



Guía de Planeación Estratégica para el Manejo de Residuos Sólidos de Pequeños Municipios en Colombia



Aviso Legal

Este Informe se ha preparado para ser utilizado exclusivamente por la persona u organización que lo ha comisionado (el Foreign Commonwealth Office británico, el 'Cliente'), en relación con el presente proyecto. No deberá ser utilizado para ningún otro propósito. Nadie diferente al Cliente deberá basarse en el contenido, información o cualquier opinión que se exprese en el Informe. No se aceptan ninguna obligación de diligencia, responsabilidad u obligación por parte de otro receptor de este documento. Este Informe es confidencial y el contenido es propiedad intelectual.

No se hace ninguna representación, garantía o compromiso expreso o implícito y no se acepta ninguna responsabilidad u obligación de nuestra parte hacia otro que no sea el Cliente, referente a la precisión o integridad de la información que contiene este Informe. Para evitar dudas, este Informe no pretende incluir de ninguna manera opiniones o información legal, de garantías o financieras.

Se declina toda responsabilidad tanto si se produce de agravio, contractual o de cualquier otra forma y que se pueda presentar con cualquier parte diferente al Cliente, respecto a este Informe o cualquier información que se le atribuya.

No se acepta ninguna responsabilidad por algún error u omisión en el Informe que se deba a un error u omisión de datos, información o afirmaciones que nos hayan sido entregados ('Datos e Informaciones') por otras partes, incluido información recibida del Cliente. Nosotros no verificamos de manera independiente los Datos e Informaciones, y asumimos que sean precisos, completos, confiables y actualizados a la fecha de entrega.

Si bien se considera que la información y opiniones plasmadas en este Informe son sólidas, todas las partes deben confiar en su propia habilidad y criterio al hacer uso de ellas.

En ningún caso este Informe o cualquier extracto o resumen del mismo deberán usarse en relación con cualquier oferta de valores pública o privada, incluyendo cualquier memorando o prospecto relacionado para cualquier oferta de valores o cotización en bolsa o anuncio.

Contenido

I.	Propósito, Contexto y Utilización de la Guía;	p.4
II.	Introducción a los Residuos Solidos Urbanos;	p.9
III.	Etapas para la Implementación de un Plan de Manejo de Residuos Solidos Urbanos;	p.60
	1. Movilización y Planeación;	
	2. Diagnostico;	
	3. Diseño Operacional del Servicio;	
	4. Monitoreo.	
IV.	Glosario.	p.105

Propósito, Contexto y Utilización de la Guía



Propósito y Contexto de la Guía

Propósito de la guía:

Ayudar a pequeños municipios en Colombia a identificar, planear e introducir soluciones para el manejo sostenible de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que se generan en cada uno de ellos, y de acuerdo con la normatividad vigente.

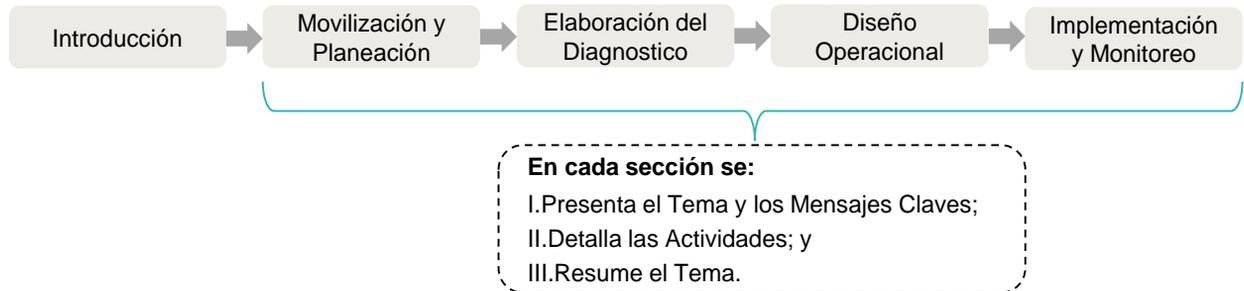
- **Contexto:** Esta guía fue realizada bajo el contexto de un proyecto de manejo sostenible de los residuos en el área del Pacífico en Colombia, financiado por el UK Foreign Commonwealth Office, realizado por Mott MacDonald, con el apoyo del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. El Proyecto preveía la elaboración de un plan de manejo de residuos para dos municipios de Nuquí (Choco) y Guapi (Cauca).



Utilización de la Guía

La Guía sigue los pasos principales, necesarios para la elaboración y ejecución de un Plan de Manejo de los Residuos. Se presentan los elementos claves de cada etapa.

I. Estructura de la presente Guía



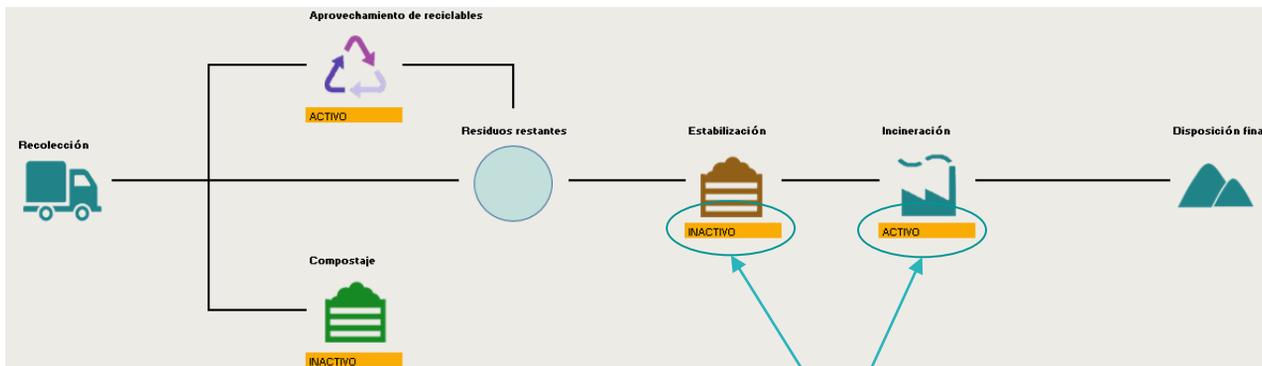
II. Documento Excel

- La guía está acompañada por un documento Excel que fue diseñado a raíz de dos proyectos piloto llevados a cabo por Mott MacDonald en los municipios de Nuquí (Chocó) y Guapi (Cauca);
- El documento Excel permite modelizar de manera aproximada los costos de operaciones de varias soluciones para el manejo de residuos (*el documento Excel no reemplaza el marco tarifario colombiano de la Resolución CRA 720 de 2015*);
- El usuario deberá ingresar los datos operacionales en las celdas previstas para este efecto, y el modelo permitirá comparar y analizar las varias soluciones de manejo.

Documento Excel Complementario

El documento Excel que acompaña esta guía se completa en tres etapas principales:

1 - Seleccionar el sistema



Activar o Desactivar Etapas del Manejo de los Residuos previsto en el Municipio

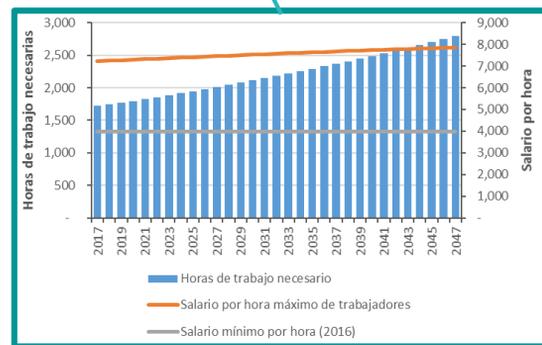
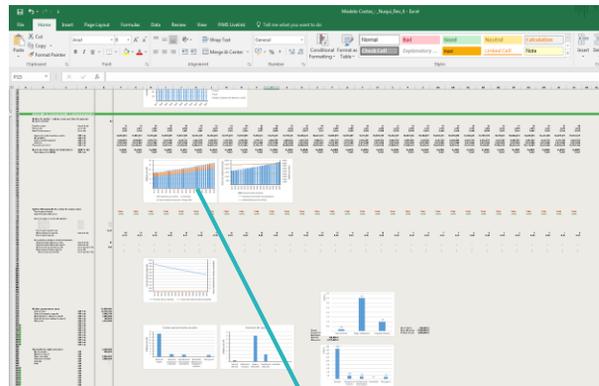
Documento Excel Complementario

2 – Ingresar los datos*

Especificación del camión			
Carga máxima	tonelada		2.0
Volumen	metro ³		7.0
Consumo de gasolina promedio	litro / 100 kilometro		14
Vehículo de compactación		FALSE	
Relación de compactación			1
Tiempo de carga del contenedor	segunda		10
Volumen del contenedor	metro ³		0.11
Tiempo de carga	hora		0.15
Tiempo de descarga	hora		0.15

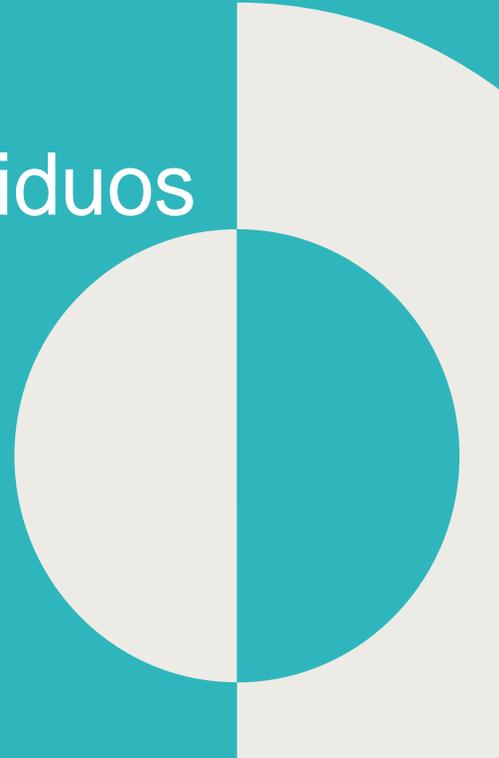
The screenshot shows a detailed Excel spreadsheet with various data entry fields for waste management operations, including sections for truck specifications, motor vehicle specifications, and gas prices. A red box highlights the 'Especificación del camión' table.

3 – Analizar los resultados



* Es importante tener en cuenta las medidas al llenar el documento.

Introducción a los Residuos Sólidos Urbanos



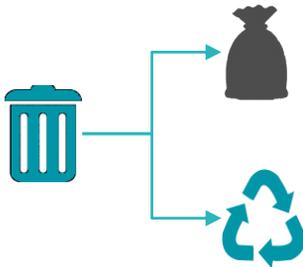
Qué son los Residuos Sólidos?

Un residuo es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.*

Existen varios tipos de residuos:

Residuos Sólidos

Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables:



Residuo sólido no aprovechable. Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. No tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.

Residuo sólido aprovechable. Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

Residuos Peligrosos



Es aquel que por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas puedan causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental hasta niveles que causen riesgo a la salud humana.

*Decreto 1713 de 2002, Definiciones

Porqué Manejar los Residuos Sólidos de Manera Sostenible?

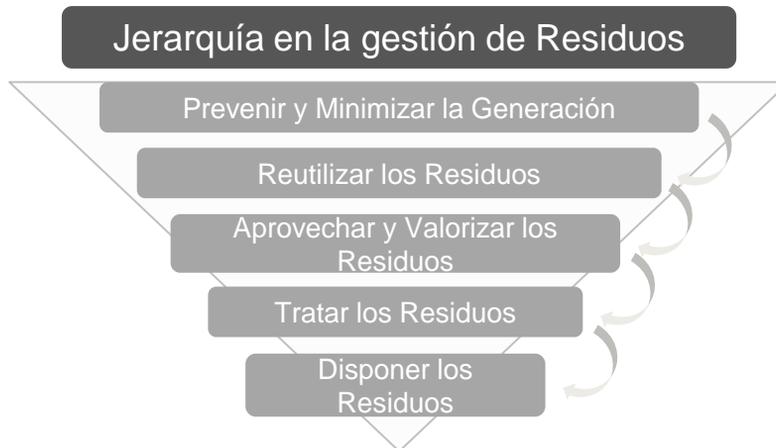
- **Impacto de los residuos:** la deficiente gestión de residuos sólidos municipales impacta negativamente en el ambiente y en la salud pública:
 - Contaminación del medio ambiente (aguas, aire, suelo, deterioro estético...);
 - Incidencia en la proliferación de vectores y transmisión de algunas enfermedades:

VECTOR	ENFERMEDAD
Ratas	Peste bubonica, Tifus murino, Leptospirosis
Moscas	Fiebre tifoidea, Salmonellosis, Cólera, Amibiasis, Disentería, Giardiasis
Mosquitos	Malaria, Leishmaniasis, Fiebre Amarilla, Dengue, Filariasis
Cucarachas	Fiebre tifoidea, Cólera, Giardiasis
Cerdos	Cisticercosis, Toxoplasmosis, Triquinosis, Teniasis
Aves	Toxoplasmosis

- **Economía y recursos:** Los residuos pueden ser aprovechados e incluirse en la economía local.

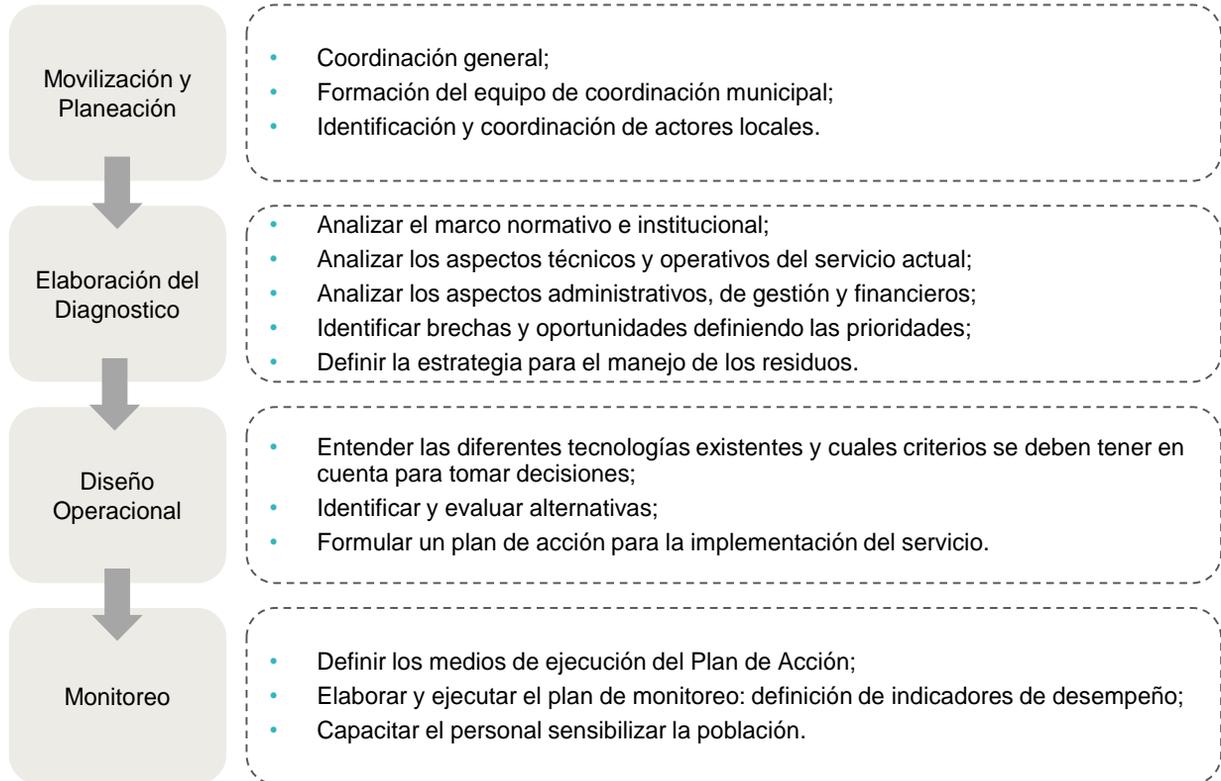
Marco Conceptual del Manejo de los Residuos Sólidos

- El manejo integral implica la planeación y cobertura de las actividades relacionadas con los residuos, desde la generación hasta la disposición final. El esquema presenta los diferentes **Componentes del Manejo Integral de Residuos**:



- La eficiencia en la gestión de residuos sólidos municipales no sólo depende de los municipios e instituciones responsables de su administración, sino también de los **hábitos y costumbres de la población**: es importante que la misma entienda la importancia del manejo de los residuos y participe activamente.

