generen residuos mayores a seis (6) ton/día y hasta veinte (20) ton/día, se realiza mediante la estimación de la cantidad de residuos sólidos a disponer, en función a la capacidad (volumen) de las unidades vehiculares para recolección (sin balanza); mientras que, ciudades que generen residuos mayores a veinte (20) ton/día y hasta cincuenta (50) ton/día, el pesaje se realizará a través de una balanza tipo plataforma.

III. RELLENO SANITARIO MECANIZADO

Esta infraestructura tiene una capacidad de disposición de residuos sólidos municipales de más de cincuenta (50) ton/día.

Las actividades de disposición final se realizan necesariamente con maquinaria pesada, la cual debe estar asignada para uso exclusivo del relleno sanitario. La maquinaria pesada y sus características estarán en relación con la cantidad de residuos que se dispongan, el tipo predominante del suelo de la zona y las condiciones climáticas.

La periodicidad del uso de maquinaria es permanente. Por ejemplo, en ciudades cuya generación sea mayor de cincuenta (50) ton/día y hasta doscientas (200) ton/día se considera el uso de minicargador, compactador de ruedas de acero y patas de cabra (16-24 ton) o tractor de oruga D6 y volquete de 6 m³ u 8 m³. Por otro lado, en ciudades con generación mayor de doscientas (200) ton/día se considera minicargador, compactador con ruedas de acero y patas de cabra (25-36 ton) o tractor de oruga D8 y volquete de 12 m³.

Asimismo, el pesaje de los residuos sólidos se realiza a través de una balanza tipo plataforma.

SELECCIÓN DE EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTAS

La selección de las características, capacidad y cantidad de equipamiento mecánico y herramientas estarán en relación directa con la cantidad de residuos sólidos que se reciben diariamente, el método de operación y las características del suelo.

A continuación, se muestran los diversos tipos de equipamiento mecánico y sus principales características:

Tabla 12. Equipamiento para la operación de rellenos sanitarios

| EQUIPAMIENTO | DESCRIPCIÓN |
|--|--|
| Compactador con rueda dentada (tipo pata de cabra) | <p>Equipo diseñado para esparcir y compactar materiales extendidos en grandes superficies y con poco espesor, con un lampón para empuje que sirve para la acumulación y compactación de residuos sólidos y el extendido de tierra de cobertura.</p> <p>Se desempeña con mayor velocidad de operación y mayores grados de compactación que los tractores de oruga, debido a que concentra su mayor peso en menor área de contacto con los residuos sólidos. La compactación que se logra por lo general alcanza valores por encima de 0,750 ton/m³.</p> <p>Por otro lado, tiene limitaciones para trabajar en pendientes superiores a 3:1 (H:V) y de ninguna manera puede utilizarse en corte de material ni empuje de tierra.</p> |

| EQUIPAMIENTO | DESCRIPCIÓN |
|-----------------------------------|---|
| | No es recomendable emplearlo en rellenos sanitarios con poca cantidad de residuos (se recomienda en rellenos mecanizadas) y concentrados en superficies pequeñas, lo que ocasionaría su subutilización y consiguiente incremento de costos. |
| Retroexcavadora de oruga | <p>Equipo diseñado para excavación y carguío de tierra.</p> <p>Es muy útil en excavaciones por debajo del nivel de apoyo (excavación de celdas), en taludes pronunciados (previa habilitación de banquetas por donde se desplaza) y en la formación de taludes y diques. Es también muy utilizado en trabajos de excavación y carguío directamente hacia los camiones volquete.</p> <p>Su desempeño en corte es bueno en terrenos más consolidados donde el tractor de oruga tendría menor rendimiento.</p> <p>Se utiliza en rellenos sanitarios mecanizados en donde la implementación de celdas es constante.</p> |
| Tractor de oruga (D6 o D8) | <p>Equipo diseñado para remover materiales sobre superficie, con un lampón adaptado para empuje.</p> <p>Por su versatilidad, es el equipo más utilizado y apropiado para operar en rellenos sanitarios, acumula y compacta residuos, extiende y compacta tierra de cobertura, realiza cortes en cantera y habilita la superficie base del relleno sanitario, y hace movimiento de tierras (cortes y rellenos) en habilitación de vías de acceso.</p> <p>Se desenvuelve prácticamente en cualquier condición climática. En rellenos sanitarios semimecanizados y mecanizados que se operan con tractor de oruga los residuos dispuestos pueden alcanzar densidades iniciales de 0,700 a 0,850 ton/m³, cuando la compactación se realiza en talud 3:1 (H:V), extendiendo y compactando residuos con espesores de aproximadamente 0,6 metros.</p> |
| Camión volquete | <p>Equipo para transporte de tierra u otros materiales.</p> <p>Usado en rellenos sanitarios de operación manual, semimecanizada y mecanizada.</p> |
| Cargador frontal sobre neumáticos | <p>Equipo diseñado para carguío y traslado de materiales. Es de uso necesario en rellenos sanitarios en los que el abastecimiento de tierra para cobertura lo realizan camiones volquete.</p> <p>Por la facilidad y la rapidez en su desplazamiento, normalmente se utiliza en las diversas actividades que se requieren en el relleno sanitario, inclusive puede, ante la inoperatividad del tractor de oruga, realizar acumulación de residuos sólidos, extendido de la tierra de cobertura, abastecimiento de piedra u otros materiales hacia áreas puntuales a las que el volquete no accede. En casos extremos, incluso se puede utilizar con limitaciones para uniformizar superficies de residuos acumulados.</p> <p>Usado en rellenos sanitarios semimecanizados y mecanizados.</p> |
| Minicargador frontal de orugas | <p>Equipo utilizado para arrimar residuos sólidos, conformar celdas pequeñas y movimiento de tierras, así como para la compactación de residuos sólidos.</p> <p>Recomendado en rellenos sanitarios manuales o semimecanizados de menor tamaño.</p> |

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se pueden emplear equipos para realizar trabajos periódicos de mantenimiento de las vías de acceso y de circulación interna, tales como motoniveladora, rodillo liso vibratorio y cisterna con regadera para abastecimiento de agua. La periodicidad de su utilización estará en relación con las condiciones climáticas (precipitaciones pluviales) que caractericen a la zona donde se ubique el relleno sanitario.

La estimación del requerimiento de maquinarias se basa en las premisas siguientes:

- Versatilidad del equipamiento en la operación de rellenos sanitarios.
- Disponibilidad suficiente del equipamiento en el mercado local, que permita la rápida solución de los problemas mecánicos que pudieran presentarse. También es posible la rápida sustitución de las máquinas, de presentarse problemas mecánicos que demanden tiempo prolongado para su reparación.
- En rellenos sanitarios pequeños existe la posibilidad de utilizar el equipamiento como el tractor y el cargador frontal en otras actividades relacionadas con la operación del relleno sanitario o en actividades de habilitación de áreas para futuras infraestructuras de disposición final de residuos sólidos.
- Los rendimientos de las máquinas están en función a la cantidad de residuos y al periodo de tiempo en el que se concentra la descarga de residuos. El rendimiento de un tractor de oruga es mayor cuando los volúmenes de residuos que se descargan se concentran en pocas horas.

Tabla 13. Equipamiento del relleno sanitario: maquinaria requerida, según tipo de relleno y volumen de residuos a disponer

| TIPO DE RELLENO | CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS | MAQUINARIA REQUERIDA |
|-----------------|---------------------------------------|--|
| Manual | Hasta 6 ton/día | Cargador frontal sobre neumáticos 930* |
| Semimecanizado | Superior a 6 hasta 50 ton/día | Equipo multiusos, permanente cuando se dispone de más de 6 hasta 20 ton/día, o tractor de oruga D4, permanente cuando se dispone de más de 20 hasta 50 ton/día. |
| Mecanizado | Superior a 50 hasta 200 ton/día*** | Tractor de oruga D6 Cargador frontal sobre neumáticos 930 Camión volquete** de tolva de 12 m ³ |
| | Superior a 200 hasta 600 ton/día*** | Tractor de oruga D6 Cargador frontal sobre neumáticos 950 Camión volquete** de tolva de 14 m ³ |
| | Superior a 600 hasta 1000 ton/día**** | 2 tractores de oruga D6 Cargador frontal sobre neumáticos 950 2 camiones volquetes de tolva de 14 m ³ Compactador, tipo pata de cabra ***** |

| TIPO DE RELLENO | CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS | MAQUINARIA REQUERIDA |
|--|--|---|
| | Superior a 1000 hasta 3000 ton/día**** | 3 tractores de oruga D6 Cargador frontal sobre neumático 950 2 camiones volquetes de tolva de 14 m ³ Compactador, tipo pata de cabra***** |
| <p>* Uso periódico para acopio de tierra para cobertura. ** Uso periódico para carguío y suministro de tierra para cobertura. *** De acuerdo con el volumen de residuos que se dispone y los horarios de trabajo varía el número de horas-máquina utilizadas. **** De acuerdo con el volumen de residuos que se dispone y los horarios de trabajo varía el número de horas-máquina utilizadas. ***** Este tipo de equipo es recomendable en rellenos sanitarios de gran área y superficies horizontales, ya que no cuenta con la versatilidad de los tractores de oruga. Asimismo, se deberá de justificar la necesidad de su uso, en caso de no considerarse necesario, se requerirá 3 tractores de oruga D6.</p> | | |

Fuente: Elaboración propia

Con relación a la selección de herramientas, estas se describen a continuación:

Tabla 14. Herramientas para rellenos sanitarios

| HERRAMIENTA | DESCRIPCIÓN |
|-------------------------------|--|
| Pisón de mano | - Utilizado para compactar residuos sólidos y la tierra con la que se haya realizado la cobertura de residuos. - No se recomienda compactadoras neumáticas ya que involucran riesgos en la operación. |
| Lampa o palana | - Utilizada para cargar tierra a ser utilizada como material de cobertura. - Se recomienda lampas o palanas de borde acuchillado no recto por su mejor maniobrabilidad y desempeño. |
| Zapa o Zapapico de dos puntas | - Se usa para jalar los residuos sólidos en la conformación de la celda diaria. - Se utiliza para jalar los residuos sólidos del vehículo recolector sin sistema de vertido de residuos sólidos. |
| Carretilla alta o Buggi | - Se usa para trasladar tierra a usarse como material de cobertura. - Se recomienda usar carretillas de borde alto para acarrear mayor cantidad de material en menos viajes. |
| Estacas de madera | - Se usa para atar cordel que delimita el área de trabajo diario. |
| Cordel de albañil | - Se usa para delimitar el área de trabajo de la celda diaria. |
| Comba o martillo | - Usado para fijar estacas en el terreno y otros usos múltiples. |

Fuente: Elaboración propia

PROCEDIMIENTO PARA DISPOSICIÓN FINAL EN RELLENOS SANITARIOS

El procedimiento para el desarrollo de la disposición final involucra tres (3) etapas:



ETAPA 1. Planificación

Para la planificación del proceso de disposición final es importante tener en cuenta el diseño y distribución de las celdas de residuos sólidos, el aseguramiento de la disponibilidad y organización del equipamiento.

