

**Estudio técnico para la optimización de las rutas de recolección de residuos domiciliarios
en la localidad de Usaquéen después del retiro de los contenedores que está a cargo de la
empresa Promoambiental Distrito S.A.S ESP**

John Jairo Martinez Caicedo

Asesora

Yenny Marcela Castro Delahadillo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Tecnología en Logística Industrial

2025

Dedicatoria

A mis padres José Ignacio Martínez y Judith Caicedo que desde el cielo sé que está presente en mi vida, viendo cada uno de progresos que he tenido junto a mis hijas y esposa, que son mi apoyo.

Agradecimientos

A mi familia que con su paciencia y apoyo me han permitido lograr una parte de mi preparación en la vida.

Resumen

La presente investigación se enfoca en identificar problemáticas relacionadas con la optimización del proceso logístico de recolección de residuos en las rutas del sector de Usaqué, operadas por Promoambiental Distrito S.A.S. E.S.P. El estudio analizará factores de riesgo como los retrasos en la recolección, el incumplimiento de los usuarios en la separación de residuos y la recolección de datos, con el fin de realizar un diagnóstico que permita proponer soluciones para mejorar el proceso de recolección domiciliaria. Para este propósito, se empleará la herramienta DMAIC, con el objetivo de contribuir a la calidad de vida y las condiciones sanitarias en Usaqué. DMAIC consta de cinco etapas: en la primera, "definir", se establecerán los objetivos generales y los planteamientos del proyecto, orientando la investigación hacia la satisfacción del usuario y la identificación de oportunidades de mejora rápida. La segunda etapa, "medir", implicará la recopilación de datos clave para el análisis. La tercera fase, "analizar", se centrará en interpretar los datos recopilados, permitiendo identificar objetivos específicos.

Las etapas finales comprenden la "mejora", en la cual se abordarán las causas fundamentales del problema, incluyendo el retiro de contenedores ubicados en áreas públicas de Usaqué bajo el contrato de servicio 286 del 18 de enero de 2018, gestionado por la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). En esta fase, los residuos deberán ser recogidos por vehículos de carga trasera, optimizando el proceso de recolección de residuos convencionales. Finalmente, la fase de "control" garantizará la estabilidad y continuidad de los procesos implementados.

El uso de DMAIC en este contexto está respaldado por su amplia aplicación en diversos sectores empresariales desde 1969. En este caso, se aplicará para identificar y resolver problemas en el

proceso de recolección y transporte de residuos sólidos domiciliarios en Usaquén, a cargo de Promoambiental Distrito S.A.S. E.S.P. bajo el contrato de concesión menciona

Palabras clave: Rutas de recolección, Capacidad de diseño, Localidad de Usaquén, contenerización, disposición inadecuada de residuos

Abstract

The present research focuses on identifying problems related to optimizing the logistics process of waste collection in the routes of the Usaquén sector, operated by Promoambiental Distrito S.A.S. E.S.P. The study will analyze risk factors such as collection delays, users' non-compliance with waste separation, and data collection, aiming to conduct a diagnosis that will enable proposing solutions to improve the household collection process. For this purpose, the DMAIC tool will be used, with the goal of contributing to the quality of life and sanitary conditions in Usaquén. DMAIC consists of five stages: in the first stage, "define," general objectives and project frameworks will be established, guiding the research towards user satisfaction and identifying opportunities for quick improvements. The second stage, "measure," will involve gathering key data for analysis. The third phase, "analyze," will focus on interpreting the collected data, allowing for the identification of specific objectives.

The final stages include "improve," which will address the root causes of the problem, including the removal of containers located in public areas of Usaquén under service contract 286, dated January 18, 2018, managed by the Special Administrative Unit of Public Services (UAESP). In this phase, waste will be collected by rear-loading vehicles, optimizing the collection process for conventional waste. Finally, the "control" phase will ensure the stability and continuity of the implemented processes.

The use of DMAIC in this context is supported by its wide application in various business sectors since 1969. In this case, it will be applied to identify and resolve issues in the process of household solid waste collection and transportation in Usaquén, managed by Promoambiental Distrito S.A.S. E.S.P. under the aforementioned concession contract.

Keywords: Collection routes, Design capacity, Usaquén locality, containerization, improper waste disposal.

Tabla de Contenido

Introducción	11
Planteamiento de Problema.....	13
Justificación	14
Objetivos	16
Marco de Referencial	17
Diseño Metodológico.....	23
Resultados	28
Conclusiones	55
Recomendaciones	56
Referencias Bibliográficas	58

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Cantidad y Distribución de Contenedores</i>	37
Tabla 2 <i>Rutas Redundantes para Aseguramiento de Recolección de Cargue Lateral</i>	38
Tabla 3 <i>Atención a la Recolección</i>	54

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Árbol del Problema</i>	13
Figura 2 <i>Dimensiones del Vehículo</i>	25
Figura 3 <i>Imagen Referencian de Contenerización</i>	30
Figura 4 <i>Contenedores Ubicados en la Zona ASE 1</i>	31
Figura 5 <i>Contenedor Ubicado en Espacio Público ASE 1</i>	32
Figura 6 <i>Desechos Voluminosos Próximos a los Contenedores ASE 1</i>	33
Figura 7 <i>Vehículo de Cargue Lateral</i>	36
Figura 8 <i>Distancia Máxima</i>	41
Figura 9 <i>Etiqueta</i>	42
Figura 10 <i>Evidencia del Problema de Contenerización</i>	45
Figura 11 <i>Especificaciones de los Contenedores de 2400 L</i>	48
Figura 12 <i>Presentaciones Inadecuadas del RCD en los Contenedores</i>	49

Introducción

Colombia se enfrenta a sistemas inefectivos y descontrolados en la disposición de residuos. Según Moreno (2020), la gestión de residuos sólidos en el país ha sido insostenible e inadecuada, lo que ha generado una deuda ambiental al perpetuar un modelo obsoleto de disposición de basuras

En Bogotá, la situación es particularmente alarmante debido al crecimiento poblacional y la falta de cultura ciudadana (Camargo, 2019). Entre los múltiples factores de riesgo, el más relevante es el deficiente y poco efectivo servicio público de aseo (Chía, 2018). Como señalan Cuaran y Sierra (2019), aunque existe una política pública de enfoque transversal, en la práctica estas iniciativas se limitan a proyectos que no abordan los problemas estructurales. Los vertederos, como el de Doña Juana, y las concesiones a operadores privados no generan un cambio real hacia la sostenibilidad, perpetuando el uso de vertederos como la principal solución al manejo de residuos, un modelo que se ha mantenido por más de dos siglos (p. 256).