Etapas para la Implementación de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos



Etapas para la Implementación de un Plan de Manejo de Residuos Solidos Urbanos



I. Movilización y Planeación



Objetivo y Etapas de la Fase Movilización y Planeación

El manejo de los Residuos Sólidos Urbanos es un servicio público que involucra una gran cantidad de actores. Para ser eficiente, se necesita colaboración entre el prestador y los usuarios. Cuando se introduce un servicio nuevo o modificaciones al servicio existente, es importante contar con el apoyo de los actores claves para asegurar su éxito.

Objetivos:

Creación de una sólida base de organización interna para el desarrollo del proyecto y identificación de factores de influencia externos que podrían afectar el éxito de proyecto positiva o negativamente.

Etapas:

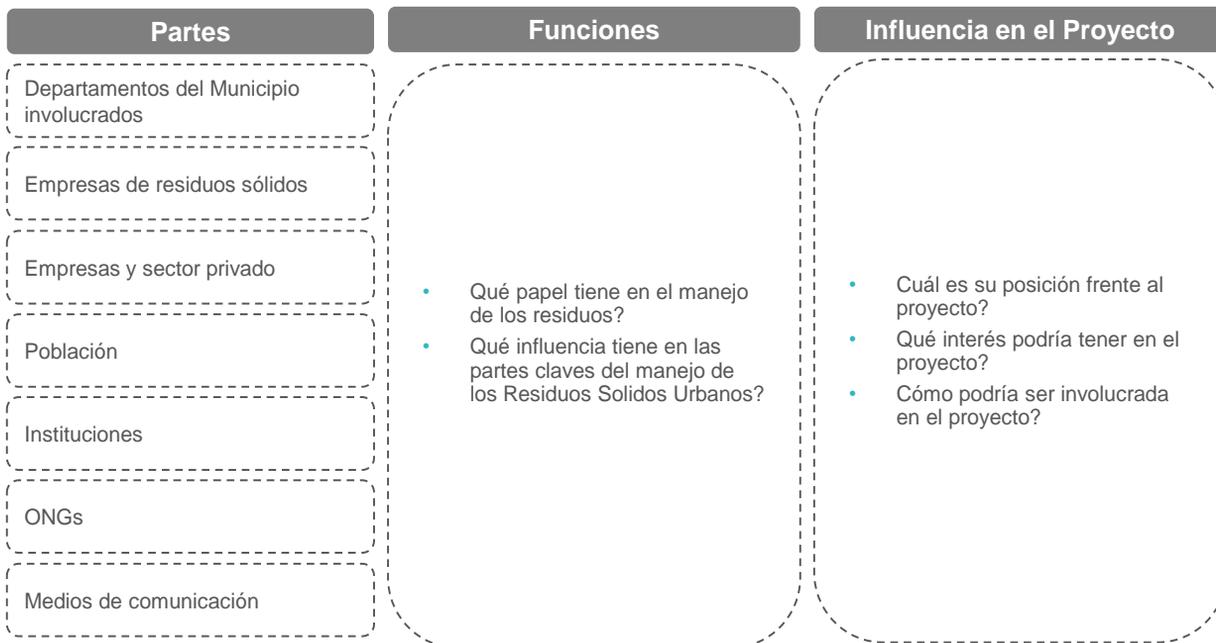
1. Identificar los Actores Claves;
2. Clasificar los Actores según su nivel de influencia y de interés por el proyecto;
3. Definir las relaciones entre los Actores;
4. Organizar los Grupos de Coordinación;
5. Asesorar la Capacidad del Grupo de Trabajo;
6. Identificar los Recursos Financieros Disponibles;
7. Elaborar el Plan Estratégico.

Identificar los Actores Claves con un Mapa de Actores

El éxito del proyecto depende del compromiso de los actores claves. Por lo tanto, es importante entender quiénes son esos actores y qué papel pueden tener en el desarrollo del proyecto.

Etapas para la elaboración de un mapa de actores:

- Identificación y clasificación de los actores;
- Identificación de las funciones y roles de cada uno;
- Identificación de las relaciones predominantes.



Realizar un Mapa de Actores

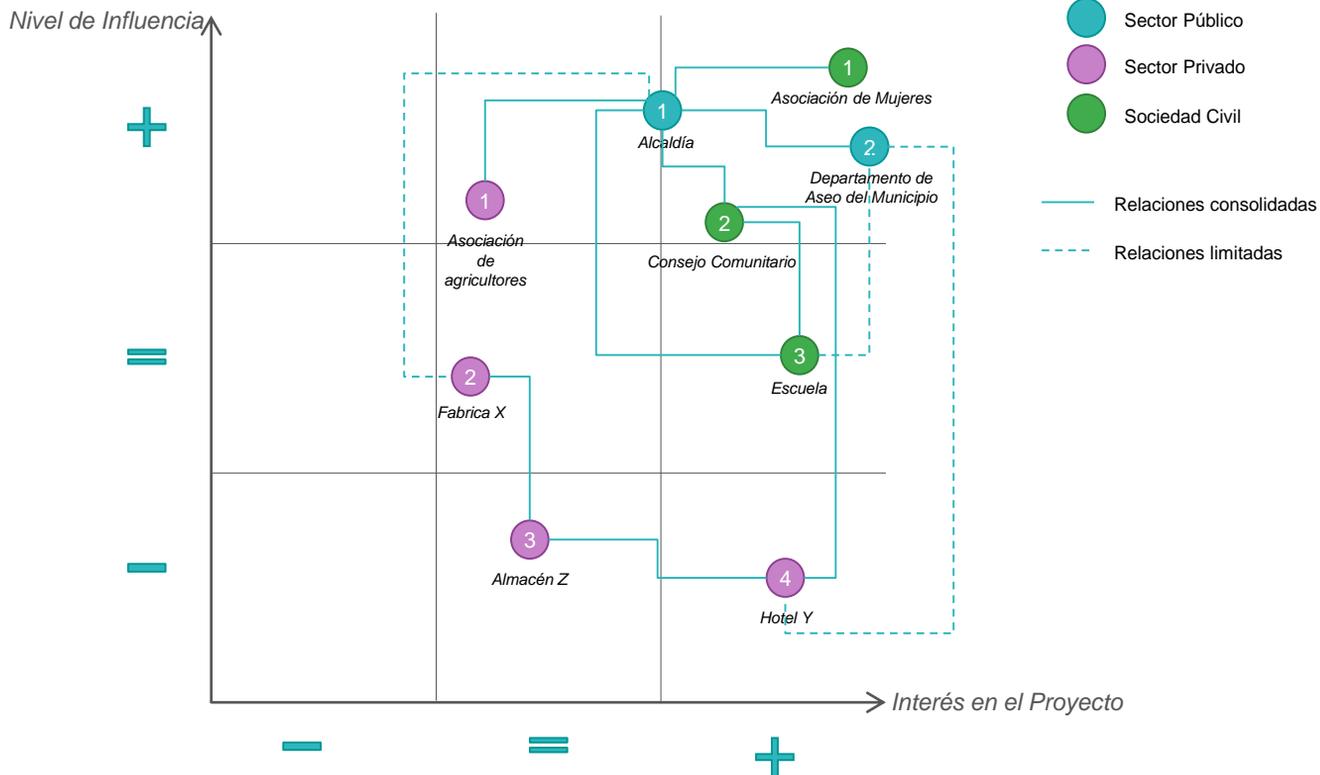
Clasificar los actores según su nivel de influencia y de interés para el proyecto (ejemplo)



* Este mapa es un ejemplo, no es exhaustivo y no representa un caso real

Realizar un Mapa de Actores

Establecer el nivel de relación entre los actores clave (ejemplo)



* Este mapa es un ejemplo, no es exhaustivo y no representa un caso real

Organizar los Grupos de Coordinación

Se sugiere crear dos grupos para asegurar la buena implementación del proyecto: la Junta Directiva (estrategia) y el Grupo de Trabajo (implementación).

+/-
10
pers

JUNTA DIRECTIVA

- Representante político;
- Un miembro (normalmente el jefe) del Grupo de Trabajo;
- Representantes de instituciones relevantes;
- Representantes de departamentos relevantes de la alcaldía;
- Representante del sector privado;
- Representante de ONGs y grupos de interés;
- Especialista en manejo de residuos;
- Representante de la consultoría externa.

Papel de la Junta:

- La Junta debe establecer la **estrategia del Plan de Manejo de los Residuos Sólidos**, identificando prioridades y oportunidades;
- Además, debe **asegurarse que el Grupo de Trabajo siga el plan de acción y apoyarlo** en la implementación:
 - Revisando los informes del Grupo de Trabajo;
 - Asegurando el acceso a la información necesaria;
 - Coordinando las acciones del Grupo de Trabajo con las Instituciones públicas;
 - Identificando fuentes de financiamiento externas.

Organización de la Junta:

- Reuniones regulares (por ejemplo, cada 1-2 meses durante la fase de planeación y cada 2-4 meses durante la fase de implementación).

+/- 5
pers

GRUPO DE TRABAJO

- Jefe de proyecto y equipo;
- Competencias necesarias en el equipo:
 - Es importante que una persona del equipo de manejo de residuos actual este involucrada.
 - Manejo de Residuos;
 - Competencias legales e institucionales;
 - Conocimiento técnico del manejo de residuos;
 - Comprensión de la situación socio-económica;
 - Competencias financieras y administrativas;
 - Recolección de información.

Papel del Grupo de Trabajo:

- El grupo de trabajo debe traducir la estrategia de la Junta en un **plan de acción concreto**.

Organización del Grupo de Trabajo:

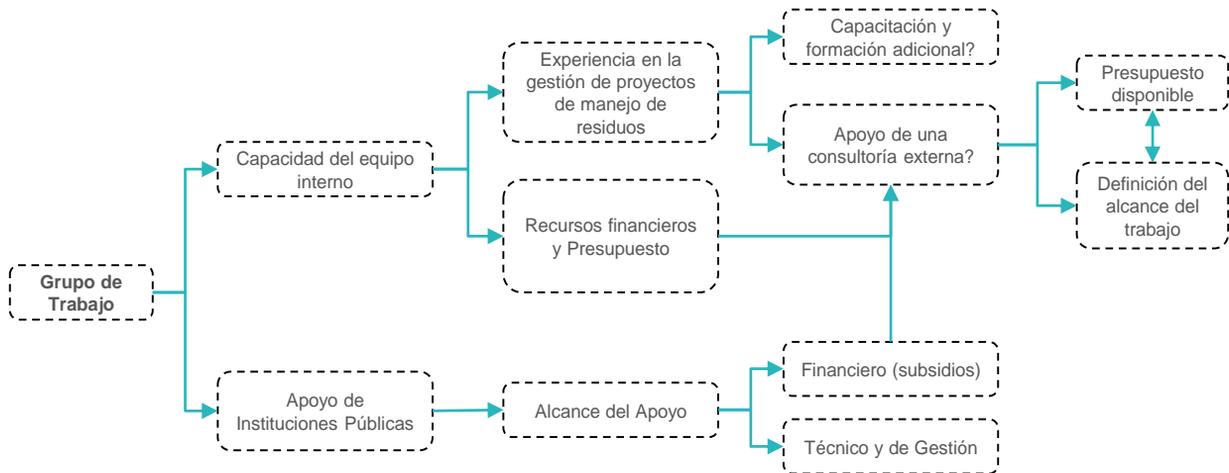
Los planes de manejo de Residuos se realizan en coordinación y participación activa de los representantes administrativos del municipio, el equipo técnico y operativo y los actores claves involucrados en el manejo de los residuos sólidos. Es necesario por lo tanto contar con un Grupo de Trabajo con capacidad de gestión, conformado por todas las áreas del municipio:

- **Área Técnica:** para proponer las mejores alternativas de manejo de residuos acorde a la realidad del municipio.
- **Área Administrativa:** para dar las facilidades correspondientes para el cumplimiento de la metas del Plan.
- **Área de Planeación y Presupuesto:** para brindar apoyo para que los recursos estén a tiempo de tal forma que el servicio se brinde de forma óptima.
- **Áreas de Desarrollo Social:** para promover la participación de la comunidad, incluido planes y programas educativos de sensibilización ambiental entorno al buen manejo de los residuos sólidos;
- **Área de Cartera:** para incrementar las recaudaciones por el servicio de aseo público.

Asesar la Capacidad del Grupo de Trabajo

Evaluar la capacidad del municipio para llevar a cabo el proyecto y entender cuales son los recursos externos necesarios:

- Se tiene la experiencia y capacidad interna para crear el grupo de trabajo o se requiere el apoyo de una consultoría externa?
- Cual es el alcance de las responsabilidades y roles de cada parte involucrada en el proyecto?



Considerar el Apoyo de una Consultoría

En el caso en que se necesite el apoyo de una consultoría externa, es importante definir con claridad el alcance del apoyo requerido.

Potenciales Ventajas

Las empresas que ofrecen servicio de consultoría subcontratado cuentan con un personal experto y especializado a su disposición, lo que permite optimizar procesos y conseguir una mayor eficiencia. La ventajas de subcontratar los aspectos técnicos del proyectos son:

- **Ahorrar tiempo** para centrarse en la función principal de coordinación; y
- **Beneficiarse de la experiencia** de la consultoría para proponer soluciones adaptativas/novedosas y técnicamente viables.

Factores para Considerar

Sin embargo, antes de contratar una consultoría hay que tener en cuenta:

- Los **costos** – pueden ser elevados. Es importante clarificar el alcance del trabajo y el programa de acción desde el comienzo del proyecto.
- El **contexto local** – la consultoría deberá entender el contexto local desde el principio del proyecto. Es importante que representantes del grupo de trabajo le ayuden en este proceso.

Elaboración del Plan Estratégico

El Plan Estratégico es un documento producido por el Grupo Estratégico que detalla los objetivos y estructura del proyecto.

Contenido del Documento :

Termino de Referencia	Detalles
Región y Área del Servicio	<ul style="list-style-type: none">• Localización y Cobertura del servicio.
Información Contextual	<ul style="list-style-type: none">• Información disponible sobre la situación actual;• Línea base del manejo de los residuos.
Estrategia	<ul style="list-style-type: none">• Definición de las misiones, de los objetivos y Prioridades.
Responsabilidades Y Alcance del Trabajo	<ul style="list-style-type: none">• Repartición de las tareas entre el equipo de trabajo y la consultoría por ejemplo;• Definición de la estructura del proyecto;• Periodos de información.
Cronograma del Proyecto	<ul style="list-style-type: none">• Planear las fases del proyecto y las fechas claves para la entrega de informes / trabajos.
Presupuesto	<ul style="list-style-type: none">• Detalle de los costos y distribución de los recursos.

Resumen de la Fase Movilización y Planeación

Logros al final de la Fase Movilización y Planeación

- 1. Creación de grupos de coordinación** estratégico y de implementación del proyecto:
 - Identificación de los actores claves;
 - Identificación de recursos y competencias disponibles / faltantes.
- 2. Definición de la estrategia** para la ejecución del proyecto;
 - Definición de las prioridades y redacción de los términos de referencia;
 - Repartición de las responsabilidades;
 - Definición del plan estratégico.