El dimensionamiento de las celdas está en función a la cantidad de residuos que se dispone diariamente, la cantidad de unidades vehiculares para recolección y transporte que llegan en simultáneo en la hora punta de operación; y, el equipamiento mecánico disponible.

ETAPA 2. Ejecución

La ejecución del procedimiento de disposición final contempla lo siguiente:

- Al ingreso del relleno sanitario se debe realizar el registro de datos (código y placa, procedencia de los residuos, nombre del/la conductor/a, fecha y hora de ingreso y salida); y, pesaje de las unidades vehiculares (unidad llena)³⁰ emitiéndose el comprobante de pesaje (debe incluir el nombre del responsable del registro).
- La unidad ingresa a la zona de descarga, para lo cual se debe indicar la ruta a seguir para realizar la descarga.
- Posteriormente, se debe retornar a la zona de pesaje para registrar el peso de la unidad vehicular vacía, emitiéndose la respectiva boleta de pesaje. Dicha boleta debe estar firmada por el/la conductor/a de la unidad y el responsable de pesaje, quien otorga una copia de la misma al/la conductor/a.
- Los residuos sólidos que fueron descargados en el frente de trabajo delimitado para la celda se acumulan abarcando la superficie y los espesores definidos en el diseño de la celda.
- Se debe realizar la extensión y compactación de los residuos sólidos vertidos en la celda utilizando el equipamiento respectivo hasta formar una capa de acuerdo con el dimensionamiento de la celda.

³⁰ Tener en cuenta que para rellenos sanitarios manuales el peso se estima indirectamente en función del volumen y densidad de los residuos sólidos municipales a disponer.

De acuerdo al equipamiento utilizado, los residuos sólidos se irán compactando, debiendo considerarse entre cuatro (4) o cinco (5) pasadas para obtener un valor óptimo de compactación.

- Finalmente, se realiza la cobertura diaria de los residuos sólidos, la cual se puede realizar con tierra de la superficie de las celdas excavadas o con material extraído de alguna cantera cercana. Asimismo, se debe tomar en cuenta que el volquete que traiga el material de cobertura debe descargarlo sobre los residuos compactados, realizando los viajes necesarios para poder cubrir la longitud del frente de trabajo y en caso sea necesario para cubrir la totalidad de los residuos a lo largo de su avance transversal.

Cabe precisar que, el procedimiento descrito se repite hasta alcanzar la altura total según el método de operación del relleno sanitario.

CONSIDERACIÓN

En zonas donde las lluvias son escasas, se puede usar tierra arcillosa sin piedras y con baja permeabilidad. Por otro lado, en zonas donde se registra mayor cantidad de lluvias, el material de cobertura deberá tener una mayor granulometría para que incluso estando mojado puedan transitar los vehículos de recolección y el equipamiento de compactación.

ETAPA 3. Mantenimiento

Se deben implementar actividades de mantenimiento del equipamiento e infraestructuras de residuos sólidos (relleno sanitario, plantas de transferencia, tratamiento o valorización), en concordancia con su respectivo Manual de Operaciones.

El mantenimiento debe realizarse de manera oportuna, a fin de no afectar la operatividad de dichas infraestructuras. Para la planificación del mantenimiento se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Asegurar con el proveedor la capacitación al personal de la correcta operación y mantenimiento del equipamiento. En caso se requiera el mantenimiento, será realizado por el proveedor o concesionario mínimamente durante el periodo de garantía del equipo.
- Elaborar un procedimiento de operación de cada equipamiento, que considere la seguridad y salud de los/las trabajadores/as.
- Realizar el aprovisionamiento de insumos, repuestos y accesorios, tomando en cuenta la periodicidad de recambio recomendada por el proveedor.
- Controlar la cantidad de horas máquina operada por cada vehículo, con la finalidad de programar los mantenimientos preventivos de acuerdo a las indicaciones del proveedor del equipamiento.
- Los costos del mantenimiento del equipamiento deben ser considerados en el Plan Operativo Institucional del servicio de limpieza pública debiendo ser concordante con los productos del Programa Presupuestal 0036, Gestión integral de Residuos Sólidos.

Cabe precisar que, para realizar el mantenimiento, adquisición de los insumos y equipamiento deberán considerar los plazos y procedimientos establecidos en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado, aprobado por Decreto Supremo N° 082-2019-EF.

VI. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA EL DESARROLLO DE LA GESTIÓN OPERATIVA

La seguridad y salud de los/las operarios/as que participan en el desarrollo de la gestión operativa del servicio de limpieza pública debe ser asegurada mediante el uso de equipos de protección personal (EPP). Asimismo, dichos operarios deben contar con un Seguro Complementario contra todo Riesgo (SCTR) y estar debidamente capacitados y entrenados en las actividades que desempeñarán.

Los aspectos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo de los/las operarios/as municipales comprendidos (as) en el segundo párrafo del artículo 37 de la Ley N° 27792, Ley Orgánica de Municipalidades, del personal de las empresas contratistas de las municipalidades y otros que realicen actividades relacionadas al manejo de residuos sólidos, se rigen por lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de los Obreros Municipales aprobado por Decreto Supremo N° 017-2017-TR.

Es importante que los/las operarios/as reciban la inducción respectiva sobre los procedimientos de trabajo, utilización de los EPP y los equipos de protección colectiva (si requiere la actividad). Las inducciones o charlas de seguridad que se lleven a cabo, deben cumplir con lo que dispone el reglamento antes indicado, específicamente respecto a lo siguiente:

- Se debe identificar las necesidades de capacitación para cada tipo de tarea como recolección, conducción de unidades vehiculares, entre otros. Asimismo, se recomienda llevar a cabo esta capacitación con los/las recicladores/as aunque no sean trabajadores/as municipales.
- Se debe contar con un programa anual de capacitaciones, para todo el personal operativo de la municipalidad, incluyendo el personal de limpieza pública.
- El/La responsable de la supervisión o del servicio de limpieza pública, en el caso de localidades pequeñas, debe hacerse cargo de llevar a cabo inducciones o capacitaciones de seguridad semanalmente. Asimismo, en el caso de personal nuevo que ingresa a trabajar en el servicio de limpieza pública, este debe recibir la capacitación previa respecto al trabajo que realizará y a las condiciones de salud y seguridad que debe tener en cuenta.
- Si se va a rotar a un/a operario/a a un puesto de trabajo distinto, antes debe recibir la capacitación correspondiente al puesto que ocupará y a las condiciones de seguridad que debe tener en cuenta en dicho puesto.
- El/La responsable del servicio de limpieza pública debe elaborar el plan de respuesta ante emergencias que se puedan suscitar en todo el servicio de limpieza pública. Asimismo, dicho plan deberá ser socializado entre el personal supervisor y operario.

Por otro lado, en concordancia con lo establecido en el Reglamento de Salud y Seguridad en el Trabajo de los Obreros Municipales, las municipalidades deben asignar a estos/as calzado y uniformes de trabajo, los cuales deben ser de alta visibilidad, material transpirable, acorde con el sexo y según las medidas antropométricas de los/las obreros/as municipales, atender a las

condiciones geográficas y climáticas de cada región, de acuerdo a la identificación de peligros y evaluación de riesgos de cada puesto de trabajo; y, ser reemplazada cuando exista desgaste.³¹

Las especificaciones técnicas del uniforme y EPP deben tener en cuenta lo señalado en el Anexo 1 “Estándares internacionales para equipo de protección personal y ropa de trabajo” de la Resolución Ministerial N° 249-2017-TR o su versión actualizada. Asimismo, de acuerdo a dicha resolución, las municipalidades deben brindar dos (2) juegos de uniformes de invierno y dos (2) juegos de verano³² debiendo tener en cuenta la planificación de adquisiciones.

Si bien dicha resolución establece la entrega de cuatro (4) juegos de uniforme, se sugiere la siguiente distribución, que tiene en cuenta las particularidades de la actividad que se desarrolla, las condiciones de seguridad a garantizar, así como las condiciones geográficas y climáticas en donde las mismas se llevan a cabo, sugiriéndose los siguientes periodos de recambio:

Tabla 15. Periodo de recambio de la indumentaria y equipos de protección personal (en meses)

| INDUMENTARIA / EPP | COSTA | SIERRA | SELVA |
|---|-------|--------|-------|
| Polos | 3 | 2 | 2 |
| Pantalón con cinta reflectiva | 3 | 3 | 2 |
| Camisa | 3 | 3 | 3 |
| Guantes con palma reforzada anticorte | 3 | 2 | 1 |
| Guantes de nitriflex | 2 | 2 | 2 |
| Gorro jockey o taslán | 3 | 3 | 2 |
| Gorro árabe (1) | 3 | 3 | 3 |
| Guantes de jebe (2) | 1 | 1 | 1 |
| Lentes protectores de luna transparente (3) | 4 | 4 | 4 |
| Zapatillas de Lona con planta de goma | 3 | 2 | 2 |
| Botas de cuero reforzado | 4 | 4 | 4 |
| Botas de Jebe con doble forro e interior antihongos, suela antideslizante | 3 | 2 | 2 |
| Poncho impermeable con capucha (4) | 1 | 2 | 2 |
| Respirador de media cara (5) | 1 | 1 | 1 |

*En caso sea necesario se debe tener en cuenta la entrega de protector solar.

(1) Solo recomendado en zonas de excesiva luminosidad y radiación solar para proteger la nuca y cuello.

(2) Solo utilizados cuando se lleva a cabo campañas de baldeo correspondiente a la limpieza de espacios públicos

(3) Solo recomendado cuando exista material particulado o irritante a los ojos.

(4) Uso en zonas con lluvias.

(5) Solo recomendado cuando se sobrepasen en 10 veces el valor límite umbral de algún contaminante en el aire, de acuerdo al Decreto Supremo N° 017 – 2017 – TR.

