

Ser Ambiental S.A. E.S.P.

Manual de Planeación del Servicio

Capítulo II: Recolección de Residuos

28-5-2025

SER AMBIENTAL
S.A. E.S.P.

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 2 de 31

Contenido

Objetivo.....	4
Alcance.....	4
Normas Generales	¡Error! Marcador no definido.
Definiciones	4
Condiciones.....	9
1. Fase Preliminar	9
1.1. Recopilación y Depuración de Información	9
1.2. Caracterización del Área de Prestación.....	10
1.3. Estimación de la Producción	11
1.3.1. Residuos Ordinarios	11
1.3.2. Residuos de Rechazo en ECA.....	12
1.3.3. Residuos producto del Barrido y Limpieza de Vías y Áreas Públicas	13
1.3.4. Residuos producto de Limpieza Urbana	13
2. Modelamiento del servicio.....	15
2.1. Cálculo de Centroide y Distancias	15
2.1.1. Cálculo de Centroides por Media Ponderada.....	15
2.1.2. Cálculo del Centroide por proximidad del APS	19
2.1.3. Cálculo de la distancia entre el centroide y el sitio de disposición final	20
2.2. Estimación de Tiempos de Ruta.....	20
2.2.1. Tiempos de recolección.....	20
2.2.2. Tiempo de Transporte.....	21
2.2.3. Tiempo de descarga	21
2.2.4. Tiempos Muertos.....	21
2.3. Cálculo de Recursos Operativos	22
2.3.1. Cálculo de Vehículos Recolectores	22
2.3.2. Cálculo de Cuadrillas de Recolección.....	23
2.3.3. Características de los vehículos recolectores	23
2.4. Sistemas de Recolección Alternativos	23
3. Diseño del Servicio	24
3.1. Presentación de residuos	24
3.2. Diseño de Microrrutas	24
3.2.1. Recolección Puerta a Puerta	25
3.2.2. Recolección Punto a Punto	25
3.2.3. Recolección a Pie de Calle	26
3.2.4. Recolección por Demanda	26
3.3. Establecimiento de Macrorrutas y Grupos de Supervisión	26
4. Validación del Diseño	27
4.1. Validación Estadística	27
4.2. Revisión en Campo	28

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 3 de 31

4.3.	Actualización, Almacenamiento y Conservación	28
4.4.	Entrega a Gerencia Operativa	28
	Diagrama del Proceso	29
	Matriz de Riesgos	30
	Documentos Relacionados	¡Error! Marcador no definido.
	Control de Cambios	¡Error! Marcador no definido.
	Responsables.....	¡Error! Marcador no definido.
	Anexos	¡Error! Marcador no definido.

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 4 de 31

Objetivo

Determinar la metodología para el cálculo de recursos operativos, variables comerciales y conformación de Microrrutas y Macrorrutas para el servicio de Recolección de Residuos no aprovechables.

Alcance

Este manual aplica para el proceso de diseño del servicio de Residuos no aprovechables, en sus componentes de recolección domiciliaria, recolección a grandes generadores y recolección de Residuos producto del barrido de calles tanto para presentación de propuestas en nuevas áreas de prestación como para reestructuración del servicio en operaciones existentes.

Definiciones

Área de prestación de servicio: Corresponde a la zona geográfica del municipio o distrito debidamente delimitada donde la persona prestadora ofrece y presta el servicio de aseo. Esta deberá consignarse en el contrato de condiciones uniformes.

Aforo: Es el resultado de las mediciones puntuales, que realiza un aforador debidamente autorizado por la persona prestadora, respecto de la cantidad de residuos sólidos que produce y presenta un usuario de manera individual o conjunta al prestador del servicio de aseo.

Aforo extraordinario de aseo para multiusuarios: Es el resultado de las mediciones puntuales realizadas por la persona prestadora del servicio público de aseo, de oficio o a petición del multiusuario, cuando alguno de ellos considere que ha variado la cantidad de residuos producidos con respecto al aforo vigente.

Aforo ordinario de aseo para multiusuarios: Es el resultado de las mediciones puntuales realizadas por la persona prestadora del servicio público de aseo, para categorizar y cobrar como multiusuarios a aquellos suscriptores que optaron por esta opción tarifaria.

Aforo permanente de aseo: Es el que realiza la persona prestadora del servicio público de aseo a los suscriptores grandes productores o pequeños productores de residuos sólidos, cuando efectúa la recolección de los residuos presentados por el usuario.

Almacenamiento de residuos sólidos: Es la acción del usuario de guardar temporalmente los residuos sólidos en depósitos, recipientes o cajas de almacenamiento, retornables o desechables, para su recolección por la persona prestadora con fines de aprovechamiento o de disposición final.

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 5 de 31

Báscula: Instrumento técnico de medida mecánico o electrónico debidamente calibrado y certificado por la entidad competente, acorde con las normas vigentes que regulan la materia, para determinar el peso de los residuos sólidos.

Caja de almacenamiento: Es el recipiente técnicamente apropiado, para el depósito temporal de residuos sólidos de origen comunitario, en condiciones de aislamiento que facilite el manejo o remoción por medios mecánicos o manuales.

Estaciones de transferencia: Son las instalaciones dedicadas al traslado de residuos sólidos de un vehículo recolector a otro con mayor capacidad de carga, que los transporta hasta su sitio de tratamiento o disposición final.

Frecuencia del servicio: Es el número de veces en un periodo definido que se presta el servicio público de aseo en sus actividades de barrido, limpieza, recolección y transporte, corte de césped y poda de árboles.

Generador o productor: Persona que produce y presenta sus residuos sólidos a la persona prestadora del servicio público de aseo para su recolección y por tanto es usuario del servicio público de aseo.

Gestión integral de residuos sólidos: Es el conjunto de actividades encaminadas a reducir la generación de residuos, a realizar el aprovechamiento teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento con fines de valorización energética, posibilidades de aprovechamiento y comercialización. También incluye el tratamiento y disposición final de los residuos no aprovechables.

Grandes generadores o productores: Son los suscriptores y/o usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen igual o superior a un metro cúbico mensual.

Lixiviado: Es el líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de los residuos sólidos bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas y/o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

Macrorruta: Es la división geográfica de una ciudad, zona o área de prestación del servicio para la distribución de los recursos y equipos a fin de optimizar la actividad de recolección de residuos, barrido y limpieza de vías y áreas públicas y/o corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas.

Microrruta: Es la descripción detallada a nivel de las calles y manzanas del trayecto de un vehículo o cuadrilla, para la prestación del servicio público de recolección de residuos; de barrido y limpieza de vías y áreas públicas; y/o corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas, dentro de una frecuencia predeterminada.

Minimización de residuos sólidos en procesos productivos: Es la optimización de los procesos productivos tendiente a disminuir la generación de residuos sólidos.

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 6 de 31

Multiusuarios del servicio público de aseo: Son todos aquellos suscriptores agrupados en unidades inmobiliarias, centros habitacionales, conjuntos residenciales, condominios o similares bajo el régimen de propiedad horizontal vigente o concentrados en centros comerciales o similares, que se caracterizan porque presentan en forma conjunta sus residuos sólidos a la persona prestadora del servicio en los términos del presente decreto o las normas que lo modifiquen, sustituyan o adicionen y que hayan solicitado el aforo de sus residuos para que esta medición sea la base de la facturación del servicio público de aseo. La persona prestadora del servicio facturará a cada inmueble en forma individual, en un todo de acuerdo con la regulación que se expida para este fin.

Pequeños generadores o productores: Son los suscriptores y/o usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen menor a un (1) metro cúbico mensual.

Plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS): Es el instrumento de planeación municipal o regional que contiene un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos por uno o más entes territoriales para el manejo de los residuos sólidos, basado en la política de gestión integral de los mismos, el cual se ejecutará durante un período determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos y la prestación del servicio de aseo a nivel municipal o regional, evaluado a través de la medición de resultados. Corresponde a la entidad territorial la formulación, implementación, evaluación, seguimiento y control y actualización del PGIRS.