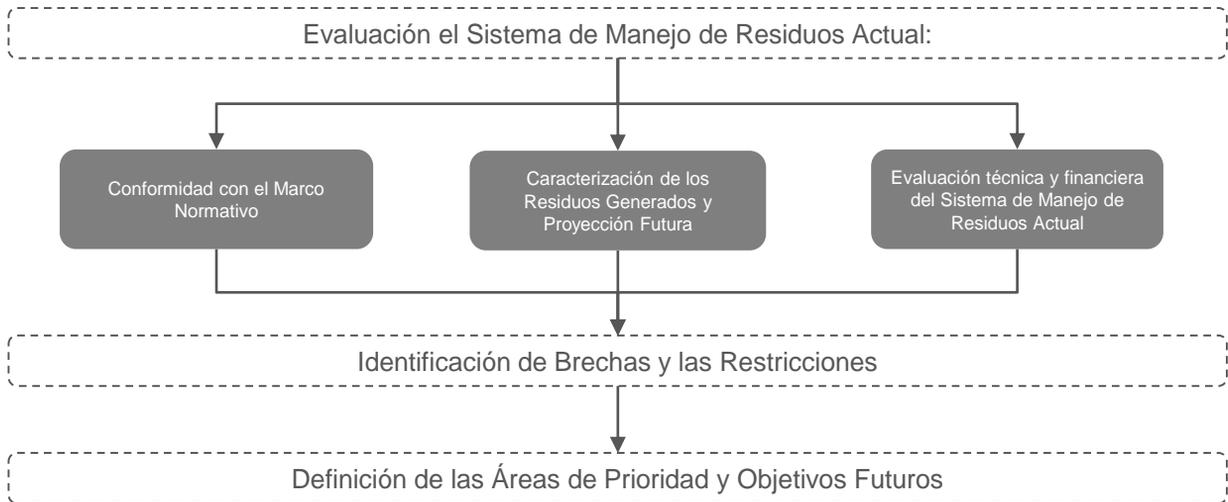
Los capítulos siguientes de la presente guía detallan la Metodología para realizar la Línea Base (Diagnóstico) y definir una estrategia para el manejo de los Residuos Sólidos (Diseño del Servicio e Implementación).

II. Diagnóstico



II. Diagnóstico

El objetivo de la segunda fase es caracterizar la situación presente e identificar objetivos y prioridades futuras para el manejo de los residuos.



Informaciones necesaria para el Diagnóstico

Recolección de Información:

Antes de empezar la recolección de información, es importante definir el marco de referencia. Por lo tanto, es necesario contestar estas preguntas:

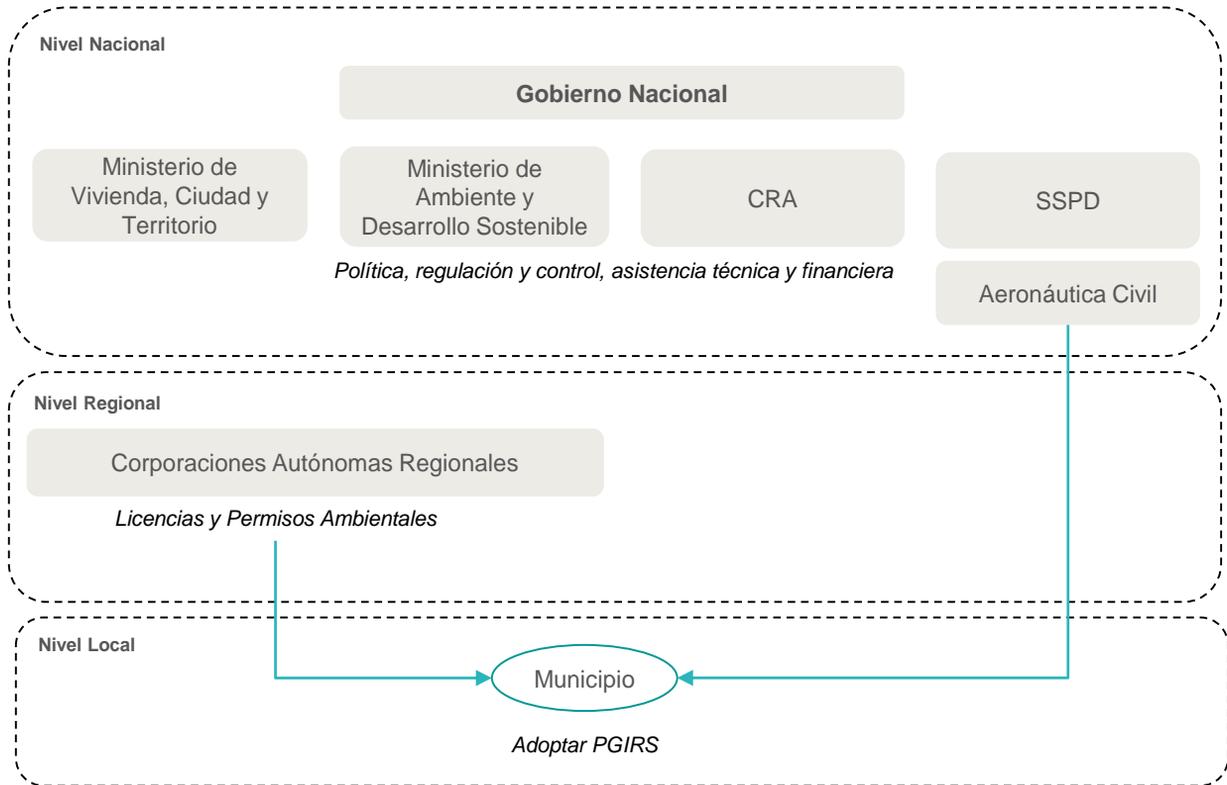
- Qué información sobre el sistema de recolección actual se necesita / para qué servirá la información recolectada?
- Qué tan detallada se necesita la información?
- Qué fuentes de información (internas y externas) existen?
- Se puede verificar que la fuente de la información utilizada sea apropiada y que los datos sean adecuados?
- Como recolectar, almacenar y analizar la información cualitativa vs la información cuantitativa?

Importancia de la fiabilidad de la información recolectada:

- El objetivo del Diagnóstico es identificar:
 - Las brechas: no adecuación con la normatividad o estándares técnicos; y
 - Las restricciones: los requisitos normativosdel sistema actual para preparar la base del plan estratégico;
- La pertinencia de la solución de manejo de los residuos propuesta depende directamente de la calidad de la información recolectada y analizada en la fase de Diagnóstico.

Conformidad con el Marco Normativo

Marco Institucional del Manejo de los Residuos en Colombia



Descripción de las Instituciones

Entidad	Papel
Gobierno Nacional	<ul style="list-style-type: none">• Papel: coordinación de las entidades incluyentes en el tema de residuos sólidos;• Instrumento: ordenación de las demás entidades.
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	<ul style="list-style-type: none">• Papel: adopción de las políticas, programas, proyectos y regulación para el acceso de la población a agua potable y saneamiento básico;• Instrumento: legislación residuos sólidos.
Ministerio de Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none">• Papel: orientación y regulación del ordenamiento ambiental del territorio. Definición de las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente;• Instrumento: legislación residuos peligrosos.
CRA	<ul style="list-style-type: none">• Papel: regulación de la actividad de los prestadores de los servicios públicos;• Instrumento: criterios para otorgar subsidios y metodologías para fijar tarifas.
SSPD	<ul style="list-style-type: none">• Papel: control de la fiscalización de las empresas prestadoras de servicios públicos;• Instrumento: protección de los derechos de los consumidores y apoyar las alcaldías.
Aero Civil	<ul style="list-style-type: none">• Papel: directamente no cumple algún papel salvo las explícitas en la Res. 3152/04;• Instrumento: verificación técnica sobre restricciones que se encuentran dentro de la normatividad.
Corporaciones Autónomas Regionales	<ul style="list-style-type: none">• Papel: función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, ejerce las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental;• Instrumento: licencias y permisos ambientales.
Municipios	<ul style="list-style-type: none">• Papel: adopción del PGIRS• Instrumento: desarrollo e implementación del PGIRS para su municipio

Normatividad Aplicable al Manejo de los Residuos

PRESTACIÓN DEL SERVICIO

- Ley 142/1994
- Ley 632/2000
- Ley 689/2002
- Ley 1450/2011

- Decreto 605/1996
- Decreto 1713/2002
- Decreto 838/2005
- Decreto 2981/2013

AMBIENTAL

- Ley 9/1979
- Ley 99/1993

- Decreto 2041/2014

- Res. 020/1996
- Res. 754/2014

OTRAS NORMAS

- Res. 3152 de 2004

- RAS Titulo F

Detalle de las Normas Claves

Norma	Artículos	Objetivo
Ley 142 de 1994	Toda la Ley	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
Ley 1450 de 2011	Capítulo VI, Artículo 251	<ul style="list-style-type: none"> • Expedir el Plan Nacional de Desarrollo.
Decreto 838 de 2005	Todo el Decreto	<ul style="list-style-type: none"> • Promover y facilitar la planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos, como actividad complementaria del servicio público de aseo, mediante la tecnología de relleno sanitario. • Reglamentar el procedimiento a seguir por parte de las entidades territoriales para la definición de las áreas potenciales susceptibles para la ubicación de rellenos sanitarios.
Decreto 2981 de 2013	Todo el Decreto	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamentar la prestación del servicio público de aseo.
Decreto 2041 de 2014	Numeral 13	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamentar la construcción y operación de rellenos sanitarios; no obstante la operación únicamente podrá ser adelantada por las personas señaladas en el artículo 15 de la Ley 142 de 1994.
	Artículo 11	<ul style="list-style-type: none"> • De los proyectos, obras o actividades que requieren sustracción de las reservas forestales nacionales. Corresponde al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible evaluar las solicitudes y adoptar la decisión respecto de la sustracción de las reservas forestales nacionales para el desarrollo de actividades de utilidad pública e interés social, de conformidad con las normas especiales dictadas para el efecto.
Resolución 754 de 2014	Toda la Resolución	<ul style="list-style-type: none"> • Adoptar la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos
Resolución 1890 de 2011	Toda la Resolución	<ul style="list-style-type: none"> • Enunciar alternativas para la disposición final de los residuos sólidos en los municipios y distritos (Celda de Transición).
Resolución 3152 de 2004	Toda la Resolución	<ul style="list-style-type: none"> • Restricciones aeronáuticas para el establecimiento de construcciones de toda instalación destinada al procesamiento de carnes o pescado; basureros o vertederos públicos y rellenos sanitarios, desechos de fábricas y de parques, plantas de tratamiento de residuos sólidos orgánicos; en un radio no menor de 13 kilómetros del aeródromo.
RAS 2000	Título F	<ul style="list-style-type: none"> • Establece los criterios básicos, los requisitos mínimos y las buenas prácticas técnicas de ingeniería que deben reunir los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la implementación y construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación, el mantenimiento, el cierre, la clausura y la postclausura y las actividades de salvamento de infraestructura de los diferentes componentes y subcomponentes del sistema de aseo urbano

Conformidad de la Situación Actual con la Normatividad

Una vez el marco normativo identificado, se trata de analizar la conformidad de todos los aspectos de la situación actual de manejo de los residuos con la normatividad aplicable.

Ejemplo 1 – Recolección de los residuos:

- Riesgo de Accidente



+ El personal lleva botas, guantes y tapabocas

- Residuos acumulados en Puntos críticos

- No Conformidad

+ Conformidad

Conformidad de la Situación Actual con la Normatividad (2)

Ejemplo 2 – Disposición Final:



- No Conformidad
- + Conformidad

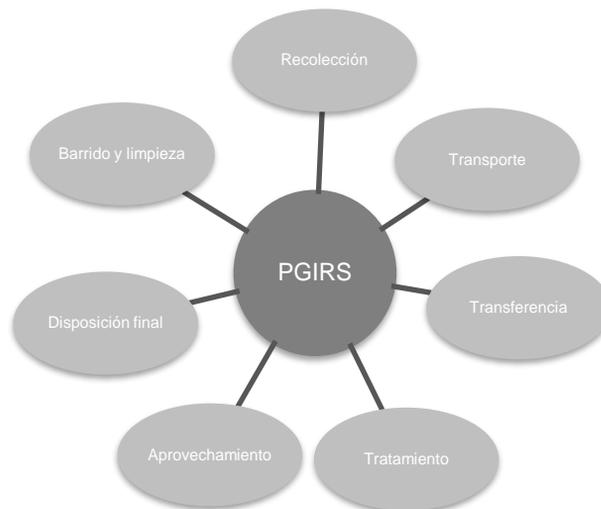
El PGIRS, Instrumento de Planificación

La conformidad a la normatividad no se limita al aspecto técnico, también es necesario cumplir con los requisitos administrativos.

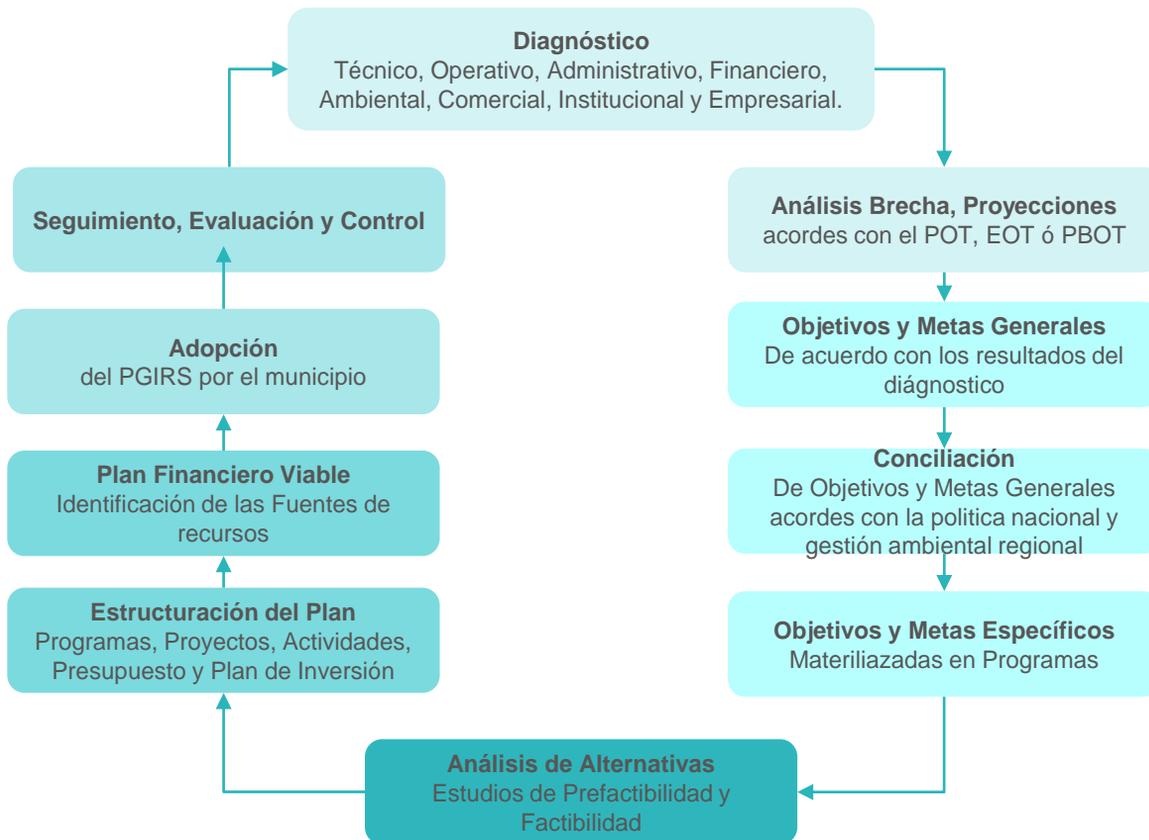
En Colombia, el PGIRS es el instrumento de planificación compuesto por un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades, para la prestación del servicio de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos.

El PGIRS deberá contemplar cada uno de los componentes del servicio, en las modalidades de servicio ordinario y especial, ejecutado por el ente territorial y el prestador del servicio de aseo, mediante una asignación y definición clara de responsabilidades.