El modelo actual de manejo de residuos en Bogotá es ineficaz, ya que las concesiones no fomentan la responsabilidad de los contratistas, resultando en relaciones meramente transaccionales que no priorizan el bienestar de la ciudadanía. Un ejemplo de esta ineficiencia es el Contrato N° 28 del 18 de enero de 2018, firmado entre la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) y Promoambiental Distrito S.A.S. ESP, cuyo objetivo es la prestación del servicio público de aseo. Este contrato incluye la recolección de residuos no aprovechables, barrido, limpieza y lavado de vías y áreas públicas, corte de césped, poda de árboles, transporte de residuos a disposición final, y la instalación de contenedores. Sin embargo, los problemas de salud pública, exacerbados por el aislamiento preventivo debido a la pandemia,

incrementaron la acumulación de basura en espacios reducidos, lo que provocó una crisis ambiental en Bogotá (Ormeño & Palomino, 2022).

Esta situación se ha visto agravada por la falta de campañas de educación ambiental sobre el uso adecuado de los contenedores, lo que ha resultado en el incumplimiento de los deberes por parte de los usuarios y la incapacidad del operador de aseo para recoger los desechos. Esto se debe, en parte, a la falta de vehículos adaptados y al desbordamiento de los contenedores.

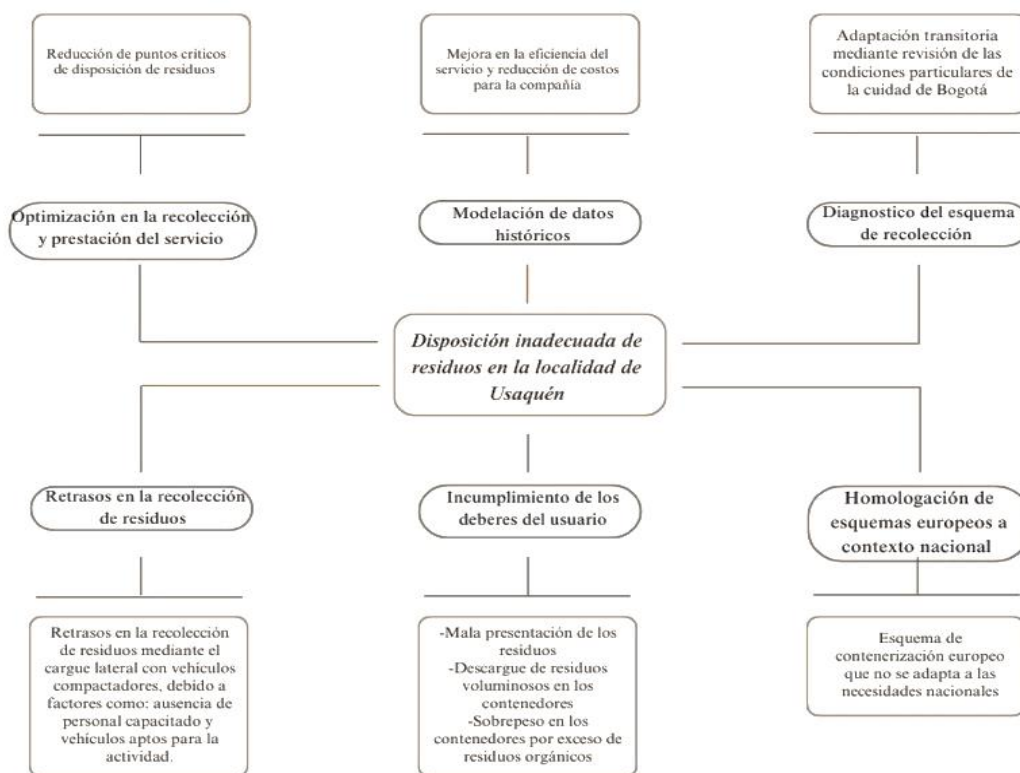
Usaquén es una de las localidades más afectadas por la mala disposición de residuos (Hernández et al., 2022). Este trabajo busca diagnosticar, a través del análisis de datos históricos, las causas de la problemática de aseo en Usaquén, con el fin de desarrollar una propuesta para mejorar la recolección. Se propone reducir el uso de contenedores de 2.400 litros, que han contribuido a la acumulación excesiva de basura, ajustar los recorridos de recolección, optimizar la flota vehicular y gestionar adecuadamente los contenedores retirados. Todo ello con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona.

Planteamiento de Problema

¿Qué estrategia debe implementarse para optimizar las rutas de recolección domiciliaria en la localidad de Usaquén tras el retiro de los contenedores de 2.400 litros, garantizando una recolección eficiente y mejorando la gestión de residuos?

Figura 1

Árbol del Problema



Fuente. Autoría Propia

Justificación

Las medidas de aislamiento adoptadas a causa de la pandemia generada por el COVID-19 no solo tuvieron repercusiones sociales y económicas, sino también ambientales. El aumento en la concentración de personas en espacios reducidos coincidió con un incremento en el uso de productos desechables como tapabocas, alcohol en tarros y mascarillas plásticas, lo que resultó en una mayor generación de residuos. Este fenómeno agravo el sobrecupo de los botes de basura, incrementando la acumulación de residuos en la localidad de Usaquén (Ormeño & Palomino, 2022).