Presentación de los residuos sólidos: Es la actividad del usuario de colocar los residuos sólidos debidamente almacenados, para la recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. La presentación debe hacerse, en el lugar e infraestructura prevista para ello, bien sea en el área pública correspondiente o en el sitio de presentación conjunta en el caso de multiusuarios y grandes productores.

Puntos críticos: Son aquellos lugares donde se acumulan residuos sólidos, generando afectación y deterioro sanitario que conlleva la afectación de la limpieza del área, por la generación de malos olores, focos de propagación de vectores, y enfermedades, entre otros.

Recolección puerta a puerta: Es el servicio de recolección de los residuos sólidos en el andén de la vía pública frente al predio del usuario.

Residuo sólido: Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. Igualmente, se considera como residuo sólido, aquel proveniente del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles. Los residuos sólidos que no tienen características de peligrosidad se dividen en aprovechables y no aprovechables.

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 7 de 31

Residuo sólido ordinario: Es todo residuo sólido de características no peligrosas que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso es recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo. El precio del servicio de recolección, transporte y disposición final de estos residuos se fija de acuerdo con la metodología adoptada por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Los residuos provenientes de las actividades de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, corte de césped y poda de árboles ubicados en vías y áreas públicas serán considerados como residuos ordinarios para efectos tarifarios.

Sistema de pesaje: Es el conjunto ordenado y sistemático de equipos, elementos y maquinaria que se utilizan para la determinación certera del peso de los residuos objeto de gestión en una o varias de las actividades del servicio público de aseo y que proporciona información con datos medibles y verificables.

Transferencia: Es la actividad complementaria del servicio público de aseo realizada al interior de una estación de transferencia, la cual consiste en trasladar los residuos sólidos de un vehículo recolector de menor capacidad a un vehículo de transporte a granel por medios mecánicos, previniendo el contacto manual y el esparcimiento de los mismos, con una mínima exposición al aire libre de los residuos.

Trasbordo: Es la actividad de trasladar los residuos sólidos recolectados, de un vehículo a otro de mayor capacidad, evitando el contacto manual y el esparcimiento de los residuos principalmente sólidos.

Unidad de almacenamiento: Es el área definida y cerrada, en la que se ubican las cajas de almacenamiento o similares para que el usuario almacene temporalmente los residuos sólidos, mientras son presentados a la persona prestadora del servicio público de aseo para su recolección y transporte.

Vehículo recolector: Es el vehículo utilizado en las actividades de recolección de los residuos sólidos desde los lugares de presentación y su transporte hasta las estaciones de clasificación y aprovechamiento, plantas de aprovechamiento, estaciones de transferencia o hasta el sitio de disposición final.

Vía pública: Son las áreas destinadas al tránsito público, vehicular o peatonal, o afectadas por él, que componen la infraestructura vial de la ciudad y que comprende: avenidas, calles, carreras, transversales, diagonales, calzadas, separadores viales, puentes vehiculares y peatonales o cualquier otra combinación de los mismos elementos que puedan extenderse entre una y otra línea de las edificaciones.

Disposición final de residuos sólidos: Es la actividad del servicio público de aseo, consistente en la disposición de residuos sólidos mediante la técnica de relleno sanitario.

Producción diaria per cápita: Cantidad de residuos sólidos generada por una persona, expresada en términos de kg/hab/día o unidades equivalentes, de acuerdo con los aforos y el número de personas por hogar estimado por el DANE.

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 8 de 31

Relleno sanitario: Solución técnica de Saneamiento Básico, resultado de procesos de Planeación, Diseño, Operación y Control para la disposición final adecuada de residuos sólidos.

Relleno sanitario de carácter regional: Es el relleno sanitario donde se disponen residuos sólidos provenientes de otros municipios diferentes a aquel donde se encuentra ubicado el sitio de disposición final.

Estación de transferencia de carácter regional: Es la estación donde se transfieren residuos sólidos provenientes de otros municipios diferentes a aquel donde se encuentra ubicada esta infraestructura.

Rechazos: Material resultado de la clasificación de residuos aprovechables en la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA), cuyas características no permiten su efectivo aprovechamiento y que deben ser tratados o dispuestos en el relleno sanitario.

Reglamento técnico: Reglamento de carácter obligatorio expedido por la autoridad competente, con fundamento en la Ley, que suministra requisitos técnicos, bien sea directamente o mediante referencia o incorporación del contenido de una norma nacional, regional o internacional, una especificación técnica o un código de buen procedimiento.

Información Geográfica: Son aquellos datos espaciales georreferenciados requeridos como partes de operaciones científicas, administrativas o legales. Dichos geodatos poseen una posición implícita (la población de una sección censal, una referencia catastral, una dirección postal, etc.) o explícita (coordenadas obtenidas a partir de datos capturados mediante GPS, etc.). Se estima que el 70% de los datos corporativos existentes en todo el mundo poseen dicha componente geográfica.

Ortofotomosaico: Mosaico de fotografías aéreas ortogonales correctas para las distorsiones ópticas, georreferenciado y ortorectificado; las fotografías aéreas son georreferenciadas y tienen asociadas coordenadas geográficas del lugar donde fueron tomadas y puntos de control a tierra (GCP). Al final del procesamiento se obtiene una imagen con una precisión relativa de hasta 5cm (RSM X, Y, Z) que representa la superficie real de la tierra, que por lo tanto se puede utilizar para medir distancias y áreas.

Imagen Satelital: Representación visual de la información capturada por un sensor montado en un satélite artificial. Estos sensores recogen la información reflejada por la superficie de la Tierra que luego es enviada de regreso a ésta y es procesada convenientemente.

Modelo Digital de Terreno: Conjunto de capas (generalmente ráster) que representan distintas características de la superficie terrestre derivadas de una capa de elevaciones, la cual puede tener en cuenta edificaciones, individuos arbóreos entre otras estructuras (modelo digital de superficie) o representar las elevaciones al nivel del suelo (modelo digital de terreno).

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 9 de 31

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IDESC: Infraestructura de Datos Espaciales de Santiago de Cali

IDECA: Infraestructura de Datos Espaciales del Distrito Capital

GIS: (Geographic Information System) Sistema de Información Geográfica

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

RAS: Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico

MAGNA: Marco Geocéntrico Nacional

SIRGAS: Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas

APS: Área de Prestación del Servicio

CRA: Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico

ECA: Estación de Clasificación y Aprovechamiento

Condiciones

Los sistemas de aseo urbano están compuestos de diferentes componentes, el más crítico de ellos es la recolección de residuos cuyo objetivo es recoger, transportar, y depositar los residuos generados por la población en función de sus actividades diarias, sin embargo, debe aclararse que los residuos se clasifican en Residuos Ordinarios, Residuos Aprovechables y Residuos Especiales; para cada clasificación deben cumplirse características específicas para su recogida, transporte y disposición final las cuales se encuentran consignadas en el Título F del RAS, así como en el decreto 1077 de 2015, y las particularidades del servicio en función del área de prestación deben estar consignadas en el reglamento técnico definido por las autoridades municipales.

En este manual se detalla el proceso para el cálculo de los recursos operativos, variables tarifarias y demás parámetros para la prestación del servicio de recolección de residuos no aprovechables u ordinarios en un área de prestación, buscando que la operación sea costo - eficiente, a través de reglas matemáticas y procesos de verificación y validación de los datos antes y después del proceso de diseño, empleando como base captura, análisis y enriquecimiento de información geográfica y alfanumérica; para lo cual el proceso completo de diseño se subdivide en cuatro etapas que engloban las actividades y los flujos necesarios para llevar a buen término el diseño del servicio; para lo cual al final de cada etapa se aseguran los respectivos controles con el fin de cumplir con los requerimientos del sistema de gestión integrado.