Alcance del PGIRS:



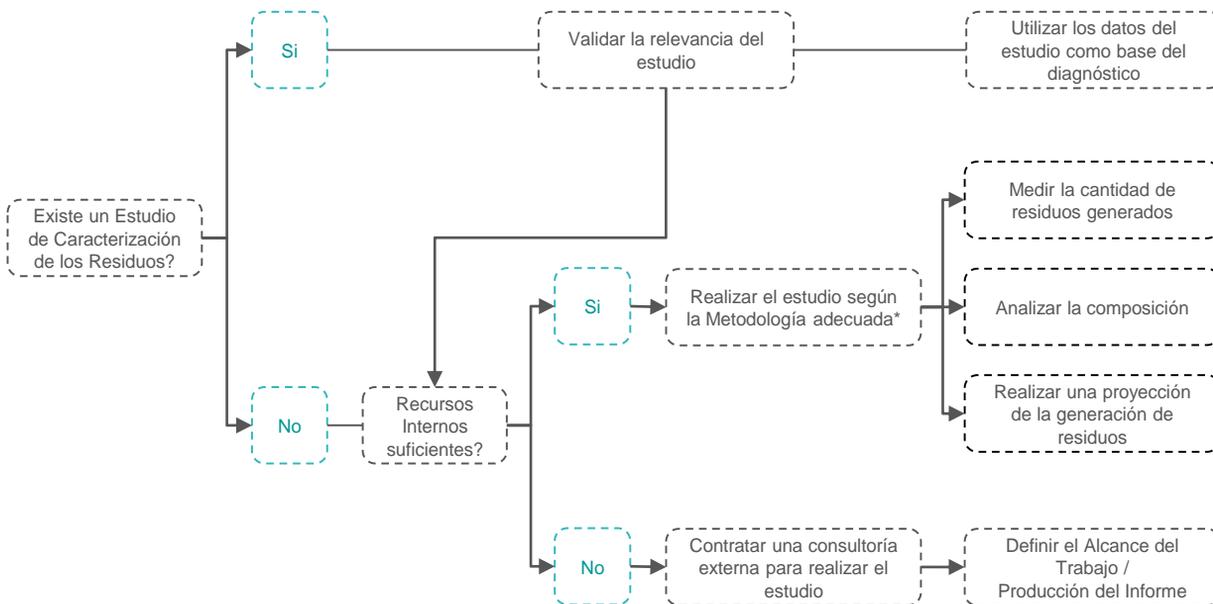
Contenido del PGIRS



Caracterización de los Residuos y Proyección Futura

Caracterización de los Residuos

Se trata de medir la cantidad de residuos generados por cada tipo de generador y de caracterizar la composición de los residuos.



* Para más detalles sobre la metodología, refiérase al método recomendado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS): <http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>

Caracterización de los Residuos

Ejemplo de Tabla de Información:

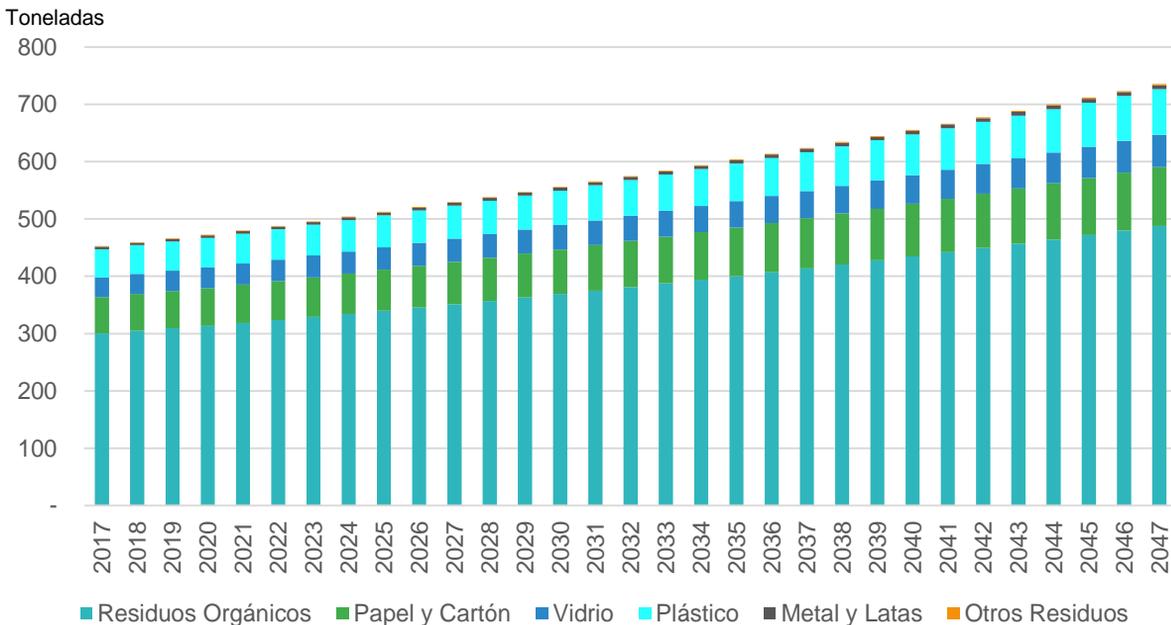
Origen	Tipo	Cantidad (ton/día)	Generación per cápita (kg/hab/día)	Densidad (ton/m ³)	Composición (%)
Residuos Sólidos Domiciliarios	Residuos Sólidos Domiciliarios		Entre 0.3 y 0.75*	Densidad de los RSU: entre 0.2 y 0.4 kg/m ³ *	La determinación de la composición de los residuos se hace gracias a la metodología del cuarteo.
	Residuos de Mercado				
Residuos Sólidos No Domiciliarios	Residuos de Establecimientos Comerciales	Se pesa la cantidad de residuos recolectados en un día. Hay que tener en cuenta que pueden haber variaciones debidas a la estacionalidad de los residuos.		La densidad depende de la composición de los residuos.	
	Residuos de Instituciones		La generación per cápita de residuos es un indicador importante de comparación.		
	Residuos de Barrido y Limpieza de Calle				

* Tabla F.1.1 del documento Título F del Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico

Proyección de la Generación de Residuos

Una vez identificada la cantidad y composición de los residuos generados, es posible realizar una proyección de la generación de ellos, basándose en el análisis contextual (crecimiento de la población, crecimiento económico, etc.).

Ejemplo de una Proyección, sobre 30 años de la Generación de Residuos:

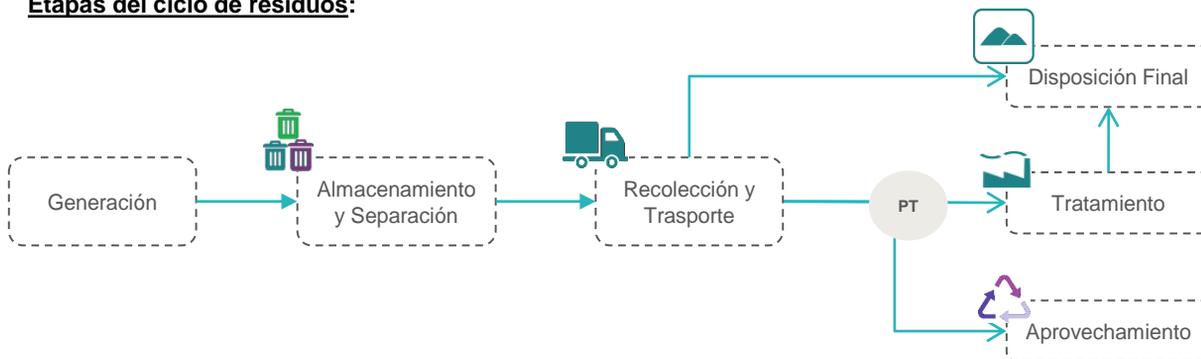


Evaluación Técnica y Financiera del Sistema de Manejo de los Residuos Actual

Evaluación del Sistema de Manejo de los Residuos Actual

Para cada etapa del ciclo de residuos, es necesario entender la situación actual en el municipio, para poder identificar brechas y criticidades en el servicio, y establecer áreas de prioridad por mejoramiento.

Etapas del ciclo de residuos:



Recolección de la Información necesaria para la Elaboración de la Línea Base:

- Utilizar información ya existente: estadísticas oficiales, información del municipio, ONGs, etc.;
- Realización de encuestas, estudios de observación, entrevistas, etc.;
- Estudio de grupos representativos de usuarios.

Almacenamiento de Residuos Sólidos Non Reciclables

El almacenamiento es el lugar en el que el usuario coloca los residuos sólidos y la manera cómo los presenta al servicio de recolección.

Identificar como son presentados los residuos por cada tipo de almacenamientos:

• Almacenamiento Domiciliario:



- Tipos de contenedores utilizados (bolsas, costales, canecas, etc.);
- Ubicación de los contenedores (puerta a puerta, centros de acopio, etc.).



• Almacenamiento en Espacios Públicos:

- Tipo y capacidad de contenedores utilizados (contenedores, papeleras, etc.);
- Ubicación de los contenedores.

• Identificación de puntos críticos*:

- Ubicación de los puntos críticos;
- Volúmenes depositados;
- Peligrosidad de los residuos.



** Un punto crítico es un lugar donde se acumulan residuos sólidos donde no hay contenedores o en cantidades superiores a lo que los contenedores pueden almacenar (ver imagen).*

Separación en la Fuente y Recolección Selectiva

Es la separación de materiales reciclables/orgánicos por el usuario para su recolección separada.

- **Existe algún tipo de separación en la fuente actualmente en el municipio por el prestador de servicio de aseo?**
 - Existe un servicio de recolección selectiva por los residentes/comerciantes (latas, plásticos, papel, cartón, etc.)?
 - Vidrios: los comerciantes recuperan las botellas de vidrio vacías enviándolas atrás al proveedor?
 - Orgánicos: existe un servicio de recolección selectiva de materiales orgánicos y/o la población reutiliza parte de sus residuos orgánicos en el ámbito doméstico?
- **Existen otras iniciativas locales de aprovechamiento?**
 - Iniciativas comunales con el apoyo de ONGs;
 - Relación con el servicio propuesto por el prestador de servicio.
- **Existe una red informal de recuperación de materiales reciclables?**
 - Cantidad de personas involucradas y a qué nivel del ciclo de residuos intervienen (recolección, disposición, etc.);
 - Qué tipo de materiales se recupera (chatarra, latas, plásticos, etc.), qué cantidad y a qué precio se vende?
- **Existe una conciencia pública?**
 - Participación en el sistema de separación y aceptación de pagar el precio del servicio.

Recolección y Transporte

La Recolección y Transporte es la acción de recoger y transportar al destino final los residuos sólidos de los varios generadores efectuada por el prestador del servicio. En el Punto de Transferencia (si existe) se trasladan los residuos sólidos del vehículo de recolección a un vehículo de transporte (normalmente con más capacidad de carga) con la finalidad de mejorar la logística hasta el punto de disposición final.

Identificar para cada servicio de recolección:

- **Rutas y cobertura de recolección:**

- Cuál es la cobertura del servicio de recolección?
- Cuáles son las áreas que no están cubiertas por el servicio y por qué?
- Cual es la calidad y dimensión de las vías de circulación ?

- **Detalle de las operaciones:**

- Cantidad y tipo de residuos recolectados;
- Frecuencia y rutas de recolección;
- Tipo de recolección y lugar de recolección (puerta a puerta, puntos críticos, etc.);
- Tipo de vehículos, numero de operadores, eficiencia del vehículo y requerimientos de mantenimiento;
- Duración de las operaciones, numero y organización del personal, modalidad de supervisión;
- Condiciones de trabajo (seguridad, horas de trabajo, etc.).

- **Logística:**

- Ubicación del punto de disposición final, puntos de traslado (si existen) y centros de acopio/reciclaje (si existen).

Aprovechamiento

El Aprovechamiento es el proceso mediante el cual los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo por medio de la reutilización, el reciclaje, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos.

- **Existe un sistema de aprovechamiento de los residuos operado por el municipio / por una iniciativa comunitaria?**
 - Centro de clasificación y/o de reciclaje de los residuos aprovechables (plásticos, cartón/papel,...); y/o
 - Planta de compostaje (valorización de la materia orgánica).
- **Eficiencia de la actividad realizada?**
 - Capacidad del centro comparada con el potencial de aprovechamiento;
 - Eficiencia de la tecnología / equipos y pertinencia de los indicadores de desempeño; y
 - Costos de operación.
- **Pertinencia de la actividad?**
 - Mercados para la venta de materiales aprovechados; y/o
 - Acuerdos con el sector privado, duración de los contratos,...;

Aprovechamiento (2)

Ejemplo – Análisis de la logística del Proceso de Aprovechamiento de un Centro de Acopio (1): **Ciclo de los Materiales Aprovechables**



45 toneladas recolectadas por año = X% del total de residuos aprovechables generados

Recuperación Manual de Residuos Aprovechables por el Equipo del Centro



Equipo de 5 personas
Trabajo 3 días por semana

Aprovechamiento en el Centro



Ver detalles en la página siguiente



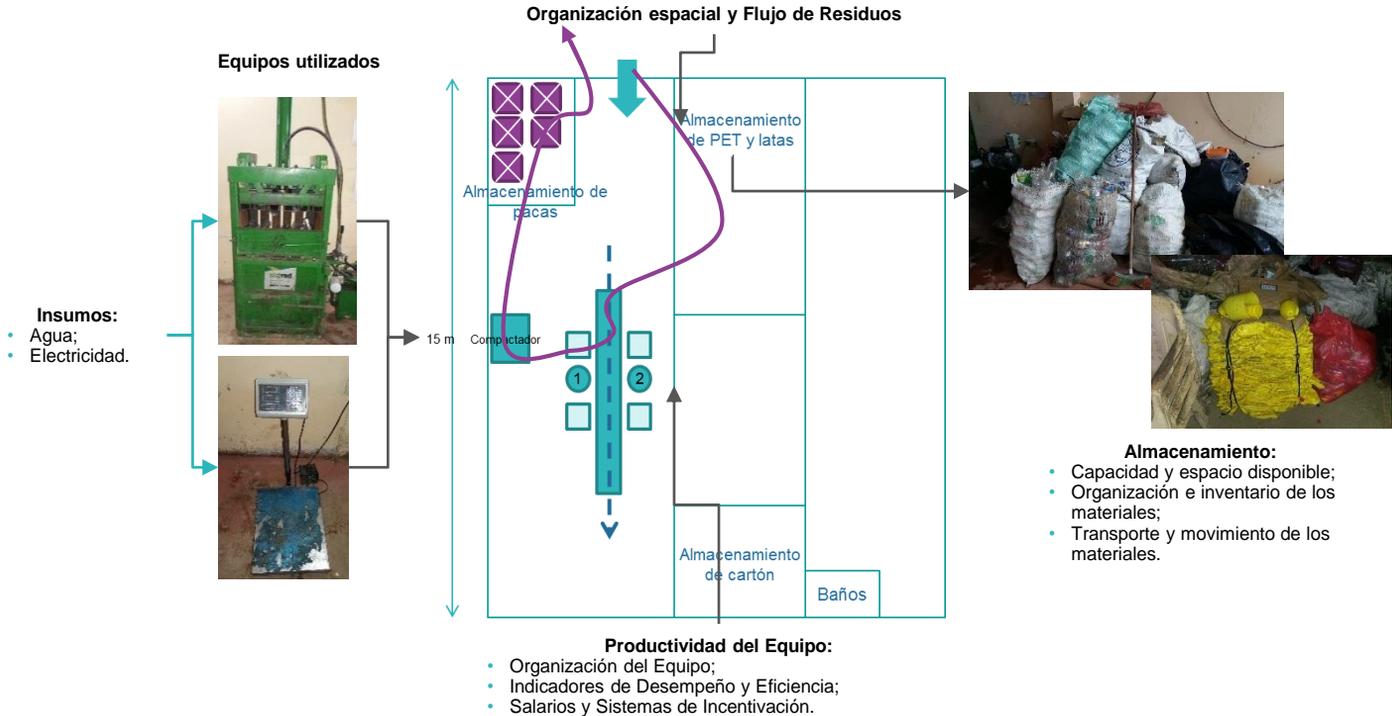
Aprox. 1,500 pacas por año

Transporte por vía terrestre, marítima o aérea al sitio de venta.



Aprovechamiento (3)

Ejemplo – Análisis de la logística del Proceso de Aprovechamiento de un Centro de Acopio (2): **Proceso de Aprovechamiento**



Tratamiento

El Tratamiento es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos sólidos no separadamente aprovechados incrementando sus posibilidades de reutilización o para minimizar los impactos ambientales / riesgos para la salud humana.