Asimismo, se puede considerar el uso de otros EPP de acuerdo al proceso y operación a realizar, las cuales deberán contar con las consideraciones técnicas internacionales.

VII. SUPERVISIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA GESTIÓN OPERATIVA

La actividad de supervisión a cargo de las municipalidades contempla aspectos como calidad del servicio, cobertura y eficiencia, para lo cual debe contar con formatos objetivos que favorezcan su estandarización. En tal sentido, en el Anexo 10 se sugiere el formato para la supervisión para las operaciones y procesos del servicio de limpieza pública.

³¹ Artículos 22, 23, 24, Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo de los Obreros Municipales o norma que lo sustituya.

³² Artículo 10, Resolución Ministerial N° 249 – 2017 – TR, que establece disposiciones complementarias al Reglamento de Salud y Seguridad en el trabajo para obreros municipales.

Cabe precisar que, dichos formatos deben ser consolidados y almacenados para facilitar su verificación posterior.

7.1 METODOLOGÍAS DE SUPERVISIÓN

A. SUPERVISIÓN PROGRAMADA

La supervisión programada tiene por finalidad verificar el cumplimiento de las labores de campo, la cual ha sido previamente planificada en un Plan de Supervisión debidamente aprobado por el área o unidad orgánica a cargo de la municipalidad respectiva. Se sugiere que el referido plan contemple: la operación a supervisar - detallando sus instalaciones o componentes-, cronograma, horario, rutas o zonas, entre otros aspectos que se consideren necesarios.

B. SUPERVISIÓN NO PROGRAMADA

La supervisión no programada, también llamada aleatoria, tiene por finalidad verificar el cumplimiento de las labores de campo, la cual no ha sido previamente planificada en un Plan de Supervisión; siendo realizadas ante quejas, denuncias, emergencias o pedido de alguna persona o entidad, u otras circunstancias que ameriten realizar una supervisión. Esta debe ser tomada en cuenta como un respaldo complementario de la supervisión programada.

C. SUPERVISIÓN DE SEGUIMIENTO

La supervisión de seguimiento se lleva a cabo de manera programada. En esta supervisión, el supervisor debe hacer énfasis en aquellos aspectos de operación que han resultado inadecuados o que se deben mejorar. Se recomienda tener en cuenta este tipo de supervisión para asegurar la operación adecuada del servicio.

D. SUPERVISIÓN PARTICIPATIVA

Esta supervisión debe enfocarse en ratificar si el personal operario realizó o no el trabajo encargado, debiendo comunicar oportunamente a los/as participantes los criterios a verificar. Entre los/as participantes de la supervisión participativa se puede organizar a la comunidad y a algunos actores tales como la Comisión Ambiental Municipal (CAM), colegios, universidades u otras instituciones educativas, bodegas, comercios y representantes de mercados, entre otros.

Es importante señalar que, la supervisión puede diseñarse de manera conjunta para las operaciones de barrido y limpieza en espacios públicos y recolección, siempre y cuando no se superen los/las veinte (20) barredores/as (as) y tres (3) unidades vehiculares para recolección. Sin embargo, las municipalidades pueden definir otras proporciones de acuerdo con sus necesidades.

7.2 EQUIPAMIENTO Y LOGÍSTICA

El adecuado desarrollo de las actividades de supervisión requiere contar con el equipamiento y logística necesaria, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 16. Equipamiento para la supervisión

| EQUIPAMIENTO | CONDICIÓN | RECOMENDACIÓN |
|--|---|--|
| Camioneta | Cuando se realice la supervisión a la operación de recolección o barrido de calle. | Dado que se cuenta con unidades vehiculares disponibles, también pueden ser utilizadas para el transporte de personal y del equipamiento y herramientas propias del servicio. |
| Motocicleta, cuatrimoto o similar | Cuando se tengan de diez (10) a más operarios/as en campo a la vez. | La distribución de personal en sus rutas puede darse con apoyo del equipamiento de recolección de residuos sólidos |
| Radios walkie talkie o teléfonos celulares | Se debe seleccionar el equipo más adecuado, tomando en cuenta la cobertura de telefonía. | En el caso del uso de radios de comunicación es necesario mantener una central de comunicaciones |
| Cámara fotográfica | Con suficiente resolución y fechador. | En el caso que se usen equipos celulares y estos cuenten con cámara, se podrá prescindir de estas, pero se deberá instruir a los supervisores para la adecuada descarga y mantenimiento de los registros fotográficos. |
| Uniforme | Como mínimo debe consistir en chalecos, gorra y calzado que permitan al supervisor cumplir su labor. No se debe permitir el trabajo en prendas menores (shorts, blusas cortas, etc.) para mantener las condiciones de seguridad, salud e higiene. | En el caso de uso de chaleco, este debe mostrar de manera visible el número de teléfono y dependencia municipal en la parte de la espalda. En el caso de zonas de elevadas lluvias se debe proveer además ponchos impermeables y en el caso de presencia de zancudos u otros insectos vectores, debe proveerse repelente. |
| Identificación | La identificación debe contar, como mínimo, con el nombre, DNI, fotografía y unidad orgánica de la municipalidad a la que pertenece. | El supervisor, siempre debe portar la identificación, ante cualquier eventualidad, para llevar a cabo la supervisión. |

Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente, se puede considerar el uso de GPS y de ser posible del Can Bus, que es un programa master driver, que consiste en escoger un/a conductor/a experimentado/a y capacitado/a que evalúe y de recomendaciones a los/las conductores/as que brindan el servicio y emita un reporte diario del estado operacional de la unidad vehicular.

7.3 EVALUACIÓN

La supervisión de la gestión operativa incluye la evaluación de los procesos y operaciones del servicio de limpieza pública, la cual se lleva a cabo mediante la aplicación de indicadores de rendimiento y de resultados; sugiriéndose los siguientes:

Tabla 17. Indicadores mínimos para la evaluación

| INDICADOR | UNIDAD | RECOMENDACIÓN |
|--|--|--|
| Rendimiento de operario/a | Km/barredor/turno | Se debe tener en cuenta en algunos casos la edad y género de los/las operarios/as. |
| Porcentaje de cobertura del barrido y limpieza de espacios | $\frac{\text{Rutas barridas}}{\text{Total de rutas de barrido}}$ | Las rutas o zonas atendidas deberán realizarse de forma eficiente; es decir, cumplir con la programación y calidad |

| INDICADOR | UNIDAD | RECOMENDACIÓN |
|---|--|---|
| públicos | $\frac{\text{Zonas de limpieza atendidas}}{\text{Total de zonas de limpieza}}$ | especificada por el responsable del servicio de limpieza pública. Las rutas o zonas en las que por algún motivo no se lleve a cabo la operación de acuerdo con lo programado, deben ser consideradas no atendidas. |
| Rendimiento de rutas de barrido y zonas de limpieza | $\frac{\text{Km lineales barridos}}{\text{Total Km lineales barridos programados}}$ | Se debe considerar un ciclo de operación de barrido, que generalmente se da en una semana. |
| Número de herramientas y/o equipamientos gastados por mes o año | Herramientas y/o equipamiento gastadas/mes Herramientas y/o equipamiento gastadas/año | Se considera como gastado aquella herramienta o equipamiento que ha dejado de ser útil para la operación de barrido. Este indicador sirve para realizar el dimensionamiento y requerimiento oportuno. |
| Eficiencia de recolección (%) | $\frac{\text{Toneladas cargadas}}{\text{Capacidad máxima de unidad vehicular}}$ | Son aceptables valores entre 90% a 110%, valores menores evidencian una recolección ineficiente o una asignación de zonas mal dimensionadas; mientras que, valores mayores evidencian un sobreesfuerzo del equipamiento que puede desgastar u ocasionar daños al sistema de compactación. |
| Cantidad de combustible consumido por turno | Galones/unidad vehicular/turno | La medición debe llevarse a cabo de manera individual, no como un promedio de las unidades vehiculares. |
| Número de desperfectos o varías de las unidades vehiculares | Número de paradas por mes o año | Solo se debe contabilizar la cantidad de desperfectos o averías, no el tiempo de ellas. |
| Eficiencia de transferencia | $\frac{\text{Toneladas transferidad}}{\text{Tiempo total de transferencia (horas)}}$ | Se sugiere un rango de 40 a 50 toneladas/hora (en descarga por gravedad). Permite determinar la disponibilidad permanente de las unidades vehiculares para transferencia, tránsito y maniobrabilidad adecuada. |
| Cobertura del servicio de transferencia | Toneladas/unidades vehiculares programadas/día | Se sugiere un rango de 100 a 108 toneladas/unidad vehicular programada/día. Aplicable para unidades de 60m ³ |

| INDICADOR | UNIDAD | RECOMENDACIÓN |
|---|---|---|
| | | de capacidad, 2 turnos día, 2 viajes por turno. |
| | $\frac{\text{Toneladas transferidas}}{\text{N}^\circ \text{ de viajes al mes}}$ | Se sugiere un rango de 25 a 27 toneladas /viaje. Aplicable para unidades de 60m ³ de capacidad, sin compactación. |
| Eficiencia de disposición final | $\frac{\text{Toneladas dispuestas}}{\text{Total horas máquina (mes)}}$ | Permite establecer la relación entre la cantidad de horas máquina y las toneladas recibidas mensualmente en el relleno sanitario. |
| Cobertura del servicio de disposición final | $\frac{\text{Toneladas dispuestas}}{\text{Total de residuos sólidos generados}}$ | Permite conocer la cantidad de residuos sólidos municipales dispuestos en relleno sanitario. |
| Número de quejas atendidas | $\frac{\text{N}^\circ \text{ de quejas atendidas}}{\text{N}^\circ \text{ Total de quejas registradas}}$ | En lo posible se debe procurar un registro oportuno de quejas. |
| Porcentaje de cobertura del servicio de recolección | $\frac{\text{Residuos recolectados}}{\text{Residuos generados}}$ | Se debe tener en cuenta valores promedio semanales. |

Fuente: Indicadores para el Gerenciamiento del Servicio de Limpieza Pública, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – CEPIS

Por otro lado, en el caso de infraestructuras (transferencia, tratamiento, valorización y disposición final), debe realizarse diversos controles en sus respectivas etapas de operación y se debe generar procedimientos de trabajo que involucren no solamente la operación en sí, sino los aspectos ambientales y de salud y seguridad de los/las trabajadores/as. A continuación, se presenta una propuesta para el ordenamiento de la supervisión a las actividades desarrolladas en infraestructuras para residuos sólidos:

Tabla 18. Actividades a supervisar en infraestructuras para residuos sólidos

| ACTIVIDAD A SUPERVISAR | VERIFICACIÓN DE ACCIONES |
|---|---|
| Ingreso de la unidad vehicular | Se debe haber realizado el registro de la unidad (placa, código de la unidad, hora de llegada, nombre del/la conductor/a, entre otros). En el caso de camiones baranda, especificar si se dirige desde la transferencia o de la recolección de residuos sólidos. |
| Pesaje de residuos sólidos (antes y después de la descarga) | Se debe verificar la adecuada colocación de la unidad vehicular en la balanza y generar la boleta de pesaje. Asimismo, el operador de balanza debe entregar una copia de la boleta al/la conductor/a de la unidad vehicular, quien firma la boleta. |

| ACTIVIDAD A SUPERVISAR | VERIFICACIÓN DE ACCIONES |
|--|--|
| <p>Descarga y compactación de residuos sólidos</p> | <p>Los/as operarios/as del relleno sanitario guían a la unidad vehicular para que los descargue en el frente de avance de la celda, la cual debe estar delimitada. Para esta acción se debe contar con los equipos de protección personal respectivos.</p> <p>Asimismo, los/as operarios/as que se encuentran en el terreno deben permanecer alejados (10 metros mínimamente) del equipo de compactación, la cual debe contar con señalética visual (circulina) y audible. Cabe precisar que, el/la operador/a de la maquinaria arrima y compacta los residuos sólidos dentro del área delimitada de la celda.</p> |
| <p>Mantenimiento y limpieza</p> | <p>Se debe asegurar la limpieza de las áreas periféricas de la infraestructura (no deberá haber residuos sólidos ni suciedad) así como todas las áreas o instalaciones de la infraestructura (incluida la celda, luego de culminada la operación).</p> <p>Asimismo, se debe garantizar la operatividad de las instalaciones complementarias, tales como talleres, servicios higiénicos, abastecimiento de combustible; y, el mantenimiento del equipamiento y herramientas.</p> |
| <p>Gestión de los recursos humanos</p> | <p>Se debe verificar que se cuenten con las condiciones mínimas, especialmente en infraestructuras mecanizadas, como: comedor operativo, aprovisionamiento de EPP y uniformes de trabajo, controles de salud y todo lo que se enmarque en el Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo aprobado con Decreto Supremo N° 017-2017-TR y en la Resolución Ministerial N° 249-2017-TR.</p> |
| <p>Aseguramiento de la calidad ambiental</p> | <p>Se debe verificar el cumplimiento de los compromisos ambientales que se hayan adoptado en el instrumento de gestión ambiental, incluyendo los monitoreos ambientales y de efluentes de agua residual a la red de alcantarillado (si fuera el caso).</p> |

Fuente: Elaboración Propia

7.4 ACCIONES DE MEJORA CONTINUA

La mejora continua de las operaciones y procesos del servicio de limpieza pública van necesariamente de la mano con el seguimiento, monitoreo, verificación y reporte de los avances que se hayan tenido en un determinado periodo.

Como parte de las acciones de verificación y seguimiento durante la supervisión se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Describir cuál es la condición desfavorable o deficiencia que se ha identificado y requiere ser superada, asimismo cómo estaría afectando el proceso u operación del servicio de limpieza pública.
- Describir en qué consistirá la acción de mejora que se emprenderá, debiendo responder a las preguntas: ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? y ¿Cuándo debe iniciar?
- Describir las acciones tomadas por el (la) responsable del proceso u operación, las cuales pueden ser iguales o diferentes a las sugeridas por el (la) supervisor (a).

- Indicar los (las) responsables, cargo y tareas asignadas.
- Mencionar en qué tiempo se lograrán resultados y cuáles serían los hitos o resultados intermedios (en caso los hubiese).
- Finalmente reportar los resultados obtenidos o el avance (en caso los hubiese).

VIII. MONITOREO, CONTROL Y REPORTE DE LA CALIDAD AMBIENTAL

El monitoreo, control y reporte de la calidad ambiental tienen como fin asegurar y mantener el desempeño ambiental adecuado de los procesos que se desarrollan en las infraestructuras para residuos sólidos.

Asimismo, se debe tener en cuenta que el control de la calidad ambiental no solo depende de los parámetros ambientales que se hayan indicado en los instrumentos de gestión ambiental de la infraestructura o los que se hayan aprobados por la autoridad competente al otorgar la certificación ambiental.

8.1. PARÁMETROS A MONITOREAR

Durante el desarrollo de los procesos del servicio de limpieza pública realizados en infraestructuras de residuos sólidos, normalmente, se generan polvos, partículas suspendidas que portan microorganismos, ruido, olores y otros agentes físicos, químicos y biológicos, que pueden afectar directamente a las personas, o bien dispersarse sobre los elementos del ambiente.

Por tal motivo, se deben evaluar parámetros ambientales de calidad de aire, ruido y adicionalmente la calidad de los efluentes vertidos a la red de aguas residuales.

La cantidad de parámetros y frecuencia de monitoreo dependen del plan de monitoreo que contenga el instrumento de gestión ambiental aprobado y de la adecuación que el operador esté llevando a cabo en el caso de que hayan agregado nuevos parámetros a los estándares de calidad ambiental del país.

En términos generales, se recomienda monitorear mínimamente los siguientes parámetros: material particulado con diámetro menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$), ruido, monóxido de carbono (medido en ocho (8) horas), sulfuro de hidrógeno (H_2S medido en 24 horas) y benceno (C_6H_6).

Adicionalmente, se debe tomar información sobre la temperatura en el ambiente, la humedad y la presión atmosférica. Los monitoreos no se deberán llevar a cabo en periodos de lluvias ya que se podría tener interferencia en los resultados.

El monitoreo de la emisión de gases es especialmente importante una vez que se haya iniciado la operación del relleno sanitario, ya que esto permitirá ajustar las opciones de mitigación de gases de efecto invernadero, tanto por la cantidad como el porcentaje de metano liberado.

De acuerdo con el Reglamento de la LGIRS, los operadores de rellenos sanitarios que operen más de 200 toneladas de residuos sólidos por día, deben implementar progresivamente la captura y quema centralizada de gases de efecto invernadero y en el caso de que la cantidad de

residuos manejada sea menor, deben implementar la captura y quema convencional de gases o cualquier otra medida orientada a la mitigación de gases de efecto invernadero.

En la actualidad existen analizadores de gases de rellenos sanitarios en el mercado, tanto para la medición en las chimeneas como en los interiores de plantas en donde se aproveche el gas metano como combustible para generación de energía.

Asimismo, pese a no ser parámetros de calidad ambiental, se miden y analizan también los parámetros de los efluentes que se viertan a la red de alcantarillado o se reportan las mediciones hechas en el marco de las supervisiones de la empresa prestadora de servicios (EPS) de saneamiento correspondiente o la que haga sus veces, de acuerdo con los periodos y las metodologías que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento haya aprobado.

Por otro lado, en el caso de rellenos sanitarios se debe contemplar la verificación y control de lixiviados, ya que en el caso de derrames de la poza de lixiviados o de la celda de residuos sólidos se impactaría el suelo más de lo permitido. En este sentido, los pozos de monitoreo de aguas subterráneas con que cuente el relleno sanitario serán las instalaciones donde se tomarán las muestras correspondientes.

Si bien el análisis de la calidad del agua subterránea no cuenta con un estándar de calidad específico, se deben definir las condiciones de línea base (antes de la construcción del relleno sanitario), considerando los parámetros relacionados a los posibles contaminantes de la disposición final de residuos sólidos. Para el monitoreo de aguas subterráneas se puede usar referencialmente la propuesta presentada en la “Guía de diseño, construcción, operación y mantenimiento de relleno sanitario mecanizado”.³³

8.2. FRECUENCIA DE MEDICIONES

Los monitoreos deberán realizarse de acuerdo con la periodicidad que haya aprobado la autoridad competente (municipalidad provincial, gobierno regional o el SENACE), para otorgar la certificación ambiental en la etapa de proyecto.

Asimismo, se recomienda una frecuencia mínima semestral para cada uno de los parámetros sugeridos en distintas estaciones (seca y húmeda), lo cual se debe concordar con lo establecido en el programa de monitoreo del instrumento de gestión ambiental que se haya aprobado.

8.3. ESTACIONES DE MONITOREO

Tanto para el monitoreo de aguas superficiales como de la calidad de aire, deben definirse estaciones de monitoreo y analizar los parámetros relacionados a los procesos realizados en las infraestructuras para residuos sólidos, de acuerdo a los estándares de calidad ambiental establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. En ambos casos se deben considerar las metodologías y procedimientos de muestreos y análisis correspondientes.

Por ejemplo, para el monitoreo de la calidad de aire en plantas de transferencia se toma como referencia de emisión la zona en la que se ubican los embudos, respecto a los cuales se definen

³³ Ministerio del Ambiente, Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario, Lima-2009. Disponible en el portal web del Sistema Nacional de Información Ambiental: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-diseno-construccion-operacion-mantenimiento-cierre-relleno>

zonas de barlovento y sotavento, prioritariamente al exterior o en el límite de la planta de transferencia.

En el caso de las mediciones de aguas residuales, estas se llevarán a cabo en la caja de registro previa a la descarga al alcantarillado de la red.

Finalmente, se debe tener en cuenta que las estaciones de monitoreo dependen de los parámetros de agua o aire que se monitorearán.

8.4 REPORTE DEL MONITOREO AMBIENTAL

Para el reporte de monitoreo ambiental se recomienda contemplar en el contenido los siguientes ítems: antecedentes, metodología (parámetros evaluados, puntos de muestreo o medición y metodologías tanto de muestreo como de análisis), resultados, discusión y comparación con los estándares de calidad ambiental vigentes y valores de línea base; y, conclusiones.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Fernando A. Paraguassú de Sá, Carmen Rocío Rojas Rodríguez, Indicadores para el Gerenciamiento del Servicio de Limpieza Pública, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – CEPIS, División de Salud y Ambiente, Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, Lima, 2001.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – CEPIS, OPS/CEPIS/PUB/02.90, Guía para la regulación de los servicios de limpieza urbana, 2002 – Lima – Perú.
- Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Educación Continua, Curso Institucional: Barrido y Recolección de Residuos Sólidos y Municipales, México D.F. 2002.
- Empresa Municipal Administradora de Peaje de Lima – EMAPE, Procedimiento del Servicio de Barrido de las Vías a Cargo de Emape, Lima, 2012.
- Ministerio del Ambiente, Viceministerio de Gestión Ambiental, UE 003-Programa de Desarrollo de Sistemas de Gestión Integral de Residuos Sólidos en Zonas Prioritarias – Contrato de Préstamo BID N° 2759/OC-PE, Proceso de Comparación de Precios N° 006 – 2018 – MINAM – BID, Lineamientos para la Adquisición de Equipos de Protección Personal destinados al Programa de Desarrollo de Sistemas de Gestión Integral de Residuos Sólidos en Zonas Prioritarias.
- Resolución Directoral N° 02 – 2018 – MTC/14, Glosario de Términos de Uso Frecuente en los Proyectos de Infraestructura Vial.
- City Planing, Análisis del Sistema de Barrido de la Comuna de Santiago, octubre de 2014, Santiago – Chile.