1. Fase Preliminar

En esta fase se realizan las actividades de recopilación y depuración de información, análisis de requerimientos técnicos y estimación de rendimientos.

1.1. Recopilación y Depuración de Información

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 10 de 31

Esta actividad comprende la obtención de información primaria para la prestación del servicio la cual engloba lo siguiente:

- Información Cartográfica y Estadística.
- Requerimientos Técnicos.
- Parámetros de Prestación del Servicio.
- Caracterización del Área de Prestación.

Dicha información debe ser obtenida a través de fuentes oficiales como el DANE o IGAC, debe depurarse de manera tal que se garantice la mayor calidad posible, así mismo debe enriquecerse a través de análisis estadísticos y/o geográficos con las variables necesarias para minimizar el margen de error en estimaciones y cálculos posteriores.

De igual manera la información geográfica debe ser reproyectada a un sistema de coordenadas proyectado ligado al datum MAGNA-SIRGAS o en su defecto transformarse al sistema de coordenadas geográficas ligado al mismo, para facilitar cálculos y estimaciones, de acuerdo a los lineamientos definidos por la compañía.

1.2. Caracterización del Área de Prestación

La caracterización del Área de prestación, responde a determinar geográficamente y con base en los usos de suelo principales y compatibles en el municipio, zonas comerciales, industriales, residenciales y/o mixtas, así como sectores y vías que por sus características como presencia de población flotante, alta circulación de personas o importancia de estas requieran algún tipo de atención diferenciada y/o especial en materia de frecuencias y/u horarios para asegurar baja acumulación de residuos y calidad en el servicio; de igual manera también se deben identificar usuarios que por sus características de generación de residuos deban poseer una atención diferenciada tales como grandes generadores, multiusuarios o usuarios institucionales (hospitales, colegios, universidades, etc.), también debe identificarse las zonas en que por condiciones de seguridad y/o tráfico, la prestación del servicio debe restringirse a un turno u horario específico.

También en la caracterización del APS debe consignarse las características viales (pendiente, superficie de rodadura, estado de la vía, jerarquía de la vía, y ancho de la calzada.) y las restricciones de tránsito (radios de giro, giros prohibidos, semáforos, y restricciones de paso) que puedan influir en las características de los vehículos recolectores, así como en el diseño de las rutas.

Así mismo debe realizarse un estudio que permita determinar la composición de los residuos en el área de prestación, así como los hábitos de separación de residuos, de manera sectorizada, empleando metodologías estandarizadas.

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 11 de 31

1.3. Estimación de la Producción

Para estimar la producción de residuos en el área de prestación deben seguirse los lineamientos establecidos en el Título F del RAS, para lo cual se debe emplear la metodología descrita en la **Guía 001 del RAS: Definición del nivel de complejidad y evaluación de la población, la dotación y la demanda de agua**, para determinar el nivel de complejidad del sistema de recolección así como realizar las respectivas proyecciones de población; para realizar las proyecciones de producción puede emplearse la proyección de población y la producción de residuos per cápita, o proyectar la producción directamente con base en datos históricos, preferiblemente las series históricas de producción deben ser mensuales para una mejor aproximación al factor de día crítico, que permite calcular la producción diaria de diseño.

1.3.1. Residuos Ordinarios

Cuando solo se dispone de las proyecciones de población y se ha determinado el nivel de complejidad, se deben seguir los lineamientos del numeral F1.4.1.1 *Cálculo de la producción per cápita* del RAS, para determinar la producción de residuos per cápita (Kg/Hab/Día), luego de calculada se toma esta y se multiplica por la población proyectada para el año de diseño y finalmente se multiplica por la cantidad de días promedio en un mes.

$$PPM = \frac{30.416667PP_c}{1000}$$

Donde:

PPM = Producción Promedio Mensual (Toneladas)

P = Población proyectada para el año de diseño

Pc = Producción de residuos per cápita (Kg/Hab/Día)

En este caso para calcular el factor de día crítico se debe tener en cuenta los días de acumulación de residuos por lo cual este valor puede oscilar entre 1.3 y 1.5, y depende de la frecuencia mínima de recolección definida por el PGIRS vigente, para el área de prestación.

Finalmente, para calcular la producción diaria de diseño, se toma la producción promedio diaria y se multiplica por el factor de día crítico.

$$PDD = \frac{PP_c}{1000} * F_c$$

Donde:

PDD = Producción Diaria de Diseño (Toneladas)

P = Población proyectada para el año de diseño

Pc = Producción de residuos per cápita (Kg/Hab/Día)

Fc = Factor de Día Crítico

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 12 de 31

Cuando se disponen de series históricas de producción, debe proyectarse mes a mes la producción de residuos empleando la misma metodología empleada para proyectar la población, luego se obtiene el máximo, el mínimo y el promedio de producción mensual del último año de la serie histórica.

Para calcular el Factor de Día Critico se toma el valor máximo y se divide entre el valor mínimo de producción, y se multiplica por un factor de seguridad que puede oscilar entre un 10% y 15% dependiendo del nivel de complejidad y de la caracterización de los residuos en el área de prestación, obteniéndose una constante sin unidades.

$$F_c = \frac{P_{Max}}{P_{Prom}} * F_k$$

Donde:

Fc = Factor de Día Critico

PMax = Producción Máxima Mensual de Residuos para el último año de la serie.

PProm = Producción Promedio Mensual de Residuos para el último año de la serie.

Fk = Factor de seguridad

Finalmente, para calcular la producción diaria de diseño se toma el promedio de producción mensual del año de diseño y se multiplica por el factor de día critico obtenido anteriormente y se divide entre la cantidad de días promedio en un mes.

$$PDD = \frac{F_c * PPM}{30.416667}$$

Donde:

Fc = Factor de Día Critico

PPM = Producción Promedio Mensual de Residuos para el año de diseño (Toneladas).

Cuando se trata de una reestructuración de una operación en ejecución, deben analizarse los pesajes diarios para determinar por día de la semana, los días críticos y los días normales, y así determinar el factor de día crítico.

1.3.2. Residuos de Rechazo en ECA

De igual manera es necesario estimar la cantidad de residuos aprovechables en el área de prestación para determinar de manera progresiva en conformidad con las políticas de separación de residuos adoptadas a nivel nacional, acordes al PGIRS Vigente y el estudio sobre separación de residuos realizado, así como el porcentaje de residuos que potencialmente puedan ser rechazados por las ECA's establecidas en el área de prestación.

$$PDD_{ECA} = \frac{P_{AP} * C_{ECA}}{30.41667}$$

Donde

PDD_{ECA} = Producción Diaria de Diseño para rechazos de residuos en ECA (Toneladas).

P_{AP} = Producción mensual estimada de residuos aprovechables.

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 13 de 31

C_{ECA} = Porcentaje Promedio de Rechazo de Material en ECA.

1.3.3. Residuos producto del Barrido y Limpieza de Vías y Áreas Públicas

Para realizar la estimación de producción de residuos producto de la actividad de barrido y limpieza de vías y áreas públicas debe realizarse un análisis sobre el consumo promedio de bolsas por kilómetro barrido, tomando un tamaño estándar de bolsa con capacidad para 5 Kg de residuos para el embolsado del residuo de barrido y una con capacidad de 50 Litros para el despapeado de vías y áreas no susceptibles de barrido, y para los residuos depositados en cestas públicas; atendiendo la zona en la misma frecuencia de barrido sin superar los tiempos dispuestos en el decreto 1077 de 2015.