Dado este contexto, el presente proyecto tiene como objetivo optimizar el proceso de recolección de residuos ordinarios domiciliarios en la localidad de Usaquén, que representa el 8% del área total de la ciudad de Bogotá. Un manejo eficiente de los residuos puede reducir significativamente la contaminación en la zona, lo que tendrá un impacto directo en la salud de los habitantes. Con sus 6.531 hectáreas, Usaquén es la cuarta localidad en extensión territorial y la tercera en área urbana, por lo que su contexto territorial específico requiere una intervención adecuada.

La localidad presenta puntos críticos de acumulación de residuos sólidos ordinarios, de construcción, demolición y otros tipos voluminosos debido a la insuficiente infraestructura de recolección. Factores como el incumplimiento de los usuarios en sus deberes, la falta de personal y la escasez de vehículos adecuados agravan esta situación. Ciudades como Cartagena, Medellín y Villavicencio también enfrentan dificultades similares con la contenerización de residuos, evidenciando que el arrojo clandestino y la inadecuada disposición de residuos son problemas comunes que sobrepasan la capacidad instalada de los sistemas de recolección, generando

problemas de salubridad a largo plazo, tales como malos olores y la proliferación de vectores (Cuaran & Sierra, 2019).

Para abordar estos desafíos, se propone la implementación del modelo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), que permitirá optimizar el servicio de recolección domiciliaria prestado por la empresa Promoambiental Distrito S.A.S. E.S.P., tras el diagnóstico del esquema de recolección actual y el retiro de los contenedores de 2.400 litros. La aplicación del DMAIC ha demostrado ser eficaz en otras industrias, como en el caso de la investigación de Orozco y Jaramillo (2013), quienes aplicaron este enfoque en una empresa de lácteos, logrando una reducción significativa en la producción de residuos de empaques de Tetrapak.

En definitiva, este proyecto busca no solo mejorar la calidad de vida de los habitantes de Usaquén mediante una reducción en la acumulación de residuos, sino también generar un impacto positivo en las comunidades cercanas al relleno sanitario. Un manejo adecuado de los recursos, con planes de salubridad pública eficaces, permitirá que los residuos pasen de ser parte del problema de contaminación a recursos reutilizables, promoviendo una mejor calidad de vida (Cuaran & Sierra, 2019).

Objetivos

Objetivo General

Optimizar el proceso de recolección de residuos ordinarios domiciliarios en la localidad de Usaquén, mejorando la capacidad operativa de los vehículos de la empresa Promoambiental Distrito S.A.S. E.S.P. mediante la implementación de la herramienta DMAIC para el análisis y mejora de datos.

Objetivos Específicos

Analizar el procedimiento actual de recolección de residuos en Usaquén realizado por Promoambiental Distrito S.A.S. E.S.P.

Diagnosticar el esquema vigente de recolección de residuos en la localidad de Usaquén y compararlo con datos históricos utilizando la herramienta DMAIC.

Evaluar la optimización del proceso de recolección de residuos en Usaquén tras la implementación de la metodología DMAIC, verificando mejoras en la eficiencia operativa.

Marco de Referencial

Rutas de Recolección

Definición

Las rutas de recolección, conforme el Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía (s.f) hace referencia los trayectos planificados en la recolección de residuos no seleccionados o separados en las viviendas, negocios, instalaciones comerciales e industriales y de una correspondiente zona. Son diseñadas con el objetivo de maximizar la eficiencia operativa, minimizar costos y garantizar la cobertura completa del área de servicio. (López et al., 2021)

Capacidad de Diseño

Definición

La capacidad de diseño, desde un enfoque logístico, hace referencia a la visualización del modo de operación de un sistema, bajo determinadas condiciones, con el propósito de que dicho sistema otorgue un rendimiento máximo (JimContent, s.f).

Ahora, en el contexto específico de la generación de residuos este concepto hace referencia al máximo de residuos que se pueden procesar conforme el sistema de recolección de la zona, ello incluye aspectos como la planta de tratamiento, el vertedero y los vehículos de recolección.

Es a partir de la medición de la capacidad de diseño que se puede establecer la infraestructura y los recursos necesarios para el funcionamiento de un sistema de recolección y tratamiento de residuos. (Tchobanoglous & Kreith, 2002)

Localidad de Usaquén

Definición

Es una de las 20 localidades que conforman Bogotá, la capital de Colombia. Se ubica en el sector nororiental de la ciudad y limita al norte con el municipio de Chía, al sur con las localidades de Chapinero y Suba, al oriente con los cerros orientales (parte de la cordillera de los Andes), y al occidente con la Autopista Norte. Combina zonas residenciales de alto nivel con áreas comerciales y empresariales. Además, cuenta con un centro histórico que ha conservado su arquitectura colonial, siendo un importante destino turístico. (Alcaldía de Bogotá, 2023)

Contenerización,

Definición

Es el proceso de instalación de recipiente de basura en las áreas urbanas con el propósito de recolectar y almacenar los residuos sólidos en el proceso de recolección de basura de una situación. Se emplea para optimizar el manejo de los desechos y mejorar la higiene urbana, disminuir los costos de recolección y controlar los impactos ambientales y sanitarios relacionados con la acumulación de residuos. (Aguirre et al., 2022)

Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos

Definición

Política pública establecida por el gobierno nacional, esta busca fomentar las prácticas de reducción, recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos en las copropiedades residenciales y comerciales según ley 1259 de 2008, decreto 2981 de 2013 y decreto 1147 de 2015 (Decreto 2891 de 2013).