- **Existe un sistema de tratamiento de los residuos operado por el municipio?**
 - Incineración; y/o
 - Otro (digestión anaerobia, pirolisis, etc.).
- **Eficiencia de la actividad realizada?**
 - Capacidad de la planta comparada con el potencial de tratamiento;
 - Eficiencia de la tecnología / equipos y pertinencia de los indicadores de desempeño; y
 - Costos de operación.
- **Pertinencia de la actividad?**
 - Se justifica localmente la solución de tratamiento escogida;
 - Acuerdos con el sector privado, duración de los contratos,....;

Disposición Final

Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación ambiental y daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

Establecer el estado actual del sitio de disposición final:



** Botar los residuos a cielo abierto esta prohibido en Colombia; sin embargo, esta situación todavía existe en algunos municipios.*

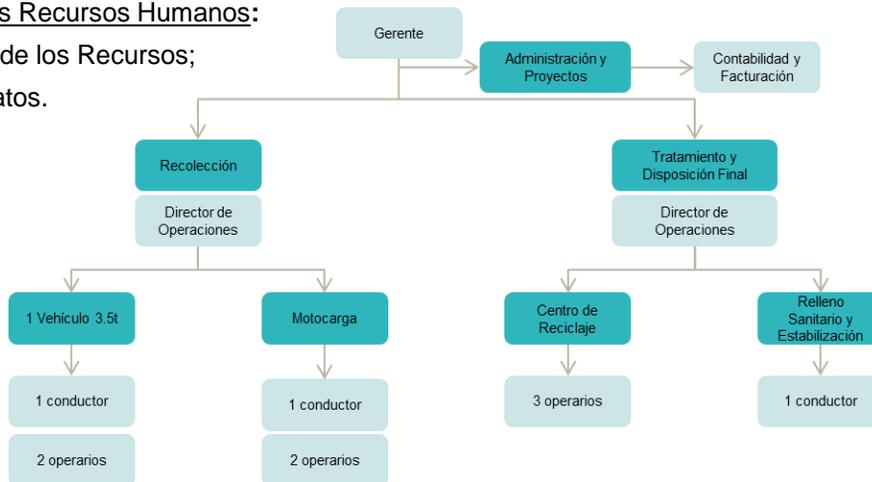
Organización del Servicio de Aseo

La eficiencia del servicio, entre otros, refleja la eficiencia de la estructura organizativa de la empresa de aseo y el estado de manejo de los recursos disponibles.

Es importante entender:

- El Organigrama de los Recursos Humanos:

- Organización de los Recursos;
- Tipo de contratos.



- El estado del balance financiero:

- Ingresos: recaudos, subsidios, venta de materiales;
- Gastos operacionales;
- Propiedad de los recursos claves (vehículos, plantas, etc.).

Identificación de Brechas y Restricciones

Identificación de las Brechas y Restricciones del Sistema Actual de Manejo de Residuos

Este paso consiste en el resumen de las brechas y restricciones claves identificadas durante el diagnóstico, así que sirvan como base por la definición de las áreas de prioridad por la futura la Estrategia de Manejo de Residuos.

Ejemplos de Brechas

Ejemplos de Restricciones

Recolección de los Residuos

- Cobertura del Servicio de Recolección no es suficiente;
- No se hace un seguimiento del mantenimiento de los vehículos;
- No se hace seguimiento de la cantidad de residuos recolectados y dispuestos;
- Supervisión del equipo de recolección limitada.

- Especificaciones para los vehículos en municipios con más de 5,000 habitantes.

Disposición de los Residuos

- Residuos dispuestos de manera inadecuada en la playa o en las calles;
- Ausencia de gestión del sitio de disposición (no se controlan las emisiones de gas y de lixiviado);
- Contaminación ambiental e impacto en la salud pública.

- Zonas protegidas como las zonas de manglares;
- Radio de restricción de la Aero Civil: 13km alrededor del Aeropuerto;
- Línea de más alta Marea - ADEMAR.

Definición de las Áreas de Prioridad y Objetivos Futuros

Establecer Áreas de Prioridad y Definición de Objetivos Futuros para el Plan Estratégico

Se trata de delimitar el marco de la estrategia de desarrollo del proyecto. El marco debe ser sencillo y aceptado por todos los actores involucrados.

- **Definir una visión clara:**
 - Organización de un taller para decidir de los principios que guiarán el plan de manejo de los residuos:
 - Participantes: representantes de todas las partes involucradas (Junta Directiva);
 - Objetivo: es una oportunidad para reunir todas las partes interesadas y discutir de las problemáticas claves del manejo de los residuos; y además
 - Permite que hay sentido de pertenencia al proyecto.
 - El plan debe reflejar la política global del municipio y tener en cuenta la legislación aplicable;
- **Contenido del Plan Estratégico:**
 - Delimitar el ámbito del servicio: área, periodo, tipo de residuos, alcance del servicio;
 - Enunciar prioridades; y
 - Definir objetivos y metas.

Conceptos que Tener en Cuenta En la Definición de las Prioridades

La Jerarquía tradicional del Manejo de los Residuos promueve la Prevención y Minimización de la Producción de los mismos como medida preferible de manejo de los residuos. Sin embargo, las demás etapas no deben ser menospreciadas y son parte de la solución de manejo integral de los residuos. En un contexto de falta de servicios básicos o no conformidad con el marco normativo en el Manejo de los Residuos, la implementación de soluciones sostenibles a la base de la pirámide original se convierten en prioritarias.



Jerarquía Tradicional



Posible Interpretación de las Prioridades en situaciones de falta de servicios básicos o no conformidad con el marco normativo.

Resumen de la Fase de Diagnóstico

Logros al final de la Fase Diagnóstico

1. Comparar la situación actual en el manejo de los residuos con la normatividad aplicable y la tecnología disponible con el fin de identificar las brechas, áreas para el mejoramiento del sistema y restricciones legislativas o administrativas que se tienen que integrar;
2. Proyectar la evolución de la producción de residuos e identificar necesidades futuras para diseñar una solución que anticipe los cambios futuros;
3. Definir las prioridades y la estrategia para la implementación de un nuevo sistema de manejo de los residuos. Esta estrategia debe dar la dirección global para el diseño operacional del servicio y incluir objetivos claves.

III. Diseño Operacional del Servicio



Diseño Operacional del Servicio

Una vez identificada la Estrategia del Plan de Manejo de Residuos, hay que estudiar las soluciones prácticas que implementar. La guía esta estructurada en sub-secciones; sin embargo, hay que tener en cuenta que el manejo de los residuos debe ser integral y que todos los aspectos mencionados en esta página son interdependientes.

Recolección y Aprovechamiento

Objetivo: diseñar la solución de recolección y aprovechamiento de los residuos:

- Diseño operacional de la recolección;
- Tipo de vehículos y mantenimiento;
- Iniciativas locales y participación comunitaria.

Sostenibilidad Financiera

Objetivo: asegurar la sostenibilidad financiera de la solución propuesta:

- Fuentes de financiamiento disponibles;
- Análisis financiera de las soluciones de manejo propuestas.

Tratamiento y Disposición

Objetivo: diseñar la solución de tratamiento y disposición de los residuos:

- Selección y diseño de un relleno sanitario;
- Tipo de tratamientos;
- Análisis de impactos ambientales.

Programa de Capacitación y Sensibilización

Objetivo: reforzar la formación del personal y la conciencia pública sobre los residuos:

- Colaboración entre instituciones locales y regionales;
- Involucrar el sector privado (comerciantes o industriales);
- Programas de educación;

Plan de Acción

Objetivo: facilitar la implementación de la Solución Diseñada, brindando una estructura de implementación y dando prioridad a las iniciativas más importantes para cumplir con los objetivos claves del proyecto:

Recolección y Aprovechamiento

Diseño Operacional del Sistema de Recolección y Aprovechamiento

Para realizar la recolección y el almacenamiento temporal de los residuos sólidos se debe contemplar los lineamientos planteados en la Guía Técnica Colombiana GTC 024 “Guía para la separación en la fuente”.

Se deben diseñar rutas de recolección de residuos de acuerdo con la distribución de puntos de mayor generación y que cubran la totalidad del casco urbano, estableciendo horarios y frecuencias e identificando en cada punto lo siguiente:

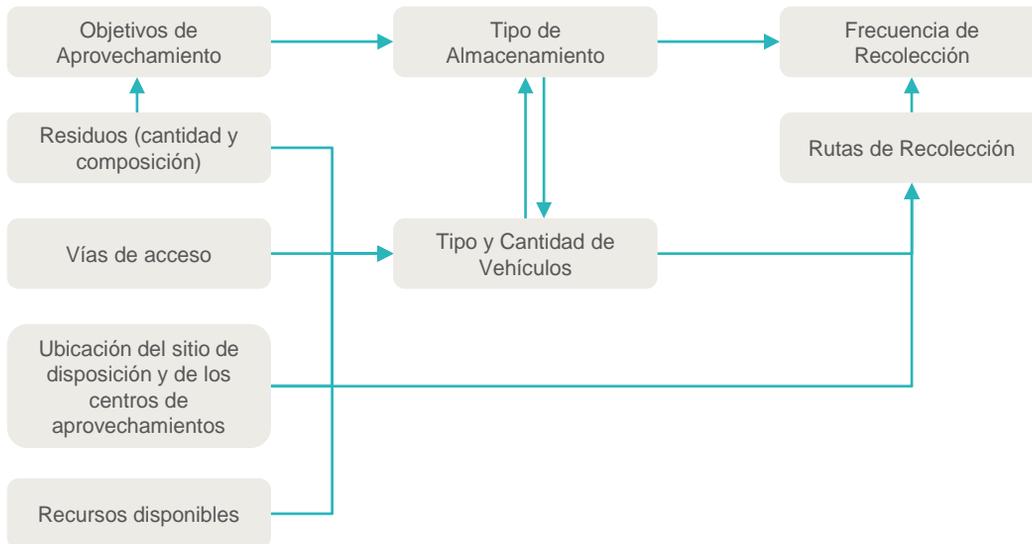
- Localización, cantidad y capacidad de los contenedores o canecas donde se encuentran los residuos;
- Tipo de residuos generados, lo cual esta asociado al código de colores;
- El ciclo de tratamiento y disposición final de los residuos en el municipio.

Es importante sensibilizar a los usuarios para que solo saquen los residuos en el día de recolección. Esto permite evitar que los residuos se acumulen en un punto y que proliferen malos olores y vectores en enfermedad.

Diseño Operacional del Sistema de Recolección y Aprovechamiento

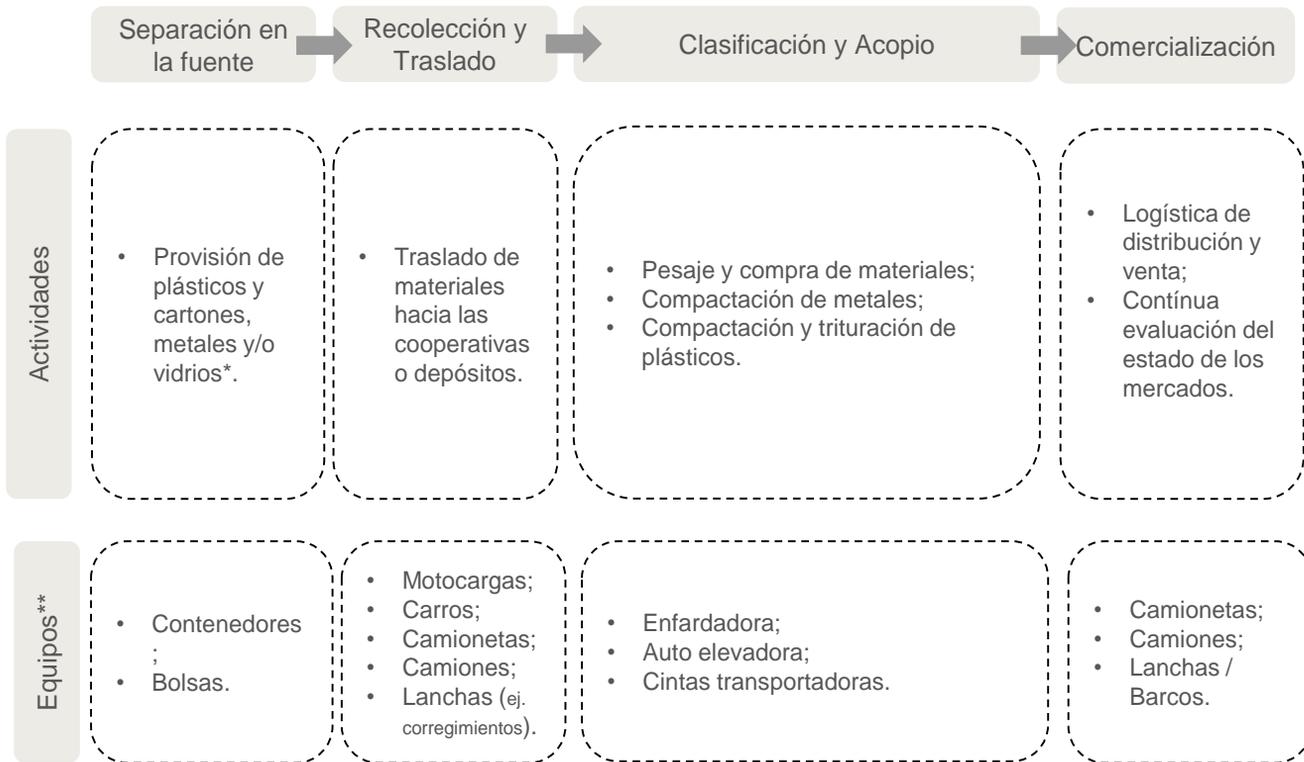
Para determinar la frecuencia de recolección y seleccionar el tipo, capacidad, etc., de los vehículos recolectores, es necesario tener en cuenta:

- La composición física de los residuos recolectados;
- La cantidad por tipo de residuos generados (reciclable, no reciclable o orgánicos) y los objetivos de aprovechamiento;
- El tipo de contenedores utilizado para el almacenamiento de los residuos;
- Las condiciones climáticas del sitio y las condiciones de las vías; y
- Los recursos disponibles para la recolección.



1 - La Cadena de Valor de Materiales Reciclables

Ejemplo de logística de recolección de los residuos :

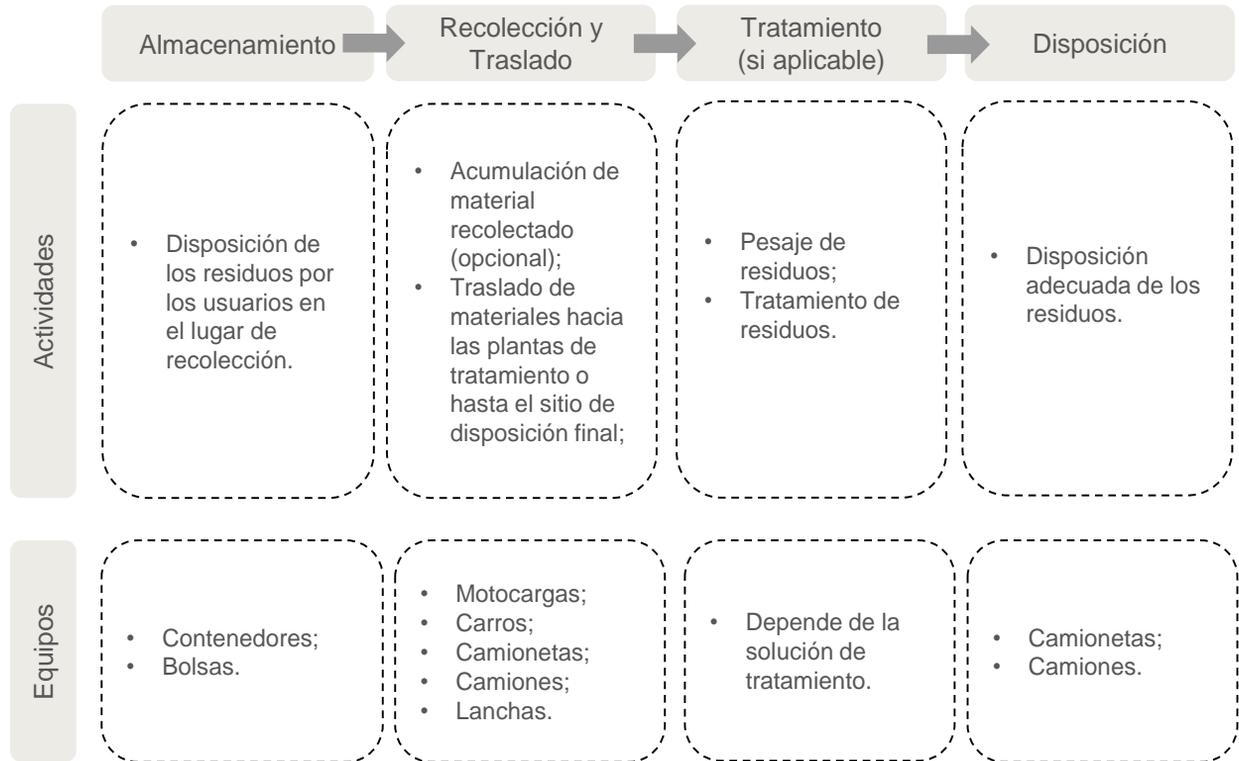


* La decisión acerca de cuales materiales aprovechables se recolectarán separadamente depende de las características del mercado local;

** Ejemplos de equipos; otros tipos de equipos pueden ser necesarios dependiendo del contexto local.

2 – Ciclo de Materiales No Reciclables

La logística de recolección de los residuos debe reflejar el ciclo de los residuos.