Para lo cual se toma la constante de bolsas por kilómetro barrido, se multiplica por la cantidad de kilómetros a barrer en el mes y el peso promedio de una bolsa en kilogramos y se divide entre la cantidad de días promedio de un mes.

$$PDD_{ByL} = \frac{Q * C * K_m}{30.41667 * 1000}$$

Donde:

PDD_{ByL} = Producción Diaria de Diseño para residuos producto de la actividad de Barrido y Limpieza de Vías y Áreas Públicas (Toneladas)

Q = Peso promedio de una bolsa con residuos de barrido (Kilogramos)

C = Constante de Consumo de Bolsas por Km Barrido

K_m = Promedio de Kilómetros a barrer en el área de prestación al Mes.

1.3.4. Residuos producto de Limpieza Urbana

Los residuos producto de la Limpieza Urbana se componen principalmente de los generados por las siguientes actividades:

- Corte de Césped
- Poda de Árboles
- Lavado de Áreas Públicas

Para su estimación deben emplearse constantes de producción por unidad de medición empleada en cada actividad teniendo en cuenta las estacionalidades y requerimientos específicos en estos servicios. Siendo su total la suma de los residuos generados por dichas actividades.

$$PDD_{LU} = PDD_{CC} + PDD_{PA} + PDD_{LA}$$

Donde:

PDD_{LU} = Producción Diaria de Diseño para residuos de Limpieza Urbana (Toneladas).

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 14 de 31

1.3.4.1. **Residuos Producto del Corte de Césped**

Para estimar los residuos generados por esta actividad debe tomarse el área estimada a cortar por cada mes en función de los ciclos de corte definidos y multiplicarlos por una constante de producción de residuos por unidad de área, y dividirlos entre la cantidad de días promedio de un mes.

$$PDD_{CC} = \frac{AQ_{CC}}{30.416667}$$

Donde:

PDD_{CC} = Producción Diaria de Diseño para residuos de corte de césped (Toneladas).

A = Área estimada a ser cortada en un mes teniendo en cuenta los ciclos de corte.

Q_{CC} = Producción promedio de residuos por unidad de área cortada (Toneladas).

1.3.4.2. **Residuos Producto de Poda de Árboles**

Para estimar los residuos generados por esta actividad debe tomarse la cantidad estimada de árboles a podar al mes en función del plan de podas autorizado por la administración municipal y multiplicarlos por una constante de producción de residuos por árbol, y dividirlos entre la cantidad de días promedio de un mes.

$$PDD_{PA} = \frac{PQ_{PA}}{30.416667}$$

Donde:

PDD_{PA} = Producción Diaria de Diseño para residuos de poda de árboles (Toneladas).

P = Cantidad estimada de árboles a podar al mes en función del plan de podas.

Q_{PA} = Producción promedio de residuos por árbol (Toneladas).

1.3.4.3. **Residuos Producto del Lavado de Áreas Públicas**

Para estimar los residuos generados por esta actividad debe tomarse el área estimada a lavar por mes de acuerdo a los inventarios suministrados por la administración municipal y multiplicarlos por una constante de producción de residuos por unidad de área, y dividirlos entre la cantidad de días promedio de un mes.

$$PDD_{LA} = \frac{A_{LA}Q_{LA}}{30.416667}$$

Donde:

PDD_{LA} = Producción Diaria de Diseño para residuos producto del lavado de áreas públicas (Toneladas).

A_{LA} = Área estimada a lavar mensualmente.

Q_{LA} = Producción promedio de residuos por unidad de área lavada (Toneladas).

El total de residuos generados en el área de prestación corresponderá a la suma de los residuos ordinarios, residuos de barrido y limpieza de áreas públicas, residuos de limpieza urbana y rechazos de ECA's.

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 15 de 31

$$PDD_{total} = PDD + PDD_{ECA} + PDD_{ByL} + PDD_{LU}$$

2. Modelamiento del servicio

En esta etapa se realiza el cálculo de las variables operativas y comerciales que influyen de manera directa tanto en el diseño como en la prestación del servicio, así como la estimación de la cantidad y características de los vehículos recolectores, así como el sistema de recolección a utilizar de manera mayoritaria en el área de prestación en función de los requerimientos técnicos definidos en el PGIRS Vigente y el reglamento técnico operativo.

2.1. Cálculo de Centroides y Distancias

Para el cálculo del centroide en el área de prestación debe seguirse lo dispuesto en la resolución CRA 720 de 2015: Marco Tarifario para el servicio público de aseo aplicable a personas prestadoras que atiendan en municipios de más de 5.000 suscriptores en áreas urbanas y la resolución CRA 853 de 2018: Régimen Tarifario y Metodología tarifaria aplicable a las personas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de hasta 5.000 suscriptores y se dictan otras disposiciones; según las cuales existen dos metodologías para el cálculo del centroide del área de prestación:

1. Centroides por Media ponderada de producción de residuos y/o cantidad de suscriptores.
2. Centroides por proximidad del área de prestación al sitio de disposición final o transferencia de residuos.

2.1.1. Cálculo de Centroides por Media Ponderada

Para realizar el cálculo de centroides por el método de Media ponderada de Producción y/o Cantidad de suscriptores, es necesario contar con la base de suscriptores georreferenciada al menos en un 90%, para garantizar la confiabilidad del cálculo, una vez se ha realizado este proceso se divide el área de prestación en cuadrículas de hasta un (1) kilómetro cuadrado de área, se cuentan los suscriptores o se suma la producción estimada por suscriptor en cada cuadrícula y se calcula la media ponderada de las coordenadas del centroide de las cuadrículas usando como campo de peso la cantidad de suscriptores o la producción estimada; a continuación, se presenta un ejemplo práctico, paso a paso para el cálculo del centroide de un área de prestación en Cartagena.

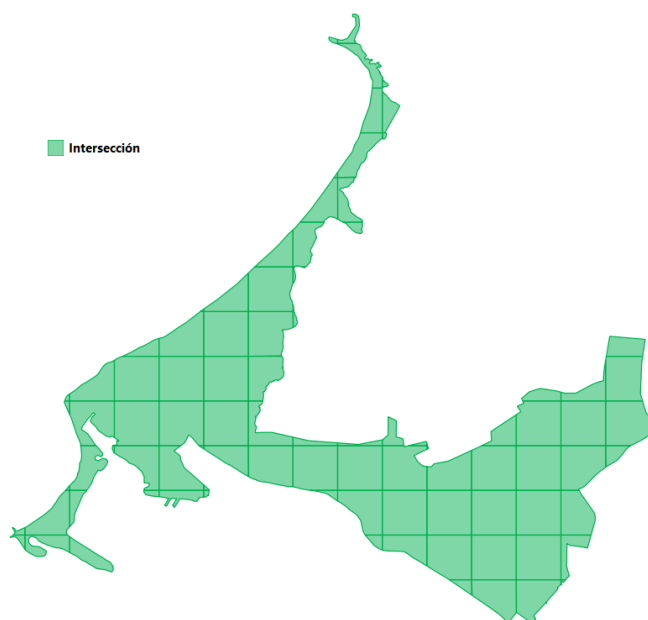
1. Definir el Límite del Área de Prestación



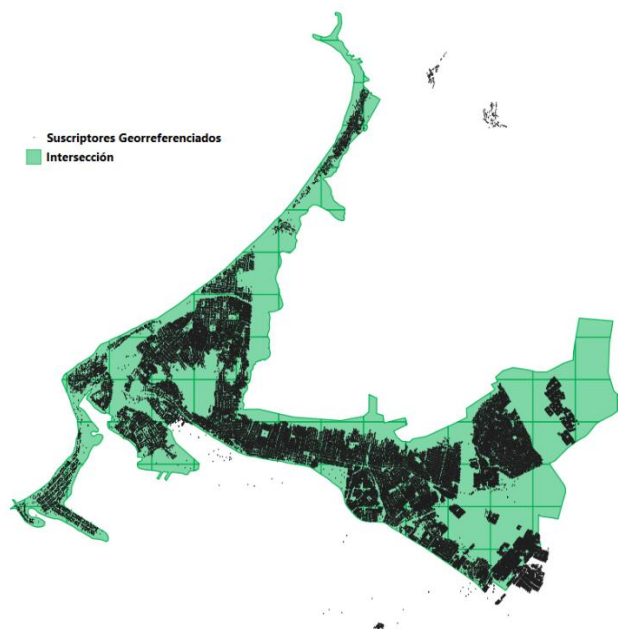
2. Generar una cuadrícula que cubra el área de prestación