Vehículo Compactador,

Definición

Es el recolector de residuos domiciliarios, sus características son doble troques o sencillo dependiendo de la tipología de la zona cuentan con una caja compactadora de residuos; entre las generalidades propias del concepto encontramos que el residuo se deposita por la boca del compactador, donde un plato prensor, que simplemente es una plancha metálica, empujará el residuo hacia dentro gracias al motor. El residuo se irá introduciendo en la caja de hierro, hasta que ocupe todo su interior. (Mejía, 2013)

Capacidad Instalada

Definición

Se refiere a la disponibilidad de infraestructura necesaria para producir determinados bienes o servicios. Su magnitud es una función directa de la cantidad de producción que puede suministrarse. (Mejía, 2013)

Macro Ruta de Recolección

Definición

Conforme Alexander (2011) se denomina macro rutas la división de la ciudad en sectores operativos, a la determinación del número de camiones necesarios en cada una y a la asignación de un área del sector en cada vehículo compactador. Así mismo define dicho auto que ruta de recolección es el recorrido específico que deben cumplir diariamente los vehículos compactadores en las áreas de la población donde han sido asignados”, con el fin de recolectar en la mejor manera posible los residuos sólidos generados por los habitantes de dicha área.

Marco Legal

Contrato de Concesión (2018)

Tiene como objetivo la prestación del servicio público de aseo en la localidad de Usaquén y una parte de Chapinero en Bogotá. Bajo este esquema de concesión, Promoambiental es responsable de llevar a cabo actividades de recolección, transporte, barrido y limpieza de vías, así como el manejo de los residuos sólidos generados en estas áreas, garantizando el cumplimiento de los estándares establecidos por la UAESP en cuanto a la calidad del servicio y la sostenibilidad ambiental.

Resolución UESP No.132 de 2004.

Acto administrativo emitido por la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos que establece las condiciones y directrices para la prestación del servicio público de aseo en Bogotá. El principal propósito de esta resolución es regular las actividades relacionadas con la recolección, transporte, barrido, limpieza de vías públicas y la disposición final de los residuos sólidos, asegurando que se cumplan las normativas ambientales y de salubridad.

Decreto Nacional No. 1713 de 2002

Regula la prestación del servicio público de aseo en Colombia, estableciendo normas para la recolección, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos. Define las obligaciones de los prestadores del servicio, incluyendo la recolección de residuos domiciliarios, comerciales e industriales no peligrosos, así como el barrido y limpieza de áreas públicas. También regula las responsabilidades de los usuarios en cuanto a la disposición adecuada de residuos y el pago de tarifas. El decreto promueve la implementación de sistemas de aprovechamiento y reciclaje, establece estándares técnicos y operativos que deben cumplir los

operadores, y fija mecanismos de supervisión y sanciones en caso de incumplimiento de las normativas ambientales y sanitarias.

Resolución 1045 de 2003 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT-

Definió que el PGIRS debía ser adoptado mediante resolución y que sus programas y proyectos debían contar con viabilidad financiera. Esto determinó que en el PGIRS se incorporarán exclusivamente los programas y proyectos que en esta materia formaban parte Plan Plurianual de Inversiones del Plan de Desarrollo Bogotá Sin Indiferencia. Igualmente, en el marco de la descentralización, la Resolución del MAVDT, señala que los PGIRS deben adecuarse a lo establecido en los planes de ordenamiento territorial vigentes.

Ley 388 de 1997

Establece que los programas y proyectos de inversión del Plan de Ordenamiento Territorial y los instrumentos que lo desarrollen, serán incorporados, durante su vigencia, a los planes de inversión de las diferentes administraciones. Por tanto, una vez adoptado el PMIRS, los programas y proyectos se deberán incorporar al Plan Plurianual de Inversiones de las administraciones, durante la vigencia del POT 2

Resolución 0668 de 2016:

Define los requisitos técnicos y operativos para la recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos, apoyando el cumplimiento de los PGIRS y PMIRS

Otro aspecto por considerar para articular el PGIRS al PMIRS, lo constituye la

ampliación del proceso de participación democrática para la concertación de los contenidos del PMIRS realizado con diversos agentes públicos, privados y comunitarios interesados. Diferentes mecanismos fueron utilizados para abrir la discusión sobre los principios, políticas y estrategias incluidos inicialmente en el Plan. Como resultado de este proceso, se introdujeron ajustes en buena parte de su contenido con base en las propuestas de quienes participaron en las mesas de concertación y de quienes enviaron sus propuestas por medios escritos y electrónicos. También el borrador del Decreto fue conocido por todas las entidades distritales y las empresas prestadoras del Servicio.

Diseño Metodológico

A continuación, se expone en plan metodológico para realizar el presente proyecto. El método consiste en el ciclo DMAIC, una herramienta de mejora continua utilizada para optimizar procesos.

Tipo de Investigación

Este proyecto se desarrollará a partir de dos enfoques para una investigación cualitativa y cuantitativa, toda vez que permite, mediante herramientas como las entrevistas, observar y comprender las dinámicas sociales y logísticas, tales como la comunicación entre conductores y gestores o la disposición de los residentes para colaborar en la separación de residuos, influyen en la recolección y llenado de los vehículos. Junto con el análisis de los datos recolectados de tiempos y movimientos en las rutas de recolección, permitirá identificar oportunidades de mejora no solo en la asignación de rutas y capacidad vehicular, sino también en los procesos operativos y organizacionales que pueden estar limitando la eficiencia

A través del uso del ciclo DMAIC, se realiza un seguimiento y análisis de datos cuantitativos para implementar mejoras en el proceso de recolección, logrando mayor eficiencia y eficacia en la utilización de los vehículos. Teniendo en cuenta las capacidades de los vehículos junto con una evaluación de tiempos y movimientos, Además se incorporará un enfoque cualitativo que explore las percepciones, experiencias y comportamientos de los actores involucrados (conductores, gestores, supervisores y residentes de la localidad), así como las condiciones operativas que podrían estar afectando la subutilización de la flota vehicular.