X. ANEXOS

Anexo 1. Hoja técnica para la operación de almacenamiento de residuos sólidos en espacios públicos.

Anexo 2. Ejemplo para el dimensionamiento de islas de contenerización.

Anexo 3. Secuencia de pasos para el lavado de higienización de papeleras y/o contenedores

Anexo 4. Hoja técnica para la operación de barrido y limpieza en espacios públicos.

Anexo 5. Ejemplo de programación de la recolección de residuos sólidos

Anexo 6. Hoja técnica para la operación de recolección y transporte de residuos sólidos.

Anexo 7. Hoja técnica para el proceso de transferencia de residuos sólidos.

Anexo 8. Hoja técnica para el proceso de valorización de residuos sólidos.

Anexo 9. Hoja técnica para el proceso de disposición final de residuos sólidos.

Anexo 10. Formato para supervisión para operaciones y procesos del servicio de limpieza pública.

Anexo 1. Hoja técnica para la operación de almacenamiento de residuos sólidos en espacios públicos

ALMACENAMIENTO EN ESPACIOS PÚBLICOS

DESCRIPCIÓN

Consiste en el acopio temporal de residuos sólidos, mediante un equipamiento técnicamente dimensionado y diseñado comprendido por papeleras y contenedores.

El diseño y dimensionamiento deberá realizarse de acuerdo a la generación de residuos sólidos, las características climáticas y/u operativas como capacidad de uso, la ubicación ya sea en vías (calles, avenidas) y espacios públicos de alta afluencia de personas, la presencia de comercios u otras actividades; y, otros espacios y situaciones definidos por la municipalidad en función de su necesidad.

PROCEDIMIENTO

ESPECIFICACIONES

Contempla el desarrollo de tres (3) etapas:

Planificación

La planificación tiene por finalidad definir el dimensionamiento, la ubicación de zonas a coberturar y determinación de las características técnicas de las papeleras o contenedores.

- El dimensionamiento en papeleras estarán en función del espacio público donde se implementará; mientras que para los contenedores será necesario realizar cálculos.
- Para determinar la ubicación se debe tener en cuenta no alterar el ornato y la tranquilidad pública.
- Las características técnicas involucran dimensiones, material, composición, densidad, resistencia y otros acorde a dispositivos normativos, reglamentarios, técnicos u otros según corresponda.

Implementación

Debe estar articulada con las operaciones de barrido y limpieza en espacios públicos y recolección de residuos sólidos.

- No se debe sobrepasar la capacidad del dispositivo de almacenamiento por la falta de recolección.
- La recolección debe realizarse a un tercio de su capacidad y no cuando aún están vacías.
- Contar con un instructivo de operación.
- Los puntos de recolección deben ser implementados acorde a lo establecido en los planes de rutas de barrido y limpieza de

Mantenimiento

Contempla el desarrollo de un programa de mantenimiento, pudiendo ser preventivo o correctivo e involucrar actividades de limpieza e higienización de las papeleras o contenedores, de manera manual o mecanizada.

Las actividades del programa de mantenimiento se desarrollarán de acuerdo a la realidad y contexto de la prestación del servicio, considerando aspectos como capacidad operativa para el desarrollo de la actividad, personal suficiente, equipamiento, recursos financieros para el sostenimiento del servicio, entre otros.

Anexo 2. Ejemplo para el dimensionamiento de islas de contenerización.

Dimensionamiento de islas de contenerización

Se desea implementar una isla de contenerización con contenedores soterrados, donde se recolectarán residuos orgánicos valorizables, residuos inorgánicos valorizables y residuos sólidos no valorizables. Se asumirán los siguientes datos:

GPC_{dom} 0.55 Kg/hab/día

Densidad 150 kg/m³

Composición 45% orgánicos, 8% inorgánicos y 47% no valorizables.

Población 35,000 hab

Viviendas en zona urbana 7,500

Viviendas en zona de recolección 750

Paso 1: Asumiendo que existe una distribución uniforme de la población en todas sus zonas, podemos generar un ratio de habitantes por vivienda:

$$\text{Habitantes por vivienda} = \frac{\text{Población urbana}}{\text{Cantidad de viviendas en el distrito}}$$

$$\text{Habitantes por vivienda} = \frac{35,000}{7,500} = 4.67 \cong 5 \text{ hab/viv.}$$

Paso 2: De modo que la cantidad de viviendas estimadas para la zona seleccionada será el producto de la cantidad de viviendas por el ratio de habitantes por vivienda que se ha estimado:

$$\text{Habitantes en la zona seleccionada} = 5 \text{ hab/viv} \times 750 \text{ viv.} = 3,750 \text{ habitantes}$$

Paso 3: Con esta cantidad de habitantes, calcularemos la cantidad de residuos sólidos generados en esta zona:

$$RRSS = 3,750 \text{ hab} \times 0.55 \frac{\text{Kg}}{\text{hab-día}} = 2,062.50 \cong 2,063 \text{ Kg/día}$$

Paso 4: Habiendo obtenido esto, podemos realizar la estimación del volumen de residuos sólidos generados, dividiendo la generación en kilogramos por la densidad:

Para los residuos sólidos inorgánicos valorizables:

$$\text{Vol}_{\text{Generado}} = \frac{2,063 \text{ Kg/día}}{150 \text{ Kg/m}^3} = 13.15 \approx 14 \text{ m}^3/\text{día}$$

Dimensionamiento de islas de contenerización

Con ese volumen y asumiendo que la composición en peso es homogénea en todos los residuos sólidos, se estimará la cantidad de contenedores necesarios:

$$Vol_{\text{Generado RRSS Inorg Valorizable}} = 0.08 \times 14 \text{ m}^3/\text{día} = 1.12 \text{ m}^3/\text{día}$$

Sin embargo, debemos considerar que los residuos sólidos inorgánicos valorizables, están constituidos principalmente por envases de plástico, papel y cartón, que presentan una densidad menor, por lo que se espera que el volumen necesario para el dimensionamiento de la cantidad de contenedores sea aproximadamente 50% más del resultado que se obtenga para este tipo de residuo:

$$Vol_{\text{Generado RRSS Inorg Valorizable}} = 1.12 \text{ m}^3/\text{día} \times 1.50 = 1.7 \approx 2 \text{ m}^3/\text{día}$$

El redondeo de 1.7 a 2 ya que se refiere a cantidades que deben completar un contenedor.

Para los residuos sólidos orgánicos valorizables:

La estimación de volumen será de la siguiente manera:

$$Vol_{\text{Generado RRSS Org Valorizable}} = 0.45 \times 14 \text{ m}^3/\text{día} = 6.30 \text{ m}^3/\text{día}$$

Para los residuos sólidos no valorizables:

La estimación de volumen será de la siguiente manera:

$$Vol_{\text{Generado RRSS No Valorizable}} = 0.47 \times 14 \text{ m}^3/\text{día} = 6.58 \text{ m}^3/\text{día}$$

Paso 5: Se determinará la capacidad de contenedores, en este caso, seleccionaremos contenedores de 1,300 litros o de 1.3 metros cúbicos.

Se debe procurar que nunca se alcance la capacidad máxima de contenedores, es decir, un contenedor de 1.3 m³ pueda llenarse hasta 1 m³ como máximo.

Es necesario adicionar un volumen marginal al volumen de residuos sólidos que puedan almacenar los contenedores, esto debido a que se debe prever cualquier contingencia en la recolección (huelgas, paros, desperfecto del equipamiento, maquinarias, etc.), de modo que la capacidad de contenerización no se vea afectada y no se generen puntos críticos.

Dimensionamiento de islas de contenerización

Paso 6: Definir la frecuencia de recolección de los contenedores de la zona que se está trabajando. Se asume una frecuencia de recolección es diaria, es decir 7 de 7 días o 1, que es lo mismo.

$$N_{\text{Contenedores}} = \frac{\text{Vol}_{\text{Generado}}}{f \times C_{\text{cont}}}$$

Para los residuos orgánicos valorizables:

$$N_{\text{Contenedores Org valorizable}} = \frac{6.30 \text{ m}^3 / \text{día}}{1 \times 1 \text{ m}^3 / \text{Contenedor}} = 6.3 \approx 7 \text{ Contenedores/día}$$

Para los residuos inorgánicos valorizables:

$$N_{\text{Contenedores Inorg valorizable}} = \frac{2 \text{ m}^3 / \text{día}}{1 \times 1 \text{ m}^3 / \text{Contenedor}} = 2 \text{ Contenedores/día}$$

Para los residuos sólidos no valorizables:

$$N_{\text{Contenedores No valorizable}} = \frac{6.58 \text{ m}^3 / \text{día}}{1 \times 1 \text{ m}^3 / \text{Contenedor}} = 6.58 \approx 7 \text{ Contenedores/día}$$

Paso 7: Asimismo, si se desea distribuir uniformemente los contenedores en dos islas, se tendría: 1 para residuos inorgánicos valorizables, 4 para orgánicos valorizables y 4 para no valorizables.

Paso 8: Como se observa, se tendrían al final 9 contenedores en una sola isla, lo cual resulta poco manejable en términos de realizar las obras civiles para contenedores soterrados, tiempo de evacuación, costo de mantenimiento, entre otros. De modo que consideraremos instalar contenedores de 640 litros de capacidad, considerando una capacidad efectiva de 500 litros o 0.50 m³.