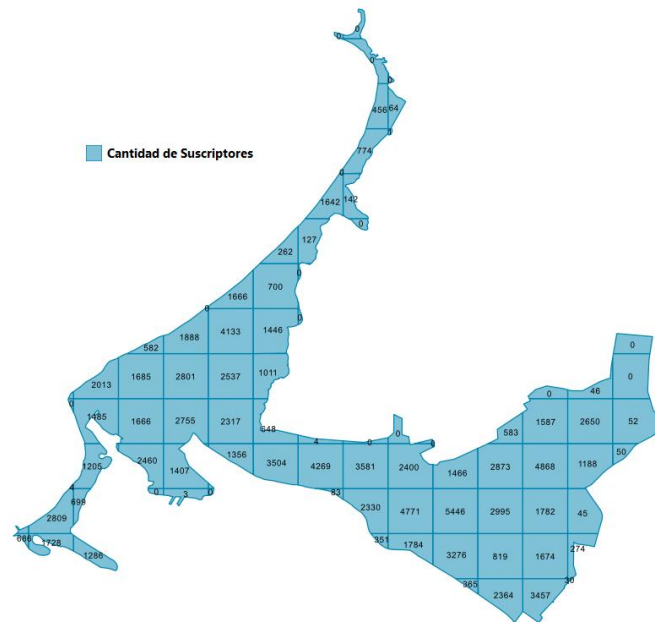
3. Obtener las áreas comunes entre la cuadrícula y el límite del área de prestación:



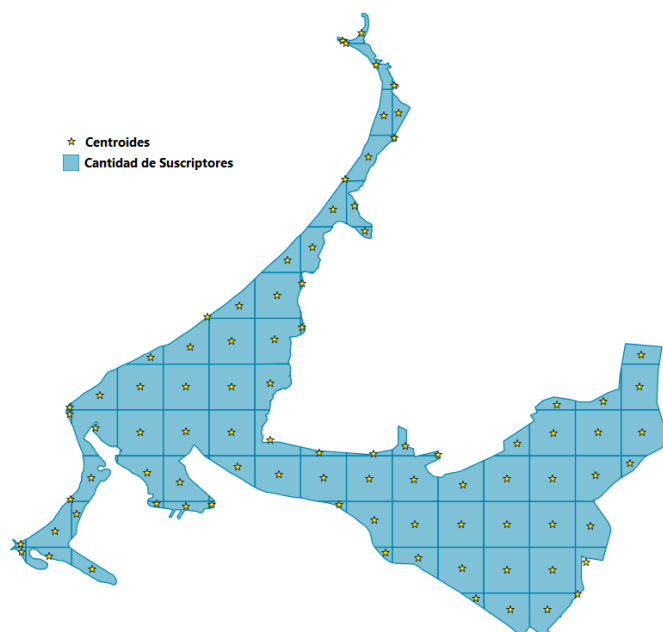
4. Georreferenciar los Suscriptores



5. Contar los suscriptores por cada polígono



6. Obtener los centroides de los polígonos



	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 19 de 31

7. Obtener las Coordenada Media Ponderada de los centroides



Este proceso debe realizarse en un software GIS para minimizar los errores en cada paso del procedimiento.

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{w_i x_i}{N}$$

$$\bar{y} = \sum_{i=1}^n \frac{w_i y_i}{N}$$

Donde:

$\bar{x}$ = Media Ponderada de la coordenada X

$\bar{y}$ = Media Ponderada de la coordenada Y

w_i = Cantidad de suscriptores o Producción estimada por cuadrícula

x_i = Coordenada X de la cuadrícula

y_i = Coordenada Y de la cuadrícula

N = Cantidad Total de Suscriptores o Suma Total de Producción

2.1.2. Cálculo del Centroide por proximidad del APS

Para obtener el centroide del APS mediante este método, debe obtenerse los puntos de intersección entre la malla vial y el límite del APS y luego mediante algoritmos de ruteo obtener la matriz origen – destino entre dichos puntos y el sitio de disposición final; para finalmente elegir aquel punto cuya distancia con el sitio de disposición final sea la menor, de igual manera al caso anterior este proceso debe realizarse en un software GIS para minimizar errores en el cálculo.

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 20 de 31

2.1.3. Cálculo de la distancia entre el centroide y el sitio de disposición final

Una vez obtenido el centroide se debe calcular la distancia entre este y el sitio de disposición final, para ello debe usarse un algoritmo de ruteo a través de un software GIS, empleando los parámetros necesarios para un vehículo rígido de 3 ejes y usando como método de cálculo “Distancia más corta”, esto a fin de minimizar errores en el proceso, así como garantizar que la ruta calculada sea acorde a las características de los vehículos recolectores.

2.2. Estimación de Tiempos de Ruta

Para calcular los tiempos de ruta deben tenerse en cuenta cuatro aspectos:

- Tiempo de Recolección: Tiempo efectivo de recogida de residuos.
- Tiempo de Transporte: Tiempo empleado para el transporte de residuos desde la ruta hasta el sitio de disposición final.
- Tiempo de Descarga: Tiempo de descarga de residuos en el sitio de disposición final.
- Tiempos Muertos: Tiempos no productivos.

2.2.1. Tiempos de recolección

Para estimar los tiempos de recolección deben tenerse en cuenta el tipo de vehículos, número de viajes y el rendimiento de recogida de residuos, el cual debe estimarse en función de las características del área geográfica a atender.

$$R = 0.06 * \frac{Q}{t_s}$$

Donde:

R = Rendimiento de Recogida (Ton/h)

Q = Peso de los residuos por parada (Kg)

t_s = Tiempo de recogida por parada (min)

El tiempo de recogida se calcula tomando la capacidad del vehículo, multiplicada por el número de viajes (redondeado sin decimales) y dividida entre el rendimiento de recogida.

$$T_R = \frac{KN}{R}$$

Donde:

T_R = Tiempo de Recogida (h)

R = Rendimiento de Recogida (Ton/h)

K = Capacidad de la Ruta (Ton)

N = Número de Viajes

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 21 de 31

La capacidad de la ruta se calcula tomando la cantidad de viajes realizados (con decimales) multiplicado por la capacidad del vehículo definido para la ruta.

$$K = nk$$

Donde:

n = Número de viajes

k = Capacidad del Vehículo (Ton)

2.2.2. Tiempo de Transporte

El tiempo de transporte es aquel comprendido entre la finalización de la ruta y el sitio de disposición final, para estimar este tiempo debe emplearse un algoritmo de ruteo en un software GIS empleando los parámetros necesarios para un vehículo rígido de 3 ejes y usando como método de cálculo “Ruta más rápida”.

$$T_T = (2n - 1)t_v$$

Donde:

T_T = Tiempo de Transporte (h)

n = Número de Viajes (Redondeado sin decimales)

t_v = Tiempo de desplazamiento desde el fin de ruta al sitio de disposición final (h)

2.2.3. Tiempo de descarga

El tiempo de descarga es aquel comprendido entre la hora de acceso y la hora de salida del sitio de disposición final, este depende del diseño y restricciones dispuestas en el sitio.