Para los procesos de recolección de residuos domiciliarios, se emplean vehículos compactadores con capacidades instaladas de 8 a 14 toneladas (vehículos sencillos y vehículos

doble troque, respectivamente), cumpliendo con las especificaciones del contrato 283 del 2018 con la alcaldía de Bogotá y las normativas ambientales que exigen un nivel de emisiones euro.

Después del aislamiento causado por la pandemia y el retorno progresivo a la normalidad, se observó un incremento en la producción de residuos en la localidad de Usaqué, lo que, sumado a la reubicación y retiro de los contenedores de 2.400 litros, ha afectado considerablemente la zona de los usuarios y el proceso de recolección. La compañía Promoambiental Distrito S.A. E.S.P. ha experimentado una subutilización de su flota vehicular, lo que requiere una optimización de los vehículos de recolección doble troque y sencillos, dependiendo de las necesidades del sector.

En la localidad de Usaqué, la recolección se organiza en cuadrantes específicos que delimitan los días de atención (macros) y las rutas (polígonos específicos). La herramienta DMAIC, un ciclo de mejora basado en datos cuantitativos se complementará con un análisis cualitativo para ajustar recorridos, mejorar rutas y promover una mejor utilización de la flota vehicular.

Finalmente, se desarrollarán planes de contingencia para responder a las variaciones de peso y producción de residuos en las micros de la localidad, ajustando tanto la capacidad de los vehículos como los recursos humanos y organizativos necesarios para una mayor eficiencia operativa.

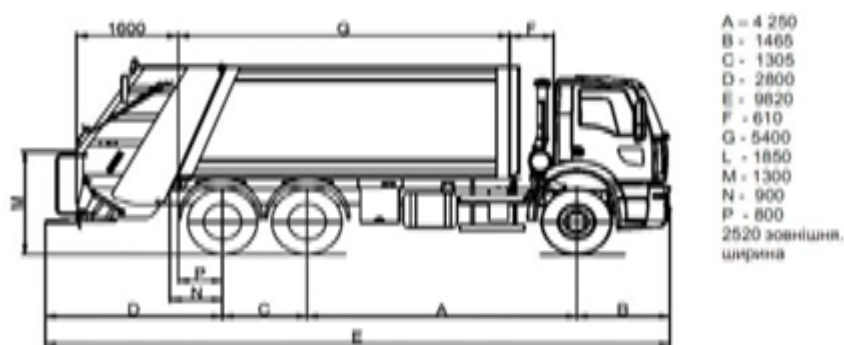
Técnicas de Recolección y Análisis de Información

Teniendo en cuenta los objetivos propuestos y como avance de los direccionamientos principales de este escrito se pretende iniciar la primera fase, que es definir el esquema actual de la prestación del servicio de recolección de residuos domiciliarios en la localidad de Usaqué por parte de la empresa. El siguiente punto es dictaminar un análisis del esquema de recolección;

Actual mente se tiene en la zona asignada un total de 28 vehículos doble troque de 25 yardas y un vehículo sencillo de 16 yardas. Para tener un mejor desempeño partimos de la necesidad de optimizar la capacidad instalada de cada vehículo compactador 25 yardas (14 TN) 16 yardas (TN 8,5) respectivamente y como se expone en la siguiente imagen de las dimensiones específicas del mismo.

Figura 2

Dimensiones del Vehículo



Fuente. IndroTrading (s.f)

Se desarrolló con las cifras, estadísticas históricas y comparados con los meses anteriores, del proceso de recolección domiciliaria actuales que afectan directamente la capacidad instalada de los vehículos compactadores que prestan el servicio de recolección domiciliaria en la localidad de Usaqué.

La herramienta DMAIC se emplea como la solución y mejora del proceso de recolección, mediante esta alternativa se implementa una metodología de investigación comparativa, usando datos y análisis de estos, se logra con DIMAC modelar el volumen de información que, arrojada los modelos a analizar, para la prestación del servicio de recolección domiciliaria.

Las bases de datos de la compañía Promoambiental Distrito S.A.S. E.S.P. es específicamente residuos domiciliarios de la localidad son la una de las bases junto con las plataformas del Sistema de Información para la Gestión y Operación del Servicio Público de Aseo. (SIGAB), donde se pueden verificar los recorridos, datos y planimetría actualizada se lograrán modelos más acordes al servicio, son nuevas estrategias que maximicen la eficiencia en el uso de su capacidad instalada y manejo adecuado de los recursos asignados por zona.

Se plantea modificar el Anexo 11, en cuanto a que la capacidad nominal de contenerización de la ASE no sea equivalente en litros al número de contenedores para residuos no aprovechables, sino que, la capacidad nominal de contenerización de la ASE, se determine con un número de contenedores que determine el prestador, el cual, esté asociado a un número de frecuencias de atención por contenedor que garanticen la capacidad nominal en litros. Para lo cual, teniendo en consideración los comportamientos que se han advertido a lo largo de ejecución del contrato y de acuerdo al tipo de sector, sea éste residencial, comercial, histórico, turístico, industrial y de servicios; se contará con un menor número de contenedores asociado a un aumento de las frecuencias, garantizando la atención de la capacidad nominal de contenerización de 1.160.000 Litros en la ASE 1, con lo cual, será más óptimo el modelo de contenerización para la prestación del servicio. Es de anotar, que se seguirán teniendo en consideración las características técnicas que define el Anexo 11, como por ejemplo el tipo de vía pública, teniendo en cuenta el ancho de las calzadas, de las aceras peatonales y/o de las zonas públicas; así como, la densidad de circulación de vehículos y de peatones, riesgos sociales, comportamiento de los usuarios y demás actores, al igual que aspectos de seguridad.

Con lo anterior, se podrá minimizar los daños causados a los contenedores cualquiera que sea la causa raíz, ya que se evita que estos se conviertan en elementos de bloqueo de vías,

elementos de trinchera, escudo de los vándalos y otras acciones que se presenten por agentes externos en la ciudad. Igualmente, se mejorará la eficiencia en el servicio al aumentar las frecuencias de las microrrutras y, en consecuencia, se aumentará el número de la recolección de los residuos.