Separación en la Fuente de Residuos Sólidos y Acondicionamiento de los Residuos

La separación en la Fuente de los Residuos es un prerrequisito si se desea aprovechar los Residuos, puesto que, para el Aprovechamiento, se requieren materiales no contaminados. Para esto, es necesario asegurar que los residuos estén presentados de manera adecuada para facilitar su recolección.

- Para la separación en la fuente se deben clasificar los residuos sólidos desde donde se generan, esto con el objetivo de darles el debido manejo.
- Los residuos se clasifican con un código de colores sugeridos por la NTC 5167:



- La clasificación de los residuos por los generadores depende de la solución global de manejo: si se desea producir compost, es necesario recolectar la parte orgánica separada, si se quiere aprovechar, hay que recolectar los materiales aprovechables a parte;
- Los residuos pueden presentarse en contenedores o en bolsas, según el diseño operacional que se propone.

Tipo de Residuos y Características*

Tipo de Residuo	Clasificación	Ejemplos
Residuos No Peligrosos	Aprovechables	<ul style="list-style-type: none"> • Cartón y Papel (hoja, plegadiza, periódico, carpetas) • Vidrio (botella, recipientes)** • Plásticos (bolsas, garrafas, envases, tapas)** • Residuos metálicos (chatarra, tapas, envases)** • Textiles (ropa, limpiadores, trapos) • Madera (aserrín, palos, cajas, guacales, estibas) • Cuero (ropa, accesorios) • Empaques compuestos (cajas de leche, de jugo, de licores, vasos, contenedores desechables)**
	No Aprovechable	<ul style="list-style-type: none"> • Papel tissue (papel higiénico, paños húmedos, pañales, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios); • Papel encerados, plastificados, metalizados; • Cerámicas; • Vidrio plano; • Huesos; • Material de barrido; • Colillas de cigarrillo; • Material de empaque y embalaje sucios.
	Orgánicos Biodegradables	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos de comida; • Cortes y Podas de materiales vegetales; • Hojarasca.

* Clasificación de la NTC-GTC 24

** Se recomienda que los envases estén enjuagados y secos para garantizar su valorización

Estaciones de Almacenamiento

Para facilitar la logística de recolección y transporte de los residuos, es posible crear estaciones de almacenamiento, sea un centro de acopio o una estación de transferencia.

- **Centro de Acopio:**

Según la Norma técnica Colombiana GTC 24, los centros de acopio son las instalaciones de almacenamiento transitorio de residuos en los que una vez realizada la separación en la fuente, se almacenan, seleccionan y/o acondicionan para facilitar su aprovechamiento, tratamiento o recolección selectiva.

El acondicionamiento de un lugar de acopio permite que los procesos de separación y almacenamiento de residuos sólidos sean más eficaces. De esta forma se logra aumentar las cantidades de material reciclable y por tanto disminuir los residuos ordinarios entregados para disposición en el relleno sanitario.

- **Estación de transferencia:**

Según la misma norma, son instalaciones en donde se hace el traslado de los reusados sólidos de un vehículo recolector a otro con mayor capacidad de carga, que los transporta hasta los sitios de aprovechamiento y/o disposición final.

Sistema de Recolección de Residuos Sólidos

Como parte del diseño de la logística de recolección, es importante decidir cuales serán los contenedores utilizados para cada aspecto del servicio (recolección doméstica puerta a puerta, recolección comercial./institucional, recolección en puntos críticos, etc.).



La solución final dependerá de los resultado del diagnóstico, sin embargo, se deberá tener en cuenta lo siguiente*:

- A nivel domestico, se espera que los recipientes sean de material impermeable, liviano y resistente,
- Además, deben ser de fácil cargue para facilitar su transporte y evitar todo contacto entre los residuos y las personas encargadas de la recolección;
- Los recipientes de carácter retornable deberán ser fácil de limpiar;
- En instalaciones comerciales e industriales pueden emplearse grandes contenedores de acopio.

* Norma Técnica Colombiana GTC 024

Sistema de Recolección de Residuos Sólidos

La selección de los vehículos de recolección debe ser funcional a las características de las vías de acceso, al tipo de contenedores que se quiere utilizar (y viceversa), al sistema de transferencia (si existente), a las condiciones climáticas, etc., teniendo en cuenta aspectos de costo, eficiencia y mantenimiento.

2 - Tipo de vehículo (ejemplo)

De tipo motocarga



De tipo camioneta



De tipo compactador



La solución final dependerá de los resultado del diagnóstico, sin embargo, se deberá tener en cuenta lo siguiente*:

- Las rutas deberán garantizar la recolección de la totalidad de los residuos generados;
- La frecuencia de recolección debe tener en cuenta el tiempo de permanencia de los residuos en los sitios de almacenamiento: debe ser lo más corto posible;
- Los procedimientos de recolección deberán ser realizados de forma segura, evitando al máximo el derrame de los residuos. Si se realiza una separación en la fuente, es importante impedir que se pierda la separación durante la recolección y el transporte;
- Se recomienda minimizar las distancias entre puntos de generación y lugares de acopio;
- Hay que tener en cuenta que es necesario lavar y desinfectar los recipientes y vehículos de recolección.

* Norma Técnica Colombiana GTC 024

El Aprovechamiento de Residuos Sólidos

El Aprovechamiento es la utilización de los residuos sólidos por medio de actividades tales como separación de la fuente, recuperación, transformación y rehúso de los residuos, que al tiempo que generan un beneficio económico o social reducen los impactos ambientales y los riesgos a la salud humana asociados con la producción, manejo y disposición final de los residuos sólidos*.

Separar los residuos aprovechables de los residuos no aprovechables en el lugar donde son originados, es la clave de un buen sistema de revalorización de residuos.

Porqué aprovechar los residuos?

- El aprovechamiento permite **reincorporar materiales con valor en el circuito económico**: esto contribuye, por un lado, a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, y del otro contribuye a crear empleo en las comunidades involucradas en el aprovechamiento.
- En Colombia, la proporción de orgánicos en los residuos sólidos urbanos alcanza el 55% en promedio**. Los procesos de descomposición generan gases y lixiviados con altas cargas contaminantes. Aprovechar los residuos orgánicos, permite **limitar la cantidad de orgánicos dispuestos y por lo tanto, el impacto ambiental de la disposición final**.
- De la misma manera, al no aprovechar los residuos, se aumenta en volumen de residuos dispuesto en el relleno sanitario. Dadas las dificultades socio ambientales para montar ese tipo de proyectos, es importante **conservar la vida útil de los rellenos sanitarios**.

Norma Técnica Colombiana	Temática
GTC 53-3:1998	Guía para el aprovechamiento de envases de vidrio
GTC 53-4:2003	Guía para el aprovechamiento de papel y cartón
GTC 53-5:1999	Guía para el aprovechamiento de los residuos metálicos
GTC 53-7:2000	Guía para el aprovechamiento de residuos solidos orgánicos no peligrosos

* Norma Técnica Colombiana GTC 024

** RAS, Título F

Aprovechamiento de Materiales No Orgánicos

El proceso de aprovechamiento de residuos no orgánicos (latas, plásticos, vidrio, papel y cartón) permite reintegrar estos residuos en la ciclo económico: el material reciclado puede ser reutilizado como materia prima para volver a producir el mismo producto (por ejemplo producir botellas de plástico a partir de plástico reciclado), o producir productos nuevos (por ejemplo utilizar plástico reciclado para producir ropa).

El proceso de aprovechamiento involucra tres etapas principales:

Separación en la Fuente y
Recolección selectiva

- Educar al generador;
- Recolección selectiva de los materiales aprovechables (el nivel de separación entre materiales aprovechables puede variar según el contexto local).



Sorteo y Clasificación de los
materiales

- Separación de los residuos por tipo de material;
- Reducción de la contaminación y de las impurezas.



Acondicionamiento final y
Comercialización

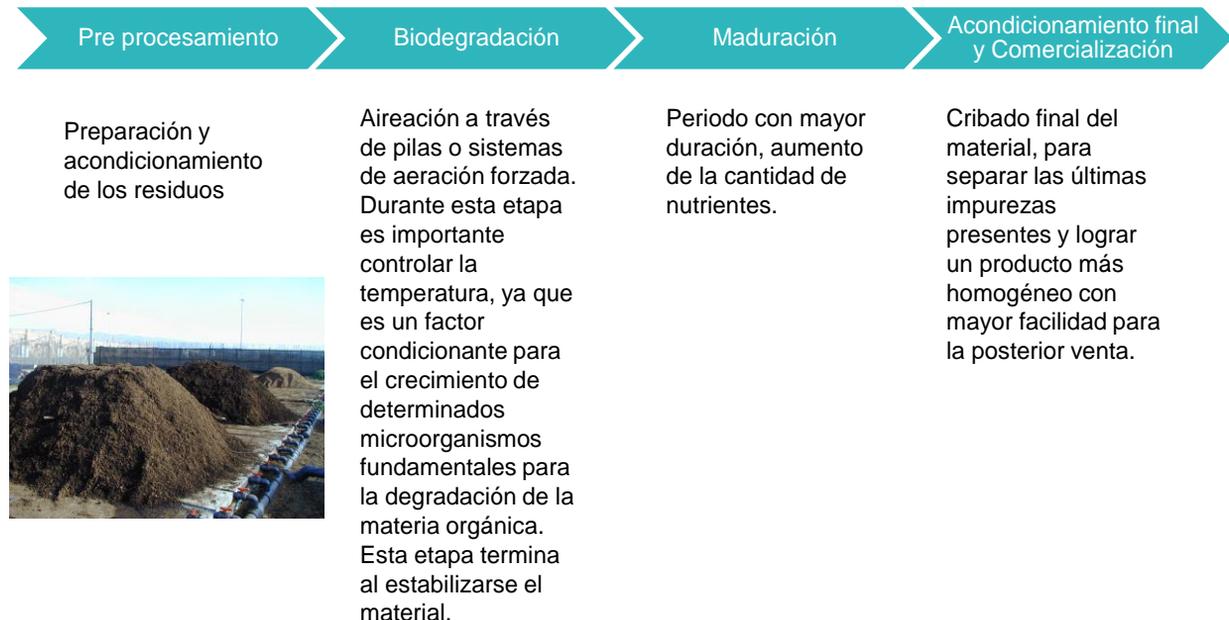
- Control de calidad;
- Reducción de tamaño y Compactación;
- Comercialización a plantas de reciclaje; y
- Transformación de la materia en nuevos productos.



Aprovechamiento de la Fracción Orgánica de los Residuos – Compostaje

Compostaje es la descomposición de residuos orgánicos por la acción microbiana en presencia de oxígeno. De acuerdo al tiempo de degradación, se da el grado de madurez.

El proceso de compostaje involucra cuatro etapas principales:



Aprovechamiento de la Fracción Orgánica de los Residuos – Compostaje (2)

Compostaje Industrial



La materia orgánica seleccionada se dispone en hileras al aire libre, para oxigenar las pilas, se voltean de forma manual o mecánica las hileras periódicamente. Para acelerar el proceso, se puede realizar una oxigenación con aire forzado (aire se distribuye dentro de las pilas mediante tuberías perforadas y un inyector de aire).

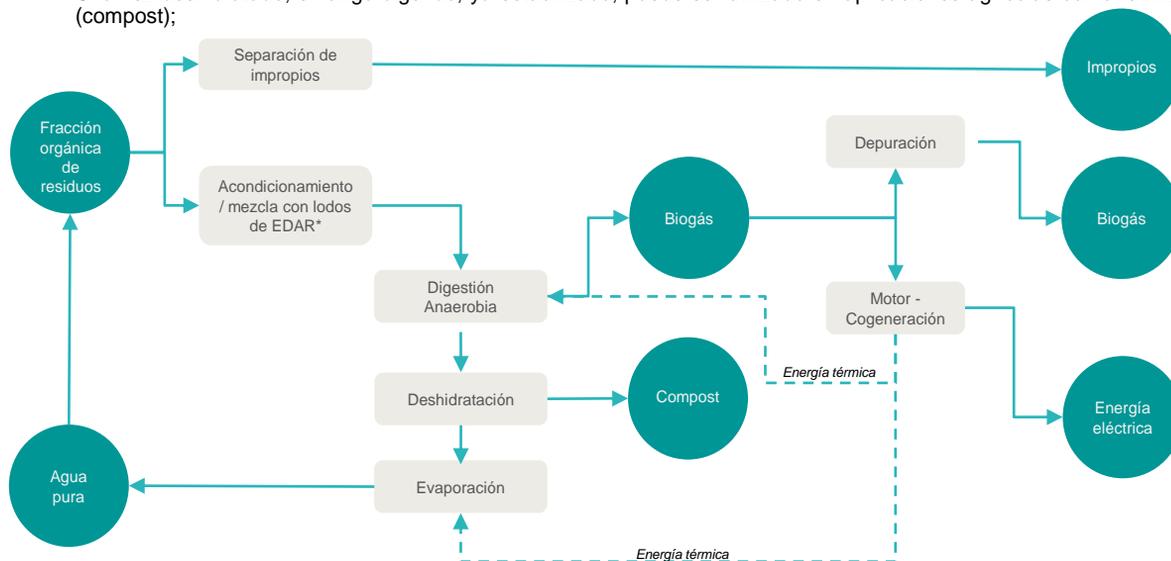
Compostaje Manual



Aprovechamiento de la Fracción Orgánica de los Residuos – Digestión Anaerobia

La digestión anaerobia es la descomposición anaeróbica de residuos orgánicos por la acción microbiana: en ausencia de oxígeno, la materia orgánica es degradada en biogás y en residuo sólido estabilizado.

- Tiempo de residencia: 20-25 días, el balance energético es positivo;
- El Biogás es una mezcla de metano, dióxido de carbono y otros gases minoritarios. Puede ser utilizado como combustible puesto que, aunque su composición depende de la materia orgánica digerida, la riqueza en metano suele estar entorno al 60%;
- Una vez deshidratado, el fango digerido, ya estabilizado, puede ser utilizado en aplicaciones agrícolas como fertilizante (compost);



* Estación Depuradora de Aguas Residuales

Aprovechamiento de la Fracción Orgánica de los Residuos – Digestión Anaerobia (2)



Fuente: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69400/anaerobic-digestion-strat-action-plan.pdf

Tratamiento y Disposición Final

Tratamiento de Residuos Sólidos

El tratamiento es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos, teniendo en cuenta el riesgo y grado de peligrosidad de los mismos, para incrementar las posibilidades de aprovechamiento y/o valorización o para minimizar los riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

Existen varios tipos de tratamiento, por ejemplo:

- **Incineración de los Residuos***: proceso de tratamiento térmico que consiste en la combustión completa utilizando el oxígeno excedente;
- **Gasificación***: combustión incompleta en ausencia parcial de oxígeno.
- **Pirolisis***: descomposición térmica en ausencia total de oxígeno.
- **Tratamiento Mecánico-Biológico****: combinación de procesos físicos y biológicos para el tratamiento de los residuos. El objetivo de este tratamiento es extraer los materiales voluminosos de entrada, recuperar los materiales valorizables, acondicionar los residuos para el tratamiento biológico posterior y estabilizar la materia orgánica, y finalmente, acondicionar los flujos de salida de los procesos para su destino final.
- **Autoclave*****. Dispositivo en el que los residuos son sometidos a vapor a alta presión y temperatura, luego son clasificados para separar material esterilizado.