2.2.4. Tiempos Muertos

Los tiempos muertos comprenden aquellos recorridos y tiempos no productivos tales como:

- Despacho de Flota.
- Desplazamiento desde base de operaciones a inicio de ruta, el cual debe calcularse empleando un algoritmo de ruteo en un software GIS empleando los parámetros necesarios para un vehículo rígido de 3 ejes y usando como método de cálculo “Ruta más rápida”.
- Descansos, Tiempo de Almuerzo y Pausas activas para el personal.
- Desplazamiento en retorno desde el sitio de disposición final a base de operaciones, el cual debe calcularse empleando un algoritmo de ruteo en un software GIS empleando los parámetros necesarios para un vehículo rígido de 3 ejes y usando como método de cálculo “Ruta más rápida”.

$$T_M = t_{despacho} + t_{descanso} + t_{base-ir} + t_{sdf-base}$$

Donde

T_M = Tiempos Muertos

t_{despacho} = Tiempo destinado para el despacho de la flota al inicio de la operación.

t_{descanso} = Tiempo destinado a Descanso, Almuerzo y Pausas Activas para el personal.

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 22 de 31

$t_{base-ir}$ = Tiempo de desplazamiento desde la base de operaciones a inicio de ruta.

$t_{sdf-base}$ = Tiempo de desplazamiento desde el sitio de disposición final a base de operaciones.

La sumatoria de los tiempos anteriormente descritos conforman el tiempo de ruta y no debe superar las disposiciones legales sobre la duración de los turnos de trabajo.

$$T = T_R + T_T + T_D + T_M$$

Donde:

T = Tiempo Total de Ruta (h)

T_R = Tiempo de Recogida (h)

T_T = Tiempo de Transporte (h)

T_D = Tiempo de Descargue (h)

T_M = Tiempos Muertos (h)

2.3. Cálculo de Recursos Operativos

2.3.1. Cálculo de Vehículos Recolectores

Una vez estimados los tiempos de recolección y las capacidades de ruta, con base en la caracterización del área de prestación, la estimación de producción y la georreferenciación de los suscriptores debe estimarse la producción de residuos que se recolectaran en cada turno, así como en los diferentes tipos de vehículos que se dispongan, de manera tal que se balancee la cantidad de rutas por turno garantizando la máxima eficacia en el uso de los vehículos recolectores.

Por lo cual la cantidad de vehículos recolectores se calcula empleando la siguiente expresión:

$$Z = \sum_{i=1}^n \frac{PDD * S_i * \alpha_i}{R_i}$$

Donde:

Z = Cantidad de Vehículos Recolectores Operativos

PDD = Producción Diaria de Diseño (Toneladas)

S_i = Porcentaje de estimación por tipo de vehículo

α_i = Porcentaje de estimación por turno

R_i = Capacidad de Ruta Calculada (Toneladas)

De igual forma debe estimarse una cantidad de vehículos de guardia, para rotación de flota para mantenimiento y en casos de emergencia, la cual debe estar entre un 10% y 15% de la cantidad de vehículos calculados.

$$Z_G = kZ$$

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 23 de 31

Donde:

Z_G = Cantidad de Vehículos de Guardia

k = Porcentaje de Vehículos de Guardia

Finalmente, la cantidad total de vehículos se calcula sumando los vehículos operativos con los vehículos de guardia.

$$Z_T = Z + Z_G$$

Donde:

Z_T = Cantidad Total de Vehículos

2.3.2. Cálculo de Cuadrillas de Recolección

Para el cálculo de las cuadrillas de recolección se debe estimar la cantidad de conductores y de operarios por turno, para lo cual debe considerarse la caracterización del APS, así como los requerimientos técnicos del servicio, la cual puede variar en función del área geográfica a atender además de optimizar y reducir los tiempos y movimientos de los operarios cuando se realice la recolección, una vez estimada esta constante debe multiplicarse por la cantidad de vehículos recolectores.

Para calcular la cantidad de conductores basta con emplear una relación uno a uno con respecto a la cantidad de vehículos por turno, mientras que para el cálculo de operarios debe emplearse una constante de operarios por vehículo y por turno.

$$A = Z * C$$

Donde:

A = Cantidad Total de Operarios

Z = Cantidad de Vehículos Recolectores Operativos

C = Cantidad de Operarios x Vehículo Recolector

2.3.3. Características de los vehículos recolectores

Las características de los vehículos recolectores deben cumplir con lo estipulado en el decreto 1077 de 2015 y en el reglamento técnico vigente, y deberán ser seleccionados en conformidad con el numeral F3.3.3 Selección de los Vehículos de Recolección y de Barrido Mecánico, además de cumplir con requerimientos adicionales que sean definidos por la administración municipal.

Así mismo si es requerido, se podrá optar por vehículos alternativos con el fin de suplir y/o complementar la operación, de manera tal que se cumplan con los estándares de calidad del servicio, para lo cual deberá realizarse un análisis que permita determinar la conveniencia de estos vehículos.

2.4. Sistemas de Recolección Alternativos

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 24 de 31

En el caso en que en el APS se requieran sistemas de recolección alternativos con el fin de cumplir con requerimientos contractuales u optimización de la prestación del servicio; en dichos casos deberán realizarse los estudios y análisis necesarios para determinar la conveniencia del uso de otros sistemas de recolección tales como contenerización o recolección selectiva; sin embargo, debe seguirse las pautas consignadas en este manual, así como las condiciones establecidas por el RAS, teniendo en cuenta las particularidades de dichos sistemas.

3. Diseño del Servicio

El diseño de las microrrutas y macrorrutas se realiza en un software GIS siguiendo los parámetros establecidos en el numeral “F3.3.4 Diseño de Rutas” del título F del RAS.

3.1. Presentación de residuos

Para la correcta presentación de los residuos sólidos debe cumplirse con lo estipulado en el numeral “F2.3 Recomendaciones para el almacenamiento y la presentación de los residuos sólidos domiciliarios por parte de los usuarios”, en caso de que se empleen recipientes desechables estos deberán estar debidamente cerrados y no contener materiales que puedan generar desgarres o fisuras en dichos recipientes para evitar afectación en la salud y seguridad laboral de los operarios.

3.2. Diseño de Microrrutas

Para realizar el diseño de las microrrutas de Recolección, debe calcularse la producción estimada de diseño por manzana haciendo uso de la proyección de residuos, la caracterización del área de prestación y el catastro de suscriptores georreferenciado, una vez calculada dicha producción se deben agrupar manzanas contiguas hasta completar la capacidad de ruta calculada en la fase de modelamiento, teniendo en cuenta la frecuencia, el turno y el tipo de vehículo que se van a emplear en dicha área geográfica, estableciéndose el área de influencia de la microrruta dentro de la cual deberá realizarse el trazado de la misma siguiendo lo establecido en el numeral “F3.3.4.1 De recolección” del Título F del RAS, teniendo en cuenta los siguientes modos de recolección:

- **Recolección Puerta a Puerta:** La recolección de los residuos se realiza en la puerta del usuario.
- **Recolección Punto a Punto:** La recolección se realiza únicamente en ciertos puntos definidos como zonas de acumulación de residuos
- **Recolección a pie de calle:** La recolección se realiza sobre la acera donde se dispongan los residuos.
- **Recolección por demanda:** La recolección se realiza en rutas variables en función de la necesidad del servicio y/o generación del residuo

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 25 de 31

La elección del modo de recolección dependerá de las condiciones y requerimientos técnicos del área de prestación, sin embargo, se recomienda emplear la siguiente tabla como referencia para seleccionar el modo de recolección más adecuado para cada microrruta.

Servicio	Modo de Recolección
Recolección Domiciliaria	• Recolección Puerta a Puerta • Recolección a pie de calle
Recolección de Residuos de Barrido y Limpieza	• Recolección a pie de calle
Recolección de Grandes Generadores o en Zonas Industriales	• Recolección Punto a Punto
Recolección de Residuos de Poda de Árboles y/o Corte de Césped	• Recolección por demanda
Recolección de Residuos Voluminosos Ordinarios	• Recolección por demanda
Recolección de Contenedores en Vía Pública	• Recolección Punto a Punto

En todo caso sin importar el modo de recolección elegido para el diseño de microrruta, su punto de inicio deberá ser el más próximo a la base de operaciones y su punto de finalización el más cercano al sitio de disposición final.