Paso 9: Se aplica nuevamente la ecuación del paso 5:

Para los residuos orgánicos valorizables:

$$N_{\text{Contenedores Org valorizable}} = \frac{6.30 \text{ m}^3 / \text{día}}{1 \times 0.5 \text{ m}^3 / \text{Contenedor}} = 12.6 \approx 13 \text{ Contenedores/día}$$

Para los residuos inorgánicos valorizables:

$$N_{\text{Contenedores Inorg valorizable}} = \frac{2 \text{ m}^3 / \text{día}}{1 \times 0.5 \text{ m}^3 / \text{Contenedor}} = 4 \text{ Contenedores/día}$$

Dimensionamiento de islas de contenerización

Para los residuos sólidos no valorizables:

$$N_{\text{Contenedores No valorizable}} = \frac{6.58 \text{ m}^3 / \text{día}}{1 \times 0.5 \text{ m}^3 / \text{Contenedor}} = 13.16 \approx 14 \text{ Contenedores/día}$$

Paso 10: Como se ve con estas cantidades es difícil generar distribuciones que sean uniformes, de modo que hay que buscar el número de contenedores para cada tipo de residuos que permita una distribución adecuada para las 750 viviendas, de este modo, se pueden generar los siguientes arreglos:

| VOLUMEN DE CONTENEDORES | ARREGLO DE ISLAS DE CONTENERIZACIÓN |
|---|--|
| Opción 1 0.64 m ³ (carga aprovechable 0.50 m ³) | 6 islas de contenerización, cada una con 7 contenedores por isla: 1 contenedor de residuos sólidos inorgánicos valorizables 3 contenedores de residuos sólidos orgánicos valorizables 3 contenedores de residuos sólidos no valorizables |
| Opción 2 0.64 m ³ (carga aprovechable 0.50 m ³) | 8 islas de contenerización, cada una con 05 contenedores por isla: 1 contenedor de residuos sólidos inorgánicos valorizables 2 contenedores de residuos sólidos orgánicos valorizables 2 contenedores de residuos sólidos no valorizables |

Fuente: Elaboración propia

NOTA: Como se observa, en ambos casos se cuenta con una capacidad sobredimensionada; sin embargo, esto es prudente tomando en cuenta que cada isla de contenerización debe ser accesible y tener un radio de acción que no sea extendido. Adicionalmente se debe considerar la disponibilidad presupuestal suficiente para la inversión y funcionamiento, hábitos de la población para trasladar sus residuos hacia las islas de contenerización, educación y sensibilización ambiental; y, acciones de vigilancia.

Anexo 3. Secuencia de pasos para el lavado de higienización de papeleras y/o contenedores

1. Asegurar que el personal designado para el lavado e higienización cuente con la totalidad de equipos de protección personal (guantes, lentes de seguridad, uniforme e impermeable, botas de jébe de caña alta, entre otros que considere necesario).
2. Ubicar los contenedores y papeleras que han sido programados para su lavado e higienización, verificando que no existan residuos sólidos en su interior. En caso hubiese, retirar los residuos sólidos restantes.
3. Preparar la solución de detergente (o espuma) y aplicar en la superficie total de los contenedores y/o papeleras. Se sugiere que esta acción se realice con una mochila pulverizadora manual, pistola de espuma o con equipo especializado.
4. Dejar reposar alrededor de 5 minutos el detergente o espuma.
5. Refregar con una esponja, trapo u escobillón hasta eliminar los restos de residuos adheridos a las paredes o base del dispositivo almacenamiento.

En caso se cuente con hidro-lavadora, se pueden realizar todas las acciones antes descritas en un menor tiempo; no siendo necesario refregar las superficies, ya que facilita retirar los residuos adheridos con la propia presión del agua.

6. Verter abundante agua hasta garantizar que no haya presencia del detergente. En caso se cuente con hidro-lavadora se debe asegurar de contar con la cantidad de agua necesaria.
7. Desinfectar con lejía (hipoclorito de sodio) por dentro y por fuera del dispositivo de almacenamiento, para lo cual se podrá usar trapos, mochila pulverizadora manual o equipo especializado.
8. Dejar actuar en la superficie por alrededor de 5 minutos, usando un paño para dispersar y homogenizar el desinfectante.
9. Enjuagar con abundante agua usando el equipo y/o materiales apropiados.
10. Secar con paños y/o temperatura de ambiente; en caso corresponda.
11. Asegurarse que las aguas grises generadas durante el lavado y desinfección de los contenedores y papeleras, se viertan al sumidero más cercano a fin que llegue al sistema de alcantarillado.
12. Al finalizar la labor se debe someter a limpieza y desinfección los equipos y herramientas usados.

Anexo 4. Hoja técnica para la operación de barrido y limpieza en espacios públicos.



DESCRIPCIÓN

Tiene por finalidad que los espacios públicos que incluyen vías, plazas y demás áreas públicas, tanto en el ámbito urbano como rural, queden libres de residuos sólidos. Esta operación cuenta con dos (2) componentes principales: barrido en vías públicas y limpieza en espacios públicos.

Si bien es cierto, ambos comparten una logística similar, en el caso del barrido existen diversos tipos y condiciones que deben considerarse; en tanto que, la limpieza de espacios públicos se define mayormente por el tipo de espacio, infraestructura o monumento que se debe preservar para mantener las condiciones de ornato en la ciudad o localidad.

PROCEDIMIENTO

Contempla el desarrollo de tres (3) etapas:

Programación

La correcta programación deberá considerar los siguientes aspectos: rendimiento, componentes de la vía, tipos de espacios urbanos, horario y frecuencia.

ESPECIFICACIONES

Se recomienda realizar la recolección de residuos sólidos, paralelamente al barrido, dado que, muchas veces por la diferencia de horarios en los que se realizan dichas operaciones, existen un tiempo considerable de exposición de los residuos sólidos en las vías públicas. Asimismo, se debe tener en cuenta que ello podría generar un punto crítico o que los residuos sólidos se dispersen.

Ejecución

La ejecución del barrido de vías públicas estará determinada principalmente por el tipo de espacio urbano, pudiendo ser manual y/o mecanizado.

El barrido manual puede ser: a fondo o boleó, superficial y papeleo. Mientras que, el barrido mecanizado se justifica cuando las distancias que se cubren permiten operar al equipo seleccionado por lo menos en un turno diario por cinco (5) días a la semana.

De tal manera, que no se cuente con una capacidad sobredimensionada.

Mantenimiento

Los equipos y herramientas usadas en la operación de barrido y limpieza en espacios públicos, deben recibir un mantenimiento y reemplazo oportuno en función de la vida útil de las mismas.

Las actividades involucradas en el mantenimiento son:

- Lavado.
- Reparación, cambio y acondicionamiento.
- Descarte.

Anexo 5. Ejemplo de programación de la recolección de residuos sólidos

Programación de la recolección de residuos sólidos

En primer lugar, se identifican las condiciones del proceso de recolección y la disponibilidad de recursos:

18 Kilómetros es la distancia del distrito al relleno sanitario, por lo que no se requiere una planta de transferencia.

6 Zonas o rutas de recolección definidas en el plan de rutas de recolección, distribuidas de la siguiente manera:

| N° rutas | Tipo de generador | Turno |
|----------|--|------------------------------|
| 2 | No domiciliario (comercial) | Diario 12:00 am – 6:00 am |
| 2 | Domiciliario | 5 veces a la semana |
| 2 | Domiciliario (zonas compuestas por cerros, callejones y de difícil acceso) | 3 veces a la semana |

4 Unidades vehiculares de recolección, de los cuales 3 son camiones compactadores de 12m³ y 1 es camión baranda de 3m³ o 1.8 toneladas de capacidad.

15 Operarios/as compuestos por 5 choferes y 10 ayudantes de recolección, quienes deberán descansar 1 vez por semana.

NOTA: Un equipo de trabajo está conformado por 1 chofer y 2 ayudantes.

A continuación, se desarrollan los pasos para realizar la programación:

Paso 1: Definir la matriz de horarios de recolección:

| Zona | Tipo de Zona | Descripción | Horario |
|--------|-----------------|------------------------|----------------|
| Zona 1 | Domiciliaria | Zona de difícil acceso | Mañana o Tarde |
| Zona 2 | Domiciliaria | Zona de difícil acceso | Mañana o Tarde |
| Zona 3 | Domiciliaria | Zona de fácil acceso | Nocturno |
| Zona 4 | Domiciliaria | Zona de fácil acceso | Nocturno |
| Zona 5 | No domiciliaria | Comercial | Nocturno |
| Zona 6 | No domiciliaria | Comercial | Nocturno |

Fuente: Elaboración Propia

Paso 2: Una vez definidos los horarios para cada zona, establecemos las frecuencias, las cuales no dependen de los vehículos o personal con el que se cuente.

Programación de la recolección de residuos sólidos

NOTA: Comúnmente se denomina “descanseros” a aquellos trabajadores que suplen alguna jornada de trabajo.

Paso 3: Para cumplir con las frecuencias y respectivos descansos, se requieren 4 camiones compactadores; sin embargo, solo se contaban con 3 unidades vehiculares. Por ello se ha redefinido que en la zona 4 se realice la recolección de residuos sólidos en el turno mañana, de modo que, un solo vehículo pueda cubrir 2 zonas.

| Zona | Horario | Días de la semana | | | | | | | Vehículo | Equipo de trabajo | Descanseros |
|--------|---------|-------------------|---|---|---|---|---|---|------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| | | D | L | M | M | J | V | S | | | |
| Zona 1 | Mañana | | x | | x | | | x | Baranda 1 | Chofer 1 Ayudante 1 | Ninguno |
| Zona 2 | Mañana | x | | x | | x | | | Baranda 1 | Ayudante 2 | |
| Zona 3 | Noche | x | | | x | | x | x | Compacta 1 | Chofer 2 Ayudante 3 Ayudante 4 | Ninguno |
| Zona 4 | Mañana | x | | x | x | | x | x | Compacta 1 | Chofer 3 Ayudante 5 Ayudante 6 | Ninguno |
| Zona 5 | Noche | x | x | x | x | x | x | x | Compacta 2 | Chofer 4 Ayudante 7 Ayudante 8 | Chofer 2 Ayudante 3 Ayudante 4 |
| Zona 6 | Noche | x | x | x | x | x | x | x | Compacta 3 | Chofer 5 Ayudante 9 Ayudante 10 | Chofer 3 Ayudante 5 Ayudante 6 |

Fuente: Elaboración Propia

NOTA: Para que la programación de la operación de recolección de residuos sólidos resulte idónea, se debe reforzar la comunicación y fiscalización a los usuarios sobre el horario y frecuencia del servicio. Asimismo, en el caso de los vehículos destinados a zonas comerciales se debe llevar a cabo el recorrido por avenidas principales de dicha zona; todo ello con la finalidad de evitar la formación de puntos críticos.