Es importante tener en cuenta, que para garantizar la capacidad nominal de un millón ciento sesenta mil litros (1.160.000 L), lo cual se traduce (equivalen) en 484 contenedores de 2.400 L para residuos no aprovechables, los primeros estudios diseñados para la distribución de los contenedores se realizaron sobre los pesos de recolección domiciliaria para cada zona en específico, más no, en la utilización real de los contenedores por los usuarios.

En la presente propuesta, tenemos en cuenta el histórico de producción real y el uso de los contenedores para cada una de las zonas contenerizadas en el ASE 1, con lo cual, podemos determinar el número de contenedores a instalar asociado a un número de frecuencias necesarias para su atención. Los contenedores serán distribuidos de acuerdo con su capacidad y necesidades, de tal forma que se ajuste la cantidad de residuos presentados en los sectores descritos, de acuerdo con el comportamiento que se ha presentado en los distintos factores a lo largo de la ejecución del contrato de concesión; siempre teniendo en cuenta los lineamientos exigidos por la Secretaría Distrital de Movilidad y la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos - UAESP.

Resultados

Como se planea desarrollar el proyecto de aplicación

Objetivo 1: Analizar el Procedimiento Actual de Recolección de Residuos en Usaquén

Realizado por Promoambiental Distrito S.A.S. E.S.P.

Dentro del modelo de aseo planteado para la ciudad hasta el año 2018, se priorizo la recolección de residuos sólidos ordinarios con vehículos de cargue trasero dentro de un esquema tradicional que presentaba ventajas y desventajas conocidas y analizadas previamente, y con las cuales siempre se modelaron los costos eficientes del servicio y se establecieron las tarifas dentro de la metodología regulatoria.

Ahora bien, con el modelo de contenerización definido en la Licitación Pública No. UAESP-LP-02-2017, se planteó como objetivo mitigar los efectos ambientales y evitar la generación de vectores y esparcimientos de residuos en puntos afectados por la aparición de focos de contaminación, así mismo, mitigar y evitar los puntos críticos, que afectaban y deterioraban la armonía del espacio público, proporcionando a los ciudadanos un servicio de mayor calidad en pro de la limpieza urbana. Dicho modelo parte de experiencias y actuaciones externas, es decir modelos típicamente europeos traídos al contexto local, que, para efectos de evaluación de éxito, no son los mejores, ya que, si bien la intención es la mejor, tanto el proceso de evaluación, como de implementación e imposición del mismo han demostrado lo contrario.

En este sentido, se planteaba un esquema de contenerización para la ASE 1 de la ciudad, en los términos y alcance del Anexo No. 11 “Criterio de calidad para la prestación de la actividad de recolección de residuos sólidos a través de contenedores en la ciudad de Bogotá D.C.” (Alcaldía de Bogotá, 2020), el cual pretendía implementar una solución tecnológica al servicio tanto de los usuarios y recicladores de oficio, así como, para los prestadores del aseo, en materia

de presentación y recolección de los residuos sólidos; contribuyendo a mantener espacios limpios; promoviendo no sólo la separación en la fuente para el aprovechamiento de los residuos, sino también evitando la aparición de puntos críticos. Aunado a lo anterior, la incorporación de contenedores aportaba atributos de calidad a la actividad de recolección y transporte, no sólo en relación con la limpieza urbana, sino que en virtud de las particularidades de Bogotá; las cuales en materia de recolección y transporte dista del mercado medio regulado en Colombia; por lo que, se pensó que la contenerización de puntos de la ciudad, bajo los parámetros del Anexo 11; generaría eficiencias operativas que llevaran a un servicio de mejor calidad. Adicionalmente, la atención integral de residuos sólidos a través de contenedores con vehículos de recolección mecanizada y con automatización operativa hacen comparativamente distinta la operación en cuanto a calidad del servicio, frente a un área atendida donde se realiza el servicio bajo los estándares tradicionalmente establecidos.

La ASE1 cuenta con un modelo de distribución actual de contenerización, con el cual, se garantiza la atención de la capacidad nominal de contenerización de 1.160.000 Litros, dispuestos en 484 contenedores de 2.400 Litros para residuos no aprovechables, en el cual se asegura la atención de más de 4 millones de litros cada semana. Teniendo en cuenta el contexto mencionado de forma general en los numerales anteriores, tanto de los aspectos sociales, como los técnicos de cara a los resultados de la operación de los últimos años bajo el actual esquema de recolección de residuos a través del cargue lateral de contenedores ubicados en vía pública, Promoambiental Distrito SAS ESP ha realizado un estricto proceso de análisis de afectación e impacto al proceso operativo. Dicho análisis se enfocó desde los aspectos mencionados con anterioridad

Problemas Encontrados con el Procedimiento Actual

Dentro del análisis de causa raíz, se determinaron 6 factores principales que impactan directamente la normal ejecución de la operación de cargue lateral, dichos factores y sus respectivas descripciones, se plasman a continuación:

Incumplimiento de los deberes del usuario

Mala Presentación de los Residuos. Se presentan residuos no embolsados o presentados en los alrededores de los contenedores de cargue lateral, haciendo necesario que las tripulaciones se enfoquen en la limpieza de regueros, entorpeciendo y desvirtuando los tiempos y las dinámicas de prestación del esquema mecanizado.

Figura 3

Imagen Referencian de Contenerización



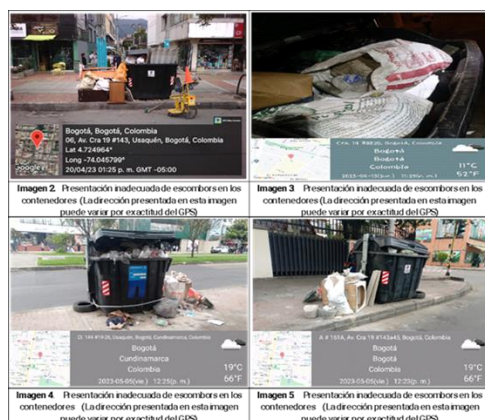
Fuente. Autoría Propia

Disposición de Escombros. Los usuarios en múltiples ocasiones presentan residuos de construcción y demolición, los cuales no hacen parte de la prestación del servicio en marco del Decreto 1077 de 2015 y genera impacto en la logística de recolección cuando los residuos son

identificados antes de ser izados los contenedores al servicio de recolección acceden programada de la línea 110.