3.2.1. Recolección Puerta a Puerta

Para el diseño de las rutas usando este modo de recolección deben minimizarse los giros en U y hacia la izquierda, así mismo debe intentarse que el vehículo recolector pase una vez por cada calle, en caso de que la calle posea más de una calzada debe pasarse una vez por las calzadas adyacentes a las aceras, de igual manera la ruta debe tener la menor cantidad de recorridos no productivos posibles y aquellas calles que sean cerradas o que por ciertas condiciones no pueda pasar el vehículo deberán recogerse en reversa, cuando se presenten vías peatonales o que por sus características geométricas sean demasiado angostas para que el vehículo pueda realizar la recolección deberán recolectarse manualmente o con medios alternativos evitando superar los límites establecidos para transferencia de residuos en vía pública establecidos en el decreto 1077 de 2015.

3.2.2. Recolección Punto a Punto

Para diseñar microrrutas empleando este sistema, deben georreferenciarse los puntos de disposición de residuos (Zonas de Almacenamiento, Contenedores, Cuartos de Residuos, etc.) y asignar a cada punto la producción de estimada, luego se deben generar las rutas de manera automática empleando algoritmos de ruteo para determinar de manera precisa el orden de recogida de los residuos sin superar la capacidad de la ruta definida anteriormente, así como garantizar la eficacia de la prestación de servicio cumpliendo con los criterios de calidad, optimizando la utilización de la flota minimizando los recorridos realizados por el vehículo recolector.

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 26 de 31

3.2.3. Recolección a Pie de Calle

De manera similar a la recolección puerta a puerta, las rutas deben minimizar los giros en U y hacia la izquierda, sin embargo en este modo de recolección no se debe realizar recolección manual o en reversa, debido a que los residuos no se disponen en la totalidad de las aceras en el área de influencia de la microrruta, si no solo en aquellas que por condiciones operativas faciliten la operación de recolección, en todo caso debe pasarse por cada calle una sola vez si es posible y reducir los desplazamientos no productivos.

3.2.4. Recolección por Demanda

Debido a la variabilidad de ciertos servicios se hace necesario planificar las rutas a medida que sea necesario, por lo cual se debe emplear las mismas consideraciones para la recolección punto a punto, teniendo en cuenta la periodicidad con que se va a realizar la recolección.

Finalmente, los recorridos de las microrrutas deben realizarse en conjunto con el personal operativo siguiendo las políticas de seguridad vial y seguridad y salud en el trabajo, a fin de minimizar los riesgos laborales, garantizando la calidad del servicio.

3.3. Establecimiento de Macrorrutas y Grupos de Supervisión

Para el establecimiento de macrorrutas debe agruparse microrrutas del mismo turno y frecuencia hasta balancear la cantidad de vehículos durante los días de la semana (sin incluir domingos), de manera tal que los límites de las macrorrutas sean fácilmente identificables en terreno haciendo uso de accidentes y/o límites geográficos naturales y/o artificiales, garantizando utilización plena de la flota operativa durante todos los turnos de operación.

Debido a la naturaleza del servicio de recolección, los grupos de supervisión deben conformarse de manera tal que se asigne la misma cantidad de vehículos por supervisor durante los días de la semana, en lo posible discriminando zonas con frecuencias superiores a las convencionales y/o con atención especial, de forma que la zona de supervisión sea continua y compacta en cada frecuencia establecida.

SER AMBIENTAL S.A. E.S.P.	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 27 de 31

4. Validación del Diseño

En esta etapa se validan las variables y las premisas del diseño del servicio, con el fin de ajustar el esquema diseñado a las particularidades del área de prestación, buscando garantizar una óptima implementación operativa sin perjudicar la calidad del servicio, para lo cual debe seguirse el siguiente flujo de actividades:

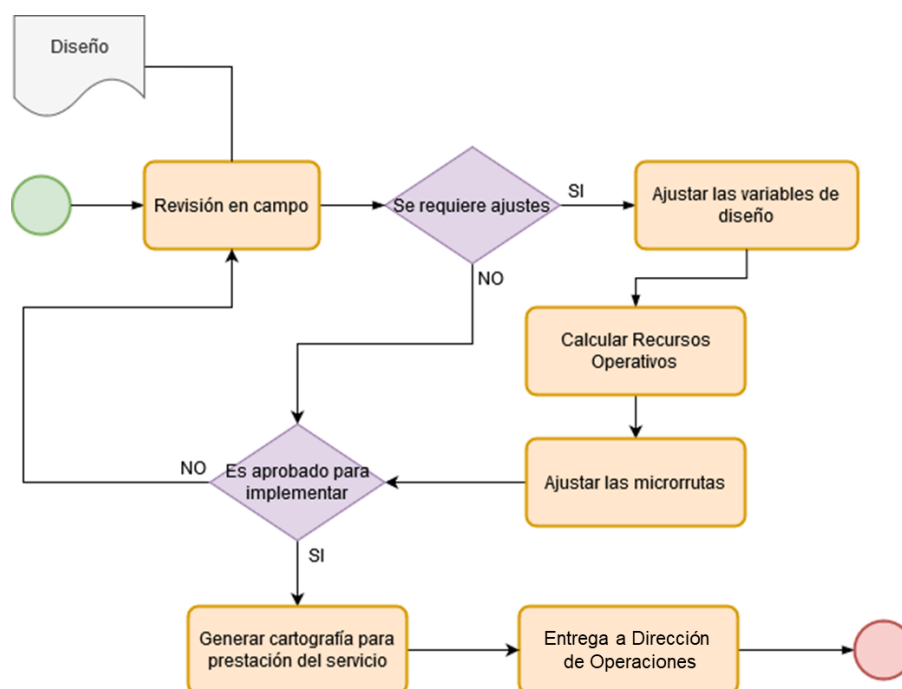


Figura 1: Diagrama de flujo para la validación del diseño

Una vez se lleva a cabo la validación del diseño, se realizan los ajustes pertinentes, así como la generación de la cartografía necesaria para la implementación del esquema, cumpliendo con las especificaciones técnicas de producto determinadas por la compañía.

4.1. Validación Estadística

Antes de proceder con la revisión en campo debe realizarse una validación estadística de las rutas, para identificar diferencias significativas en las capacidades de ruta teniendo en cuenta la frecuencia, turno de operación y tipo de vehículo, si se encuentran diferencias deben corregirse las rutas hasta que dichas diferencias no sean significativas, con el fin de minimizar la probabilidad de sobrepesajes y esfuerzos excesivos en la utilización de los vehículos recolectores.

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 28 de 31

4.2. Revisión en Campo

Para validar y realizar ajustes al diseño si se requieren, debe realizarse una revisión de las variables de diseño, así como de la caracterización del área de prestación con el fin de ajustar los cálculos y asegurar la efectividad de la prestación del servicio, para lo cual debe realizarse un muestreo significativo del área de prestación, empleando los estudios, análisis geográficos y/o estadísticos y demás actividades necesarias para garantizar la mejor calidad en los datos empleados.

En cuanto el equipo de diseño reciba los resultados de la revisión, este deberá emplear dicha información para refinar el modelo de diseño y realizar los ajustes que sean necesarios en las rutas para su implementación.

La validación en campo debe realizarse siguiendo las pautas contempladas en el Manual para Presentación de Observaciones en Mapas y Modificaciones de Ruta de la compañía.