Adicionalmente, es necesario tener un control estricto de los vehículos y procurar sus rotaciones para equiparar su desgaste. Y en caso sea necesario y de acuerdo a la disponibilidad de recursos, se puede añadir vehículos menores (motofurgón, minivolquetes) para el repaso en las zonas en las que se presenten problemas con la recolección de residuos sólidos.

Programación de la recolección de residuos sólidos

| Zona | Horario | Días de la semana | | | | | | | Tipo de frecuencia |
|--------|---------|-------------------|---|---|---|---|---|---|--------------------|
| | | D | L | M | M | J | V | S | |
| Zona 1 | Mañana | | x | | x | | | x | 3 veces por semana |
| Zona 2 | Mañana | x | | x | | x | | | 3 veces por semana |
| Zona 3 | Noche | x | | x | x | | x | x | 5 veces por semana |
| Zona 4 | Noche | x | | x | x | | x | x | 5 veces por semana |
| Zona 5 | Noche | x | x | x | x | x | x | x | Diario |
| Zona 6 | Noche | x | x | x | x | x | x | x | Diario |

Fuente: Elaboración Propia

Se han ordenado las frecuencias de recolección de modo que las zonas 1 y 2 cuenten con un servicio de recolección de 3 veces por semana, mínimo establecido, permitiendo atender ambas zonas con un mismo vehículo y el mismo personal en 6 días y con 1 día de descanso (viernes).

En el caso de las zonas 3 y 4, se ha establecido una frecuencia de 5 veces por semana, pudiéndose solo atender una zona de recolección con un vehículo y un equipo de trabajo, quedando 1 día libre de descanso y 1 día sin servicio; ambos colorados en la tabla.

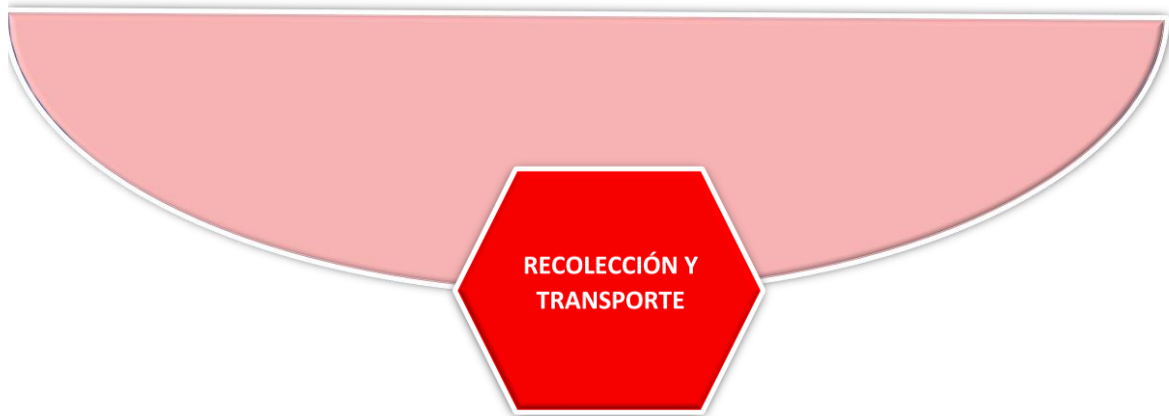
Finalmente, en el caso de las zonas 5 y 6, el proceso de recolección se llevará a cabo los 7 días de la semana, correspondiendo 1 día de descanso para el equipo de trabajo. Por ello, se ha coloreado en la tabla el día viernes, quedando por cubrir el trabajo en estas zonas dicho día.

Paso 4: La organización de los equipos de trabajo se debe realizar de tal modo que estos cumplan con 6 días de trabajo a la semana. Para el ejemplo se debe considerar que los equipos de trabajo asignados en las zonas de frecuencia diaria deben contar con un día de descanso, el cual será cubierto por el personal que trabaja 5 días a la semana en sus zonas asignadas, de este modo se cumplen 06 días de trabajo y uno de descanso.

| Zona | Días de la semana | | | | | | | Vehículo | Equipo de trabajo | Descanseros |
|--------|-------------------|---|---|---|---|---|---|------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| | D | L | M | M | J | V | S | | | |
| Zona 1 | | x | | x | | | x | Baranda 1 | Chofer 1 Ayudante 1 | Ninguno |
| Zona 2 | x | | x | | x | | | Baranda 1 | Ayudante 2 | |
| Zona 3 | x | | x | x | | x | x | Compacta 1 | Chofer 2 Ayudante 3 Ayudante 4 | Ninguno |
| Zona 4 | x | | x | x | | x | x | Compacta 2 | Chofer 3 Ayudante 5 Ayudante 6 | Ninguno |
| Zona 5 | x | x | x | x | x | x | x | Compacta 3 | Chofer 4 Ayudante 7 Ayudante 8 | Chofer 2 Ayudante 3 Ayudante 4 |
| Zona 6 | x | x | x | x | x | x | x | Compacta 4 | Chofer 5 Ayudante 9 Ayudante 10 | Chofer 3 Ayudante 5 Ayudante 6 |

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6. Hoja técnica para la operación de recolección y transporte de residuos sólidos.



DESCRIPCIÓN

Es la acción de recoger selectivamente los residuos sólidos para transportarlos y continuar con su posterior manejo. Existen 4 metodologías para realizar la recolección: de esquina o parada fija, de acera, puerta a puerta y contenerización (superficial o soterrada).

PROCEDIMIENTO

Contempla el desarrollo de tres (3) etapas:

Planificación

La programación es parte de la planificación y consiste en establecer la frecuencia y el horario, acorde a lo definido en el plan de rutas. Asimismo, se debe considerar que la frecuencia mínima de recolección y transporte de residuos sólidos no aprovechables es de 3 veces por semana, mientras que la frecuencia de aprovechables será definida por la municipalidad de acuerdo a su capacidad y recursos con los que se cuente.

ESPECIFICACIONES

Los aspectos técnicos a tener en cuenta para la planificación son:

- Características de las vías (tales como: estado, sentido, presencia de pendientes o calles estrechas, entre otras).
- Tamaño de las zonas.
- Cantidad de personal con el que se dispone.
- Características de las unidades vehiculares (tales como: dimensiones, capacidad, estado, entre otras).

Ejecución

Puede realizarse con unidades vehiculares convencionales y no convencionales.

Asimismo, se puede llevar a cabo a través de cuatro (4) metodologías: recolección puerta a puerta, de esquina o parada fija, de acera y con contenerización.

| UNIDADES VEHICULARES | DESVENTAJA |
|---|---|
| Camiones baranda de doble carreta | No son de fácil maniobra. |
| Camiones de plataforma o con baranda baja | Hace que los residuos sólidos se dispersen con el viento o con el movimiento de la unidad vehicular durante el transporte. |
| Camiones madrina | No es útil, ya que demanda un elevado consumo de combustible y genera obstrucciones al tránsito vehicular. Además, incrementa el riesgo de accidentes, dado que no está diseñado para su tránsito en zonas residenciales. |

Mantenimiento

Se requiere contar con un mantenimiento oportuno en los periodos y condiciones que establece el fabricante, debiendo ser debidamente programado a fin de no afectar la prestación del servicio.

Cuando el servicio de limpieza pública cuente con más de cinco (5) unidades vehiculares tanto para recolección como para distribución de personal, se requiere contar con maestranza o espacio destinado al mantenimiento de las unidades vehiculares.

Anexo 7. Hoja técnica para el proceso de transferencia de residuos sólidos.



Anexo 8. Hoja técnica para el proceso de valorización de residuos sólidos.



Anexo 9. Hoja técnica para el proceso de disposición final de residuos sólidos.



DESCRIPCIÓN

Es el proceso para disponer los residuos sólidos en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura. Los residuos sólidos que deben ir a disposición final son aquellos que no pueden ser valorizados por la tecnología u otras condiciones debidamente sustentadas, debiendo ser aislados y/o confinados en infraestructuras debidamente autorizadas, de acuerdo a las características físicas, químicas y biológicas del residuo con la finalidad de eliminar el potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente.

TIPOS DE RELLENOS SANITARIOS

Los residuos sólidos municipales se disponen en infraestructuras de disposición final denominadas rellenos sanitarios, los cuales pueden ser:

Según el tipo de técnica para descomposición

- Convencionales anaeróbicos.
- Semiaeróbicos.
- Aerobios.

Según la cantidad de residuos sólidos

- Manual.
- Semimecanizado.
- Mecanizado.

PROCEDIMIENTO

Contempla el desarrollo de tres (3) etapas:

Planificación

Tener en cuenta el diseño y distribución de las celdas de disposición de residuos sólidos, el aseguramiento de la disponibilidad de área y organización del equipamiento.

Ejecución

Depende del método de operación seleccionado.

Mantenimiento

Realizarse en concordancia con el manual de operaciones.

SELECCIÓN DE EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTAS

Entre el equipamiento tenemos:

- Compactador con rueda dentada.
- Retroexcavadora sobre oruga.
- Tractor sobre orugas.
- Camión volquete.
- Cargador frontal sobre neumáticos.
- Minicargador frontal sobre orugas.

Entre las herramientas tenemos:

- Pisón de mano.
- Lampa o palana.
- Zapa o zapaico de dos puntas.
- Carretilla de alta o buggy.
- Estacas de madera.
- Cordel del albañil.
- Comba o martillo.