En esta Guía, sólo desarrollaremos el proceso de Incineración.

* Definición del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Gestión de los Residuos Peligrosos en Colombia;

** Definición Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente español.

* Defra

Valorización Energética de los Residuos - Incineración

La Incineración es un tratamiento térmico de los residuos que consiste en la combustión completa utilizando el oxígeno excedente. La combustión es controlada y convierte los residuos en cenizas, gases de combustión y calor.

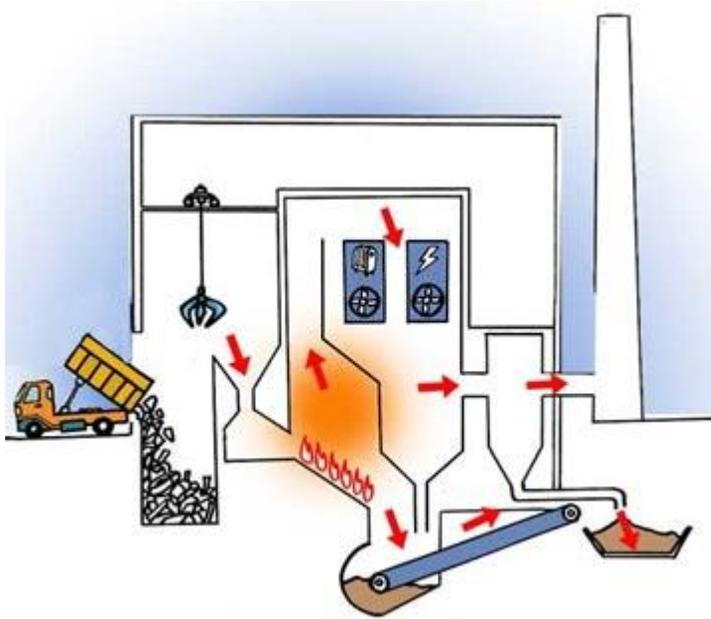
Ventajas

- Este proceso térmico conduce a la **reducción en peso y volumen de los residuos sólidos** mediante la combustión controlada. Se reduce significativamente la cantidad de residuos dispuestos en el relleno sanitario;
- Es posible recuperar el **calor de la combustión** para producir electricidad o alimentar redes de calor;
- Las cenizas de combustión son consideradas como **residuos inertes**. Pueden ser reutilizadas como material de relleno en el sector de la construcción.

Desventajas

- Los **costos son generalmente mas elevados**, tanto en la inversión inicial como el costo operacional;
- Aunque sean controlados, el proceso produce gases de combustión. Las cenizas que se recuperan de las **emisiones** deben ser tratadas como **residuos peligrosos**;
- Esta tecnología no siempre está bien **aceptada por la población**. Pueden haber casos de resistencia u oposición al proyecto;
- Exige **mano de obra calificada**, sobre todo en incineradores de gran capacidad.

Proceso de Incineración



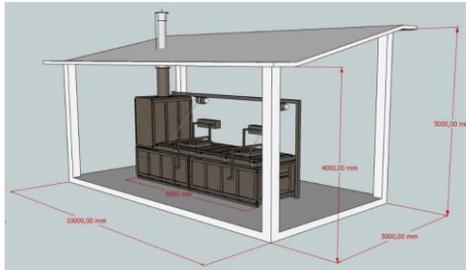
Etapas del proceso de incineración:

- Almacenamiento en foso y alimentación de los puentes rodantes;
- Combustión en dos fases:
 - La combustión primaria en la que se realiza el secado y calentamiento de los residuos y se liberan sustancias volátiles; y
 - La sala de post combustión.
- Control de la emisiones permite controlar la contaminación. Se debe monitorear:
 - La combustión puesto que en condiciones apropiadas, se limitan la formación de dioxinas y furanos;
 - La emisión de partículas es controlada. Existen varias tecnologías, por ejemplo, filtros de tejido (filtros manga), precipitadores electrostáticos y lavadores que captan las partículas utilizando agua en forma de gotas;
 - El control de gas ácido se hace por ejemplo gracias a la inyección de cal que reacciona con los gases ácidos.

Tipo de Incineradores

Existen incineradores de todos los tamaños:

- A incineradores en contenedores cuya capacidad varia entre 30 y 500 kg/hora:



Los incineradores más pequeños generalmente necesitan diésel para quemar los residuos y no se produce suficiente calor para valorizar la energía.

- Plantas con una capacidad que puede variar entre 100.000 y 600.000 ton/año:



Estas plantas permiten aprovechar energéticamente los residuos: con el calor producido por la combustión de los residuos, se genera vapor, que, al pasar por una turbina, produce electricidad. También se puede recuperar directamente el calor e incorporarlo en una red de calor (si existe).

Disposición Final de Residuos Sólidos

La Disposición Final es el proceso de aislar y confinar los residuos (principalmente los residuos no aprovechables), en forma definitiva, en lugares especialmente diseñados y debidamente autorizados. Se trata de evitar la contaminación y los daños/ riesgos a la salud humana y al medio ambiente. El Relleno Sanitario es esa técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo.*

La disposición final de residuos sólidos es un componente importante del Manejo Integral de Residuos Sólidos ya que siempre habrán materiales residuales rechazados por el sistema de aprovechamiento.

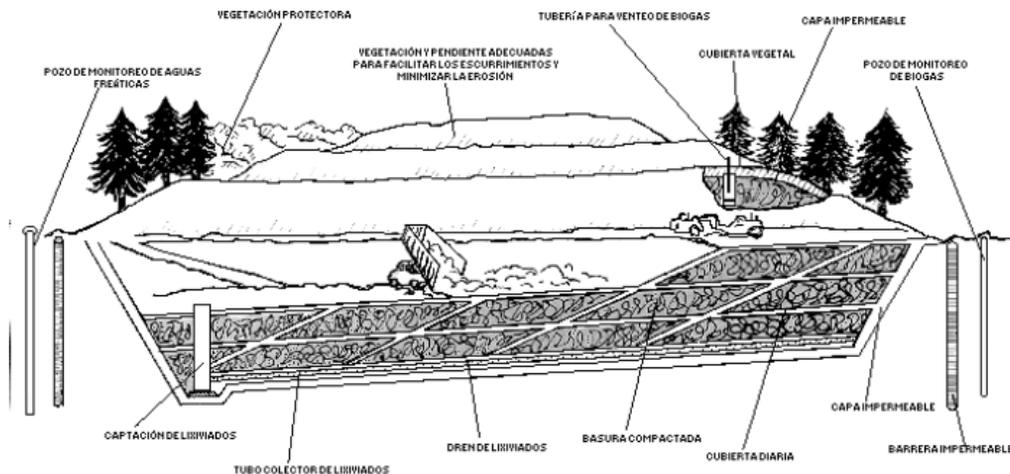


Diagrama de un Relleno Sanitario**

* Decreto Nacional 1713, 2002

**Fuente: Browning-Ferris Industries, Mobius Curriculum, Understanding the Waste Cycle, 1991

Disposición Final de Residuos Sólidos

Ventajas

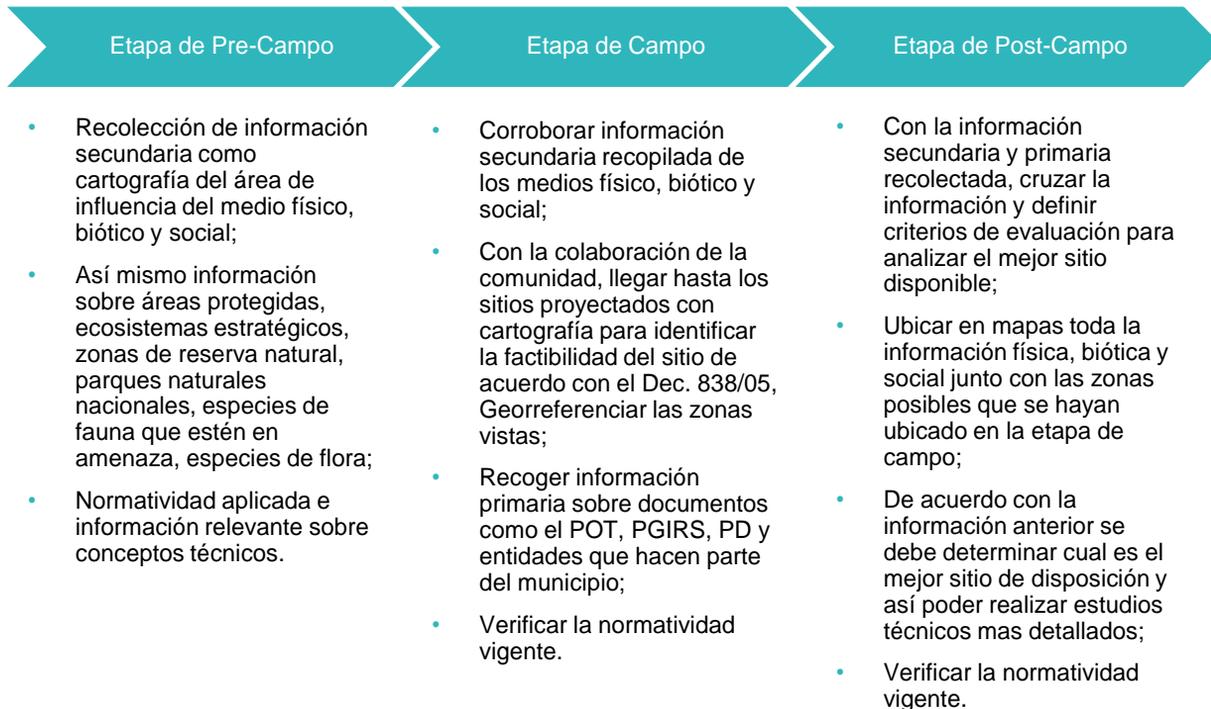
- **Alternativa más económica** de disposición final de los Residuos;
- Generalmente, la **inversión inicial de capital es inferior** a la que se necesita para la implementación de un sistema de tratamiento tal como la incineración;
- **Método flexible:** en caso de incrementar la cantidad de residuos por disponer solo se requiere aumentar el número de personal;
- Si la generación de **gas metano** es suficiente, puede ser utilizada como fuente de energía no convencional;
- Permite **recuperar terrenos** para la creación de parques o áreas verdes al final de la vida útil del relleno.

Desventajas

- Requiere de una **supervisión permanente** para mantener un alto nivel de las operaciones y asegurar que no habrá fallas a futuro: de otra manera, existe un riesgo que el relleno se convierta en botadero a cielo abierto;
- Si no es manejado de manera adecuada, pueden presentarse casos de **contaminación de aguas** subterráneas y superficiales cercanas;
- Cuando no existen terrenos cercanos a donde se producen los residuos, el **costo de transporte** se verá fuertemente afectado;
- Puede generar **quejas públicas** si está muy cerca de un área urbana;
- Puede presentar un riesgo para la **Aero Civil**.

Metodología para Identificación de un Sitio de Disposición Final

La selección de un sitio es el primer paso en el diseño de un relleno sanitario. Involucra tres etapas principales:



Características de un Relleno Sanitario

Un relleno sanitario ideal debe tener las siguientes características*:

- Compatible con los planes de uso del suelo del área en que se quiere construir;
- Fácilmente accesible por los vehículos durante las operaciones, y en cualquier estado del tiempo;
- Contar con medidas de seguridad, contra la potencial contaminación del agua superficial y subterránea;
- Contar con medidas de seguridad, contra el movimiento incontrolado del gas originado por los residuos sólidos depositados;
- Contar con la cantidad adecuada de material de cobertura, de fácil manejo y compactación;
- Estar ubicado en un área donde la operación del relleno no impactará en forma negativa los recursos sensibles del ambiente;
- Ser lo suficientemente grande para recibir los residuos de la comunidad durante un intervalo de tiempo razonable ;
- Ser el sitio más económico disponible y cumplir con los requisitos para la disposición de residuos sólidos, conforme a las restricciones de la legislación aplicable.

El **Decreto 838/05** permite evaluar los sitios según un sistema de notación con 12 criterios.

* http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT_OperacionRellenoSanitario.pdf

Diseño del Relleno Sanitario

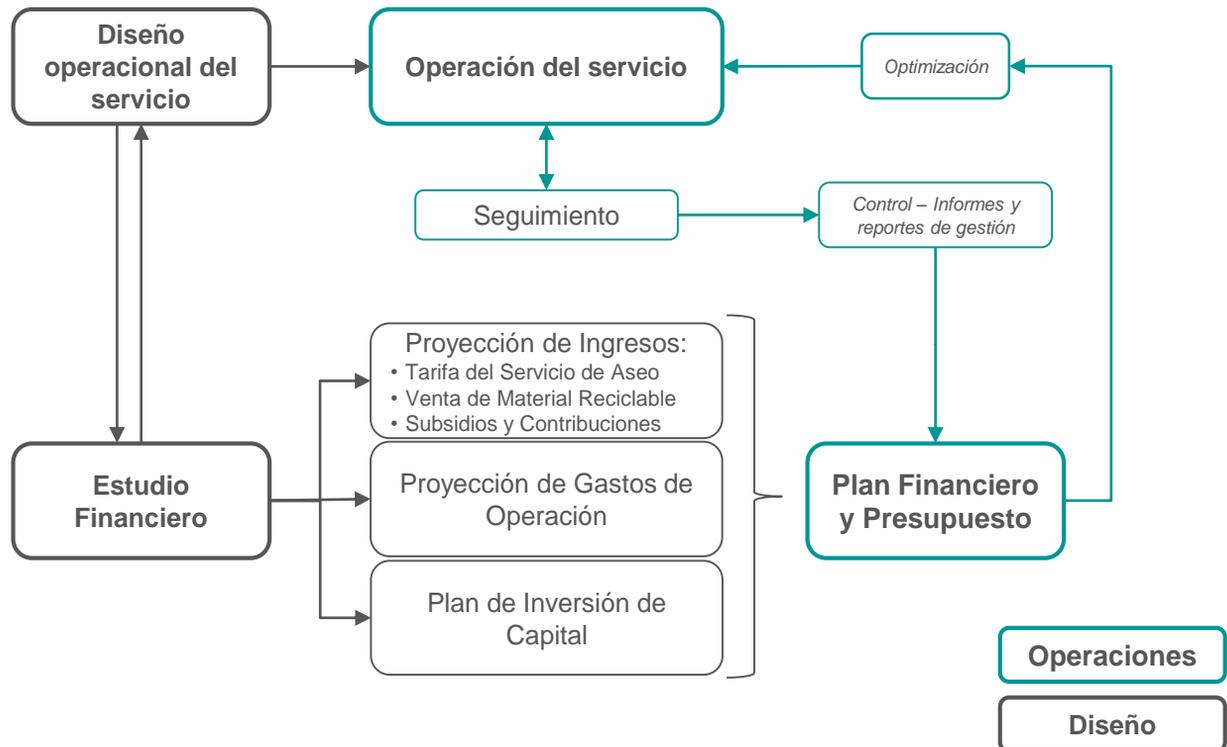
Pasos par el Diseño de un Relleno:

- Determinación de las cantidades y características de los residuos sólidos por disponer;
- Recopilación de información para el sitio: condición del sitio, información geo hidrológica, mapas de suelo, datos climatológicos,...;
- Identificación y evaluación de la regulación;
- Diseño de la área de relleno:
 - Método de operación;
 - Dimensiones de diseño;
 - Especificación de los elementos de operación (uso de la cubierta, requerimientos de importación del material de cubierta, de equipos y de personal,...);
 - Elementos de diseño: control de lixiviados, control de biogás, control de escurrimientos, caminos de acceso, áreas de trabajo especial, manejo de residuos especiales,...
- Desarrollo de los planos del relleno (excavación, secuencias de llenado, perfil final,...);
- Análisis del impacto ambiental;
- Preparación del manual de operación.