Figura 4

Contenedores Ubicados en la Zona ASE 1



Fuente. Autoría Propia

Arrojo de Residuos 24/7. El esquema propuesto por el anexo 11, obliga la disponibilidad de una capacidad nominal, no obstante, la existencia de los contenedores promueve el traslado de residuos de otros sectores, así como el llenado anticipado de los mismos al no respetarse los horarios y las frecuencias. Lo anterior ocasiona el desborde de contenedores en algunos sectores y generando traumatismos y retrasos a la operación.

Disposición Inadecuada de Residuos

Sobrepeso en Contenedores por Disposición de Escombros. Se presenta disposición de escombros que en ocasiones se encuentran bajo los residuos ordinarios, ingresando en las cajas compactadoras y afectando la integridad de estas; igualmente presentándose sobrepesos de los contenedores y afectando el buen funcionamiento del sistema lifter y los contenedores.

Figura 5*Contenedor Ubicado en Espacio Público ASE 1*

Fuente. Autoría Propia

Descarga de Voluminosos en los Contenedores. Se presenta disposición de residuos sólidos especiales en los contenedores, que impactan el concepto de área limpia, que igualmente no pueden ser recolectados en los vehículos compactadores de cargue lateral y que cuando son gestionados al estar bajo los residuos ordinarios, han afectado la integridad de los sistemas de compactación.

Figura 6

Desechos Voluminosos Próximos a los Contenedores ASE 1



Fuente. Autoría Propia

Sobrepeso en Contenedores por Exceso de Residuos Orgánicos. Teniendo en cuenta que es un esquema homologado de Europa, dichos contenedores se ven expuestos a caracterizaciones de hasta 80% en carga orgánica en algunos sectores, lo anterior ésta generando excesos de peso en los sistemas, afectando su funcionamiento y promoviendo la falla

Homologación de Esquemas Europeos a Contexto Nacional

Sobresfuerzos en Sistema Debido a Sobrecargas. Como se mencionó anteriormente, la caracterización de un país como Colombia, tipificado como un país subdesarrollado, con altos índices de carga orgánica, ocasiona que los residuos pierdan capacidad de compactación y que se presenten sobreesfuerzos de los sistemas de compactación debido a las altas densidades de los residuos. De igual manera se generan altos índices de percolado que afectan directamente la integridad de las cajas y ocasionan daños prematuros a los sistemas.

Topografías de Zonas de Operación de ASE1. La operación de cargue lateral, demanda una topografía que asegure mínimos niveles de inclinación para lograr operar los sistemas de izaje y los contenedores, lo anterior acota los sectores para la utilización del esquema contenerizado en el ASE1, toda vez que se logran encontrar sectores con pendientes significativas. De igual manera, dicha topografía ocasiona que los vehículos se movilicen con altas cargas en las pendientes, generando sobrecarga en los sistemas y daños en los mismos.

Desgaste por Temas de Tráfico. Bogotá está definida como la ciudad más congestionada del mundo para lo corrido del 2023. Esta condición genera que los vehículos operen a unas condiciones que difieren de las de diseño, ocasionando daños en sistemas de filtración, embrague, transmisión, frenado, entre otros y que la operación en ralentí de los sistemas de recolección de residuos sea mucho más demandante y propensa a las fallas mencionadas previamente.

Sobresfuerzos de Operación en Punto de Disposición Final: El punto de disposición final para la operación de recolección de residuos de la ciudad de Bogotá, presenta unas condiciones particulares. Dichas condiciones van desde altas pendientes que ocasionan un alto índice de esfuerzo para los vehículos que se encuentran cargados, e igualmente, vehículos altamente electrónicos expuestos a condiciones de contaminación elevadas debido a los manejos de los lixiviados.

No Representación de Proveedor de Chasis y Compactador

Baja Existencia de Proveedores Alternos. Debido a la especificidad de los equipos que fueron requeridos para la implementación del cargue lateral, se presenta una gran dificultad para la consecución de proveedores que suministren autopartes, toda vez que se perdió el soporte y representación por parte de Navitrans y AMS a nivel nacional.

Ausencia de Personal Capacitado por Especificidad del Equipo. Debido a la especificidad del equipo en términos electrónicos, a la falta de representación por parte de fabricantes, no se cuenta con personal capacitado por parte de proveedores alternos en la atención de este tipo de tecnologías, incrementando los tiempos de solución de falla.

Demora en la Consecución de Autopartes. No existe una disponibilidad inmediata de autopartes en el mercado debido a no tener representación de fabricantes

Ausencia de Equipo Especializado de Diagnóstico. No existen proveedores con sistemas de diagnóstico ajustados a la marca y referencia de los equipos. Lo que obliga en ocasiones a gestionar presuntas fallas por la imposibilidad de diagnosticar las fallas de manera exacta.

Modificación a los Equipos

Pérdida de Originalidad por Solicitudes de Interventoría. Teniendo en cuenta diferentes solicitudes que han sido demandadas por la interventoría, se ha perdido el grado de originalidad de los equipos, ocasionando que se tomen dichas modificaciones como fallas en los sistemas electrónicos de los equipos. Las adaptaciones ocasionan que se activen sensores y testigos por cambios en los voltajes, siendo tomados como falla en los equipos y generando paradas de los mismos.