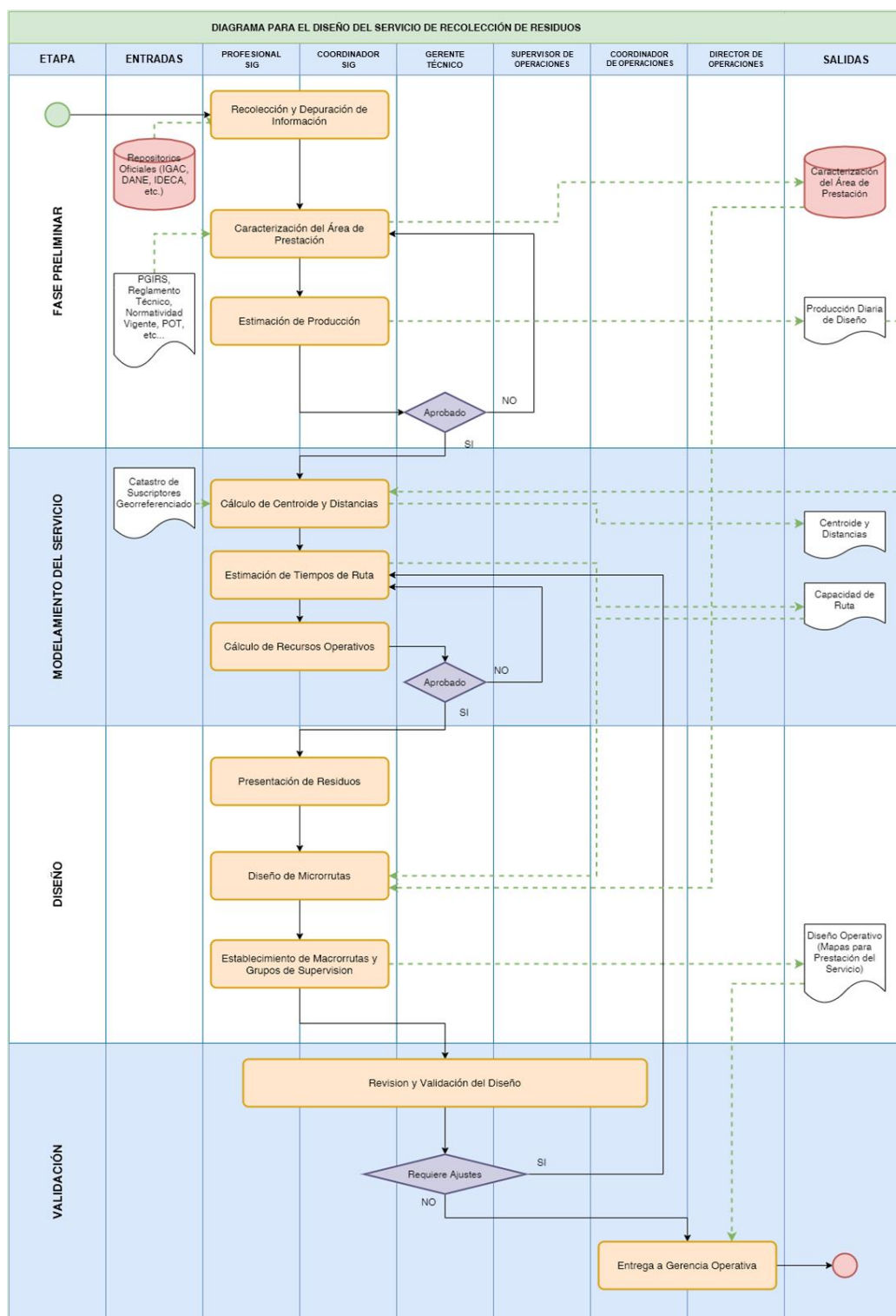
4.3. Actualización, Almacenamiento y Conservación

Una vez se ha surtido el proceso de validación del diseño se procede a almacenar y conservar la información relacionada con todas las etapas del proceso conforme las reglas de retención documental y de conservación y acceso a la información definidas por la compañía; de igual manera se debe realizar actualización de esta información a medida que sea necesario siguiendo las especificaciones técnicas de producto definidas según los requerimientos de la compañía, de manera tal que se conserve la trazabilidad del proceso para etapas posteriores.

4.4. Entrega a Dirección Operativa

Para finalizar el proceso de diseño se realiza la entrega oficial del esquema operativo junto con los productos cartográficos necesarios a la Dirección Operativa de la compañía para su implementación en el área de prestación, cumpliendo con los tiempos y actividades definidas por la normatividad vigente; una vez realizada la entrega, la custodia de la información pasa del Área Técnica al Área Operativa, y será responsabilidad de esta su uso y distribución tanto de manera interna como externa, junto con las actividades que permitan mejorar la prestación en función de la mejora continua del servicio.

Diagrama del Proceso



	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 30 de 31

Matriz de Riesgos

Riesgo	Tipo de Riesgo	Probabilidad	Severidad	Nivel de Riesgo	Consecuencia	Accion
Cambio y/o Actualización del PGIRS Vigente	Externo	Ocasional	Muy Alta	Muy Alto	Cambio de las frecuencias de recolección de residuos en el área de prestación	Rediseñar el servicio implementando las frecuencias
Cambio y/o Actualización de la Normatividad Vigente	Externo	Ocasional	Muy Alta	Muy Alto	Cambio en las condiciones de prestación y requerimientos técnicos	Ajustar el diseño y los documentos relacionados a los cambios de la normatividad
Baja Precisión en la Información Recolectada	Interno/Externo	Probable	Media	Alto	Imprecisión en la estimación de rendimientos y cálculo de recursos operativos	Revisar la información obtenida y buscar fuentes de información mas fiables
Errores en la proyección de población y estimación de la producción	Interno	Probable	Media	Alto	Imprecisión en el cálculo de recursos operativos y diseño de rutas	Ajustar las proyecciones y estimaciones de acuerdo a lo establecido en el manual
Determinación Errónea del Nivel de Complejidad	Interno	Probable	Media	Alto	Diseño Ineficiente y Reprocesamiento de Información	Ajustar los calculos y determinar de nuevo el nivel de complejidad
Información geográfica en sistema de coordenadas erróneo	Interno/Externo	Probable	Media	Alto	Imprecisión la información base para diseño de microrrutas	Convertir o transformar la información al sistema de coordenadas correcto
Errores en la caracterización del área de prestación	Interno	Frecuente	Muy Baja	Medio	Imprecisión en el cálculo de recursos operativos y diseño de rutas	Revisar y corregir la caracterización del área de prestación
Interpretación errónea de la cartografía generada	Interno	Frecuente	Muy Baja	Medio	Error en la Validación e Ineficiencia en la implementación del Diseño	Generar nueva cartografía, mas clara y fácil de emplear
Mala Validación del Diseño	Interno	Posible	Media	Medio	Error en el ajuste del diseño	Realizar una segunda validación para reajustar el diseño
Conformación ineficiente de los grupos	Interno	Posible	Baja	Bajo	Ineficiencia en la Implementación del diseño y Reprocesamiento de Información	Revisar el diseño de las microrrutas y reconfigurar los grupos
Conformación ineficiente de las microrrutas	Interno	Posible	Baja	Bajo	Retrasos en el proceso de diseño e Ineficiencia en la implementación	Revisar el diseño de las microrrutas y reconfigurar las macrorrutas

	MANUAL DE DISEÑO DEL SERVICIO Capítulo II– Recolección De Residuos	Código: AT-OD-02
		Versión: 1
		Fecha de emisión: 28/05/2025
		Fecha de actualización: 28/05/2025
		Página 31 de 31

5. ANEXOS

AT-FO-01 Actualización Microrrutas

AT-FO-02 Solicitud Modificación de rutas

AT-FO-15 Control Proceso Diseño

HISTORIAL DE CAMBIOS

Versión	Fecha	Elaborado/Modificado por	Descripción del cambio
1	28/05/2025	Wainer José Zapata - Profesional en Sistemas de Información Geográfica	Creación.

Elaboró: Wainer José Zapata - Profesional en Sistemas de Información Geográfica	Revisó: Johanna Marcela Vanegas Navarrete - Jefe Nacional de Planeación y Control de Operaciones
Aprobó: Nelson Silva - Gerente técnico	

COPIA CONTROLADA: SI x NO