Sostenibilidad financiera

Sostenibilidad Financiera

Al definir el diseño del servicio, es importante asegurarse de la sostenibilidad financiera. Se trata de comparar la proyección de ingresos con la inversión de capital y los gastos de operación previstos.



Ejemplo de Análisis de Gastos*

	Año 1	Año 2	Año 3	
INGRESOS				
- Recaudo del Tarifo de Aseo;	100	120	125	← Mejoramiento del Sistema de Recaudo
- Venta de material reciclable;	50	60	70	← Evolución del mercado de Material
- Subsidios	20	25	25	
TOTAL INGRESOS	170	205	215	
GASTOS				
- Operaciones – Recolección	50	55	55	← Aumentación de la cantidad de residuos recolectados
- Operaciones – Aprovechamiento	20	25	30	
- Operaciones – Tratamiento	40	55	60	
- Operaciones – Disposición Final	30	40	45	Y luego esfuerzo de optimización de los recursos
- Operación – Administración	10	10	10	
TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN (incl. Salarios)	150	175	200	
Margen de Flujo de Operación	20	20	15	
INVERSIONES				
- Inversiones – Recolección	10	0	0	← Adquisición de la flota de vehículos
- Inversiones – Aprovechamiento	2	0	0	← Construcción de las plantas
- Inversiones – Tratamiento	0	5	0	← Construcción del relleno sanitario
- Inversiones – Disposición Final	10	0	0	
- Inversiones – Administración	0	0	0	
TOTAL INVERSIONES	27	2	2	

*Los valores utilizado en esta tabla no tienen ningún valor real.

Programa de Educación de la Población y Capacitación del Personal

Capacitación del Personal de Manejo de Residuos Sólidos

Una de las principales medidas de mejoramiento es la Capacitación del Personal.

Ejemplo de actividades y temáticas:

Actividades

- Jornadas de sensibilización sobre los impactos ambientales que se generan por el mal manejo de residuos y que están asociados a riesgos sobre la salud y el medio ambiente;
- Formación y talleres técnicos, específicos a cada actividad (clasificación y aprovechamiento, incineración, disposición final, etc.).

Temáticas

- Socialización y capacitación referente a la Gestión Integral de Residuos Sólidos y la legislación asociada;
- Para los operarios encargados de la manipulación de residuos sólidos, la capacitación debe contemplar, entre otros, los siguientes ítems:
 - Identificación de los diferentes riesgos que pueden representar por el mal manejo de residuos;
 - Forma segura de manejar los residuos. Uso adecuado, mantenimiento y limpieza de los elementos de protección personal;
 - Características, manejo y limpieza de recipientes;
 - Metodología de clasificación y separación selectiva de residuos, de acuerdo al modelo operacional adoptado;
 - Importancia de la aplicación de los conceptos de autocuidado en las actividades de recolección, manejo y sitio de disposición de los residuos sólidos.

Programa de Sensibilización de la Comunidad

Sensibilizar, educar y promover la participación total de la comunidad para minimizar la producción de residuos sólidos y reforzar el reúso y el reciclaje.

Minimizar

Generar un cambio positivo en los hábitos de consumo, procurando la reducción y reutilización en los residuos generados:

- Reducir:
 - Pedir menor cantidad de embalaje cuando se hacen las compras;
 - Elegir bebidas que se comercializan en envases retornables;
- Reutilizar:
 - Usar bolsas reutilizables;
 - Prolongar la vida útil de los objetos;
 - Dar otro uso a los objetos.

Separar

Generar el hábito de la separación en la fuente con respecto a las características físico-químicas de los residuos. No mezclar residuos inorgánicos con residuos orgánicos para:

- Evitar la contaminación de los residuos reciclables;
- Reducir la cantidad de basura que se dispone;
- Facilitar el trabajo de los recicladores.

Cooperar

- Colaborar con la higiene pública y estética del espacio público.

Programa de Sensibilización de la Comunidad (2)

El desarrollo efectivo del programa de sensibilización ambiental se basa en el desarrollo de actividades que generen impactos positivos en la población.

Ejemplos de actividades:

- Realizar jornadas de sensibilización enfocadas al tema de separación en la fuente y el manejo adecuado de los recipientes con su respectivo color;
- Organizar charlas sobre los impactos ambientales que se generan por el mal manejo de residuos y que están asociados a riesgos sobre la salud y el medio ambiente;
- Organizar jornadas de puertas abiertas para mostrar el funcionamiento de un centro de acopio o planta de tratamiento;
- Organizar jornadas de limpieza de parques, playas o otras áreas publicas.

De igual se recomienda que el programa tenga una frecuencia cíclica continua.



Plan de Acción

Definir un Plan de Acción

El Plan de Acción es un instrumento por facilitar la implementación de la Solución Diseñada. Brinda un marco o estructura dando prioridad a las iniciativas más importantes para cumplir con ciertos objetivos y metas del proyecto. El plan puede involucrar a distintos departamentos y áreas, estableciendo quiénes serán los responsables que se encargarán de su cumplimiento a tiempo y forma.

- Información necesaria para cada paso:
 - **Acción:** Qué acciones o cambios ocurrirán?
 - **Responsable:** Quién llevará a cabo esos cambios?
 - **Fechas:** Cuándo tendrán lugar, y durante cuánto tiempo?
 - **Medios:** Qué recursos (por ejemplo: dinero, equipo) se necesitarán para llevar a cabo esos cambios?
 - **Comunicación:** Quién deberá saber qué?

ACCIONES	DETALLES	RESULTADO	RESPONSABLE	RECURSOS	FECHAS	MEDIDAS DE CONTROL
Estudio detallado de la situación financiera actual de la empresa de Aseo	Balance detallado de los últimos XXX años en cuanto a beneficios, inversiones, gastos,...	Informe presentando el estado real de la empresa.	Externa - Empresa contratada	Financiero: presupuesto de XXX COP Tiempo: XXX horas	Septiembre 2017	Valoración del informe de resultado
Análisis de Factibilidad de Disposición Final en el Sitio XXX	Caracterización Ambiental, Topográfico del Sitio, Diseño conceptual de la celda de contingencia	Informe presentando el análisis del sitio y el Diseño conceptual	Externa - Empresa contratada	Financiero: presupuesto de XXX COP Tiempo: XXX horas	Diciembre 2017	Valoración del informe de resultado

Objetivos de un Plan de Acción

Un Plan De Acción tiene que ser asociado a un numero definido de objetivos claves. En la definición de los objetivos, es recomendable utilizar el concepto EMART (SMART en inglés).

- | | | |
|----------|--------------------|--|
| E | Específico: | El objetivo debe estar claramente definido. |
| M | Medible: | El avance de la meta se puede medir. |
| A | Alcanzable: | El alcance de la meta debe realista y posible. |
| R | Relevante: | La meta tiene que ser relevante para el avance del proyecto. |
| T | A Tiempo: | La meta debe tener un tiempo para cumplirse. |

Ejemplos de objetivo EMART:

- Aumentar la cobertura del servicio de recolección de 60% a 85% de las casas en el casco urbano en los próximos 12 meses;
- Disminuir el tiempo de recolección de 4 horas a 3h30 evitando la proliferación de puntos críticos con la distribución de contenedores;
- Aumentar la productividad del equipo de clasificación de los residuos de 3 pacas/hora a 3.5 pacas/hora con la introducción de la mesa de clasificación en Enero 2017.

Resumen de la Fase de Diseño Operacional del Servicio

Logros al Final de la Fase Diseño Operacional del Servicio

1. Después de haber definido las prioridades del Plan de Manejo de los Residuos, la fase de Diseño de la Solución técnica tiene como objetivo identificar y evaluar soluciones prácticas para responder a las necesidades locales;
2. Es importante recordar que la solución de manejo de residuos es un sistema integral y global cuyos componentes son interdependientes: el diseño de cada etapa depende de las decisiones que se hayan tomado en las demás etapas. Así, los diferentes componentes (Recolección y Aprovechamiento, Tratamiento y Disposición, Sostenibilidad Financiera, Programa de Capacitación y Sensibilización) no pueden considerarse aisladamente.
3. El Diseño deberá por lo tanto ser evaluado en su globalidad, tanto desde un punto de vista técnico como social y económico.

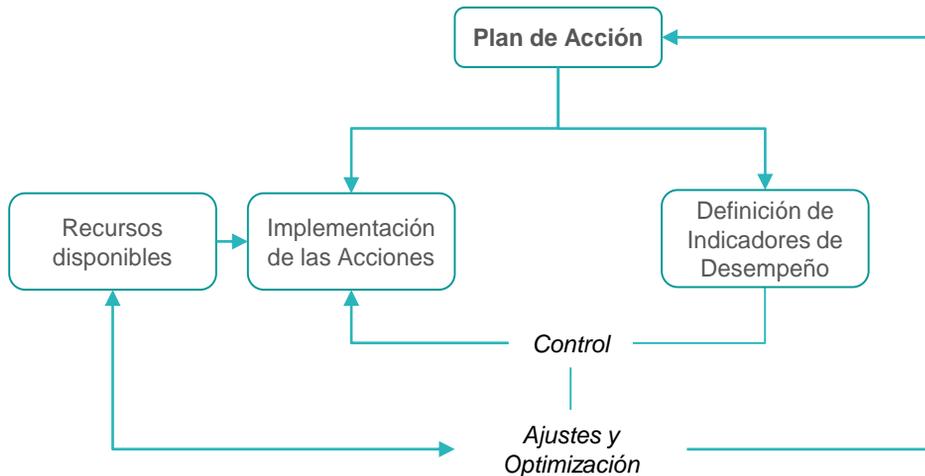
A continuación, la guía detalla la fase de Ejecución y Monitoreo.

IV. Monitoraggio



Concepto de Monitoreo

Una vez que el Plan de Acción está finalizado y en fase de implementación, debe ser monitoreado. El Monitoreo es un conjunto de actividades de gestión que permiten verificar si el proyecto va marchando según lo planificado. El objetivo es conocer en todo momento qué problemas se producen a fin de resolverlos o aminorarlos de manera inmediata.



Aspectos Principales del Monitoreo

Mediante el monitoreo y control se puede comprobar:

- La gestión del alcance;
 - La gestión del tiempo; y
 - La gestión del costo.
-
- **Reportes:** de manera periódica, es necesario producir un documento que informe el estado actual de un proyecto. No se trata sólo de describir qué trabajo hizo o hará el equipo del proyecto, sino que se debe describir los desvíos del plan y cómo pueden ser corregidos.
 - **Seguimiento y Prevención:** para realizar un control efectivo se deben tener en cuenta dos aspectos fundamentales: la función del control debe centrarse más en prevenir los problemas que en arreglarlos y debe relacionarse tanto con la calidad del servicio, como con su cantidad y oportunidad;
 - **Seguimiento y Optimización:** la supervisión de las actividades incluye la recopilación, medición y difusión de información sobre el rendimiento, así como la evaluación de las mediciones y tendencias para llevar a cabo las mejoras del proceso;
 - **Seguimiento y Evaluación:** el seguimiento permite apreciar y evaluar el proyecto determinando la relevancia, impacto, eficacia, eficiencia y sostenibilidad de las intervenciones y su contribución a la consecución de resultados.

Por ejemplo: Monitoreo de la Implementación de la Separación en la Fuente

- **Acción:** Para realizar el seguimiento de la gestión de los residuos sólidos municipales se debe llevar un control semanal de la separación en la fuente cuando se realice la recolección;
- **Detalles:** La persona encargada de la gestión de los residuos sólidos deberá realizar un recorrido por los puntos de recolección, revisando los contenedores dispuestos para depositar los residuos. Éste debe llevar una bitácora donde se reporte la cantidad de residuos que se está generando, a quien se le entrega y cuál es su disposición final. Esta información debe discriminar que tipo de residuo sólido es y en el caso de los residuos peligrosos, identificar su peligrosidad, de acuerdo con el decreto 4745 de 2005;
- **Resultado y Control:** Las actas de disposición y demás soportes deben ser llevadas al día y archivadas en una carpeta;
- **Evaluación y Optimización:** Una vez recolectados los datos, se pueden identificar las causas del desvío y proponer soluciones de mejoramiento como cambiar los contenedores o realizar un nuevo programa educativo,...

Definición y Seguimiento de Indicadores de Desempeño

Para medir la eficiencia del Servicio de Gestión de los Residuos, es importante definir indicadores de desempeño. A continuación se encontraran algunos ejemplos.

Desempeño general:

- Tasa de aprovechamiento: $\frac{\text{Residuos sólidos aprovechables(Kg) entregados por semana}}{\text{Residuos sólidos totales recolectados (Kg)}} * 100\%$

Servicio de Recolección:

- Tasa de cobertura del servicio de recolección;
- Cantidad de residuos aprovechables recolectados por habitante;
- Costo de recolección por residencia;
- Recolecciones canceladas por año;
- Tiempo promedio de recolección por residencia
- Etc.

Servicio de Aprovechamiento:

- Tasa de captura: $\frac{\text{Residuos sólidos aprovechables entregados (Kg)}}{\text{Residuos sólidos aprovechables generados(Kg)}} * 100\%$
- Cantidad de residuos clasificados por operario al centro de acopio;

Disposición Final:

- Disposición final: $\frac{\text{Residuos sólidos dispuestos (Kg)}}{\text{Residuos sólidos totales recolectados (Kg)}} * 100\%$

Objetivos de la Fase Monitoreo

1. El plan de Manejo de Residuos define una estrategia global, con prioridades, y se declina en Acciones, Objetivos y Responsabilidades. A cada acción del Plan se le relacionan **indicadores de desempeño que permiten seguir las performances del proceso;**



2. El objetivo del Monitoreo es asegurarse que se siga el plan definido, con un servicio eficiente y sostenible. Gracias a un monitoreo continuo, la experiencia adquirida puede **retroalimentar el Plan y mejorarlo.**

Glosario



Término	Definición
Aprovechamiento	Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.
Botadero	Lugar donde se arrojan los residuos a cielo abierto en forma indiscriminada sin recibir ningún tratamiento sanitario.
Caja de Almacenamiento / Contenedor	Es el recipiente metálico o de otro material técnicamente apropiado, para el depósito temporal de residuos sólidos de origen comunitario, en condiciones herméticas y que facilite el manejo o remoción por medios mecánicos o manuales
Generador / Productor / Usuario	Persona que produce residuos sólidos y es usuario del servicio.
Lixiviado	Es el líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de los residuos sólidos: esta compuesto por el agua proveniente de precipitaciones pluviales, humedad de la basura y descomposición de la materia orgánica que arrastra materiales disueltos y suspendidos.
Macro y Micro Ruta	La macro ruta es la división geográfica de una ciudad, población o zona para la distribución de los recursos y equipos a fin de optimizar el servicio. La micro ruta detalla a nivel de las calles y manzanas el trayecto del vehículo, para la prestación del servicio de recolección, dentro del ámbito de una frecuencia predeterminada.
Manejo de residuos sólidos	Es el conjunto de actividades que se realizan desde la generación hasta la eliminación del residuo o desecho sólido. Comprende las actividades de separación en la fuente, presentación, recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y/o la eliminación de los residuos o desechos sólidos.
Reciclaje	Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva acopio, reutilización, transformación y comercialización.
Recolección	Acción y efecto de recoger y retirar los residuos sólidos de uno o varios generadores efectuada por la persona prestadora del servicio.
Relleno sanitario	Lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para el confinamiento de los residuos sólidos municipales. Comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, su cobertura con tierra u otro material inerte, por lo menos diariamente, y el control de los gases y lixiviados y la proliferación de vectores, a fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población.
Residuos sólidos municipal / Desecho solido / Basura	Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.
Segregación / Clasificación	Actividad que consiste en recuperar materiales reusables o reciclables de los residuos.
Separación en la fuente	Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación.
Transferencia	Es la actividad de trasladar los residuos sólidos de un vehículo a otro por medios mecánicos, evitando el contacto manual y el esparcimiento de los residuos.
Tratamiento	Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana.

M
MOTT
MACDONALD