Anexo 10. Formato para supervisión para operaciones y procesos del servicio de limpieza pública.

| ASPECTO A SUPERVISAR | VERIFICACIÓN | | CONSIDERACIÓN | OBSERVACIÓN |
|--|---|---------|--|-------------|
| El personal operario cuenta con el equipo de protección personal y se encuentra debidamente identificado. | SI ____ | NO ____ | Si es que no cuenta con ello anotar el motivo. | |
| La zona o espacio que se ha barrido/limpiado se ha realizado adecuadamente. | SI ____ | NO ____ | Siempre se debe especificar que trabajos se han pedido (barrido a fondo / superficial / papeleo / limpieza con trapo / rascado de calcomanías, etc. | |
| El/La operario/a ha colocado el cono de seguridad en la vía o espacio en el que trabaja. | SI ____ | NO ____ | El cono debe estar ubicado a no más de 10 metros de la zona de trabajo. | |
| La unidad vehicular para recolección se encuentra en la zona de trabajo. | SI ____ | NO ____ | Se debe haber verificado toda la ruta de recolección. | |
| Registrar el horario en el que se realiza la recolección en la zona de trabajo a supervisar. | Horario | | El horario verificado en campo debe coincidir con el programado. | |
| En el recorrido efectuado durante la supervisión existen residuos por recoger o residuos dispersos en la vía. | SI ____ | NO ____ | En las calles por las que ya se ha realizado la recolección no debe haber residuos sólidos dispersos o bolsas que hayan sacado los usuarios del servicio. | |
| La cabina de conducción de la unidad vehicular se encuentra limpia, no existen objetos ni personas ajenas al servicio de limpieza pública. | SI ____ | NO ____ | De encontrarse personas ajenas al servicio de limpieza pública en la cabina de conducción deberá tomarse sus datos. | |
| Se cuenta con todas las herramientas y equipamiento para realizar la actividad. | SI ____ | NO ____ | Si la unidad vehicular se encuentra detenida se debería estar usando los conos de seguridad en el lado donde transitan los vehículos. | |
| Los/Las operarios/as de recolección se encuentran sentados dentro de la cuchara de recolección de la unidad vehicular. | SI ____ | NO ____ | Indicar al/la operario/a por qué es incorrecta dicha acción y explicar los riesgos que conlleva. | |
| Se encuentran bolsas o materiales que evidentemente haya sido segregados durante la recolección. | SI ____ | NO ____ | De encontrarse, se deberán generar los registros fotográficos correspondientes. | |
| Ingreso de la unidad vehicular a la planta de transferencia. | Verificar el correcto registro de la unidad. | | Se debe haber llevado a cabo el registro de la unidad (placa, hora de llegada, nombre del/la conductor/a). Especificar si se dirige a la zona transferencia o al taller. | |
| Recepción de la unidad vehicular para recolección. | La unidad debe contar con sistema de evacuación de residuos sólidos. | | Se debe haber realizado el registro de la unidad y pesaje. | |
| Transferencia de residuos sólidos. | Se debe verificar la correcta alineación entre la unidad vehicular para recolección, el embudo de | | En dicha actividad se debe procurar que no se generen derrames de residuos sólidos. | |

| ASPECTO A SUPERVISAR | VERIFICACIÓN | CONSIDERACIÓN | OBSERVACIÓN |
|---|---|---|--------------|
| | transferencia y la tolva de la unidad para transferencia. | | |
| Transporte de residuos sólidos. | Realizar registros diarios de la unidad | Si se cuenta con monitoreo satelital se deberá evaluar: velocidades de tránsito, paradas de más de 5 minutos, tiempo total de recorrido hacia la infraestructura de residuos sólidos y viceversa. | |
| | | De no contarse con monitoreo satelital, se deberá verificar aleatoriamente el recorrido y ruta de transporte de los residuos sólidos. Adicionalmente, las boletas de pesaje en el relleno sanitario, registro de ingreso y salida las infraestructuras de residuos sólidos, pudiéndose optar por controles telefónicos o radio pidiendo la localización para hacer una supervisión. | |
| Salida de la unidad vehicular para recolección. | Se deberá realizar el control de los registros de pesaje. | El abordaje de los ayudantes se realizará después del pesaje. | |
| Incidentes Reportados | | | |
| Supervisor/a encargado/a: | Firma | Códigos de fotografías tomadas | Fecha y Hora |
| Operario/o Supervisado/a: | Firma | | |

XI. GLOSARIO

| | | |
|------------------------|---|--|
| Acémila | : | Mula o macho de carga |
| Acera o vereda | : | Parte de una vía urbana o de un puente destinada exclusivamente al tránsito de peatones. También se denomina vereda ³⁴ . |
| Barrido manual | : | Es la operación de limpieza realizada por el/la operario/a o varios/as operarios/as que tiene a su cargo la limpieza de la/s vía/s pública/s, en función al tipo de barrido. |
| Barrido mecanizado | : | Cuando se realice con equipamiento que utilice alguna fuente de energía distinta a la fuerza de una persona (combustible, corriente eléctrica, etc.). |
| Beneficiario/a | : | Es el individuo o empresa con autorización de percibir ciertas prestaciones o derechos. |
| Berma | : | Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de unidades vehiculares en caso de emergencia ³⁵ |
| Biogás | : | Es una mezcla gaseosa formada principalmente de metano y dióxido de carbono, pero también contiene diversas impurezas. La composición del biogás depende del material sujeto a descomposición y del funcionamiento del proceso. Cuando el biogás tiene un contenido de metano superior al 45% es inflamable. |
| Calzada | : | Plano superficial del pavimento, que soporta directamente las cargas de tráfico vehicular |
| Carretera | : | Camino para el tránsito de unidades vehiculares motorizadas de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones ³⁵ . |
| Ciclo de transferencia | : | Comprendido por las actividades de carga, traslado al relleno sanitario y retorno de la unidad vehicular a la planta de transferencia. |
| Contenerización | : | Sistema de almacenamiento de residuos sólidos. |

³⁴ Resolución Directoral N° 02 – 20118- MTC/14 aprueba el Glosario de Términos de uso frecuente en los Proyectos de Infraestructura Vial.

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Consumo de combustible | : | Es la cantidad de combustible consumido por el equipamiento durante el desarrollo de una operación, la cual está medido en cantidad nominal de combustible gastado por día o turno usado por equipamiento, por kilómetro recorrido y por carga operada. |
| Cunetas | : | Canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento ³⁵ . |
| Estación | : | Conjunto de líneas de servicio en una planta de transferencia. |
| Fosa de almacenamiento | : | Es una plataforma donde se descargan los residuos sólidos de las unidades vehiculares de menor capacidad, luego posteriormente los residuos son cargados en los vehículos de transferencia con equipos auxiliares, también denominado silos de acumulación. |
| Fuente de generación | : | Son aquellos predios considerados como viviendas, así como los que realizan actividades económicas e institucionales, en consecuencia, por su desarrollo generan residuos sólidos. |
| Hidro-lavadora | : | Equipo utilizado para verter agua a presión y/o solución de espuma o detergente. |
| Isla de contenerización | : | Es aquel punto que agrupa dos o más contenedores para que faciliten la separación de los residuos en una zona de recolección, también denominado punto limpio. |
| Línea de servicio | : | Es el lugar donde se coloca el vehículo para descargar los residuos sólidos, la cual puede contener varios embudos que facilitan la descarga por gravedad de residuos sólidos hacia el vehículo de transferencia. |
| Maestranza | : | Es la instalación donde funciona el área administrativa y los talleres de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos y maquinarias, que comprende realizar actividades como reparaciones, lavado de equipos, almacenaje u otras afines |
| Operaciones | : | El servicio de limpieza pública está comprendido por las operaciones de barrido, limpieza y almacenamiento en espacios públicos, recolección y transporte de residuos sólidos. |
| Operador | : | Es la persona con conocimiento técnico - especializado para operar equipos y/o equipamiento utilizados en los |

| | | |
|---------------------------|---|---|
| | | procesos para manejo de los residuos sólidos |
| Operario/a | : | Es la persona que realiza la operación física básica en los procesos del manejo de los residuos sólidos, cumpliendo en todo momento las normas de calidad, medio ambiente, seguridad y técnico-sanitarias establecidas en el marco normativo relacionado a la materia. |
| Papeleta de programación | : | Documento de control interno para uso y salida de la unidad vehicular. |
| Peso bruto | : | Es el peso del producto (neto) incluyendo el peso del contenedor o empaque (tara). |
| Peso neto | : | Es el peso del producto sin incluir el peso del contenedor o empaque (tara) |
| Peso Tara | : | Es el peso del contenedor o empaque sin incluir el peso del producto (neto). |
| Procesos | : | El servicio de limpieza pública está comprendido por los procesos de transferencia, valorización y disposición final de residuos sólidos. |
| Programa de mantenimiento | : | Es un documento de planificación, en el cual se enlista las tareas de mantenimiento de las instalaciones, equipos y equipamiento en los periodos de tiempo oportuno, así como los responsables de la misma. |
| Recolección neumática | : | Consiste en un sistema de recolección de residuos sólidos, conformado en su punto inicio por buzones soterrados que están conectados a una central de recogida mediante tuberías. Los residuos son aspirados hasta la central mediante aire e introducidos en contenedores compactadores. |
| Rendimiento | : | Se refiere a la cobertura o a la capacidad de realizar un trabajo determinado en un tiempo determinado bajo condiciones especificadas y con recursos definidos. |
| Vía | : | Camino, arteria o calle, que comprende la plataforma y sus obras complementarias. |
| Zona recolección | : | Es el espacio urbano o rural, donde se lleva a cabo la recolección de residuos sólidos, según la frecuencia y el horario establecido por el gobierno local. |
| Zona de despunte | : | Área de la planta de transferencia, donde se realiza la eliminación de aquellos residuos sobrantes en las tolvas de las unidades de transferencia, para luego colocarse la lona o malla a fin que los residuos no se |

dispersen durante su transporte.

XII. ACRÓNIMOS

| | | |
|----------------|---|---|
| CAM | : | Comisión Ambiental Municipal. |
| DNI | : | Documento Nacional de Identidad. |
| ECA | : | Estándar de Calidad Ambiental. |
| EO-RS | : | Empresa Operadora de Residuos Sólidos. |
| EPP | : | Equipo de protección personal. |
| EPS | : | Empresa Prestadora de Servicio. |
| GPC | : | Generación per cápita. |
| hab | : | habitante. |
| IPERC | : | Identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control. |
| Kg | : | Kilogramos. |
| Km | : | Kilómetros. |
| LGIRS | : | Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. |
| m ³ | : | Metros cúbicos. |
| MINAM | : | Ministerio del Ambiente. |
| mm | : | Milímetros. |
| NTP | : | Norma Técnica Peruana. |
| PTAR | : | Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. |
| PIGARS | : | Plan Provincial de Gestión de Residuos Sólidos Municipales. |
| PMI | : | Programación Multianual de Inversiones. |
| PMR | : | Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos Municipales. |
| POI | : | Programa Operativo Institucional. |
| PP0036 | : | Programa Presupuestal 0036: Gestión Integral de Residuos Sólidos. |
| SCTR | : | Seguro Complementario contra todo Riesgo. |

SENACE : Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles.

SIGERSOL : Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos.

Ton : Tonelada.

VMA : Valor máximo admisible.