Figura 7*Vehículo de Cargue Lateral*

Fuente. Autoría Propia

Adaptaciones Nacionales Debido a Ausencia de Representación: Teniendo en cuenta la falta de repuestos, la inexistente representación tanto de chasis como de caja compactadora e igualmente la dificultad para subsanar novedades; la operación se ha visto en la necesidad de realizar adaptaciones a los sistemas que permitan retomar el estado de operatividad de los vehículos. Lo anterior genera que se reflejen códigos de novedades en tableros y así mismo que se presenten fallas prematuras en otros sistemas por la adaptación de elementos.

Distribución de Contenerización de Anexo 11 de la ASE 1 a la Fecha.

Tabla 1

Cantidad y Distribución de Contenedores

Localidad	Barrio/Sector	Unidades	Capacidad Nominal (l)	Frec.	Capacidad de atención (l/Semana)
San Cristóbal	Villa de los Alpes	45	108.000	3	324.000
San Cristóbal	20 de julio	41	98.400	3	295.200
Usme	Av Caracas	56	134.400	3	403.200
Usme	Marichuela	57	136.800	3	410.400
Usme	Aurora	54	129.600	3	388.800
Usme	Av. Villavicencio	61	146.400	3	439.200
Usaquén	Codito	53	127.200	3	381.600
Chapinero	Chapinero Cr 15(Cll 85-90)	34	81.600	6	489.600
San Cristóbal	Av. 1ro de Mayo	27	64.800	3	194.400
Santa Fe	Centro	56	134.400	6	806.400
Total		484	1.161.600		4.132.800

Nota. Cantidad y distribución de los contenedores al inicio del contrato datos suministrados por la empresa Promoambiental Distrito SAS.

Ante la necesidad de recolección de los residuos en el esquema de contenerización, Promoambiental Distrito SAS ESP, en aras de asegurar igualmente la continuidad de la prestación del servicio en términos de la calidad, continuidad y cobertura, en la localidad de

Usaquén se planificó el servicio de recolección de carga trasera y de manera redundante la operación de cargue lateral con fines de mitigación de impactos a la operación, por lo que, la recolección de contenerización de carga lateral, es un complemento a la actividad de recolección y transporte. Mencionado lo anterior, se cuenta con el siguiente esquema de micro rutas redundantes para asegurar la prestación. En las cuales se reubican los contenedores de la localidad de chapinero, teniendo en cuenta lo anterior la recolección de residuos sólidos debe ser asumida por los vehículos de cargue trasero con las características que se evidencian en el contrato actual.

Tabla 2

Rutas Redundantes para Aseguramiento de Recolección de Cargue Lateral

Localidad	Barrio-Sector	Microruta Lateral	Cargue	Microruta cargue trasero	redundante
San Cristóbal	Villa de los Alpes	52001		1312	
San Cristóbal	20 de julio	52002		03340-03312	
Usme	Av Caracas	50005		1329-1376	
Usme	Marichuela	50002		1339	
Usme	Aurora	50001		01314-01315	
Usme	Av. Villavicencio	48001		01347-01340-08313	
Usaquén	Codito	48002		01301-01302-	011338
Chapinero	Chapinero Cr15(CII85-90)	49001-53001		8303-2343	
San Cristóbal	Av. 1ro de Mayo	54002		8309	
Santa Fe	Centro	51001		5303-5307-5308-8305-8306	

Es de aclarar que, la Empresa ha instalado igualmente 484 contenedores de 1.100 Litros para material aprovechable, los cuales fueron entregados en calidad de comodato, y cuya transición, traslado y entrega, así como su respectiva implementación se concertó y aprobó por parte de la UAESP, lo cual, se ha logrado mejores eficiencias y resultados en el uso y cuidado de estos, y con lo cual, se resolvió la problemática de vandalismo y mal uso de los contenedores de 1.100 Litros.

Si bien es cierto, el modelo de contenerización de carga lateral planteó beneficios y bondades en comparación con el sistema tradicional de cargue trasero, en su desarrollo se evidencian varias problemáticas sociales, técnicas y logísticas, que abordaremos más adelante y que repercuten en la operación, y que entre otras han generado daños no previstos en el sistema de compactación de los vehículos para un esquema de prestación no preparado para ello.

A continuación, se plasma un ejercicio de análisis ante este contexto operativo y las acciones tendientes a asegurar las condiciones contractuales del actual Contrato de Concesión

Objetivo 2: Diagnosticar el Esquema vigente de Recolección de Residuos en la Localidad de Usaqué y Compararlo con Datos Históricos Utilizando la Herramienta DMAIC.

Dentro del contexto del Anexo 11, para la implementación del esquema de contenerización, se establecieron parámetros técnicos que se debían cumplir para la correcta ubicación de estos en el espacio público y que permitían la correcta operatividad de los contenedores:

Los espacios debían permitir la continuidad de los peatones, ciclistas y movilidad reducida.

Los andenes debían cumplir con un ancho mínimo de 3m.

Visibilidad en zonas de conflicto con los actores viales.

No existir afectación de los paraderos de transporte público.

Se mantendría limpia la zona y libre de obstáculos, de tal manera que no se impida la circulación de peatones y ciclistas.

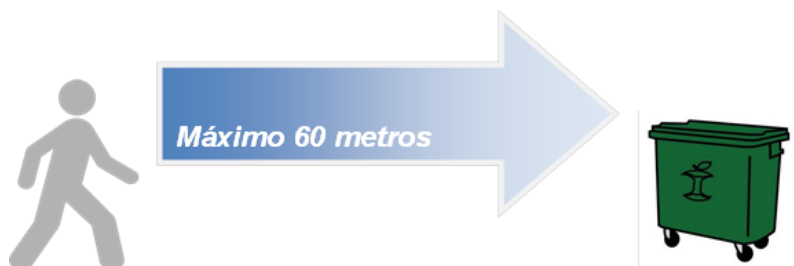
Las maniobras de operación, mantenimiento, lavado, entre otros, se realizarán en horarios que minimizarán la afectación a la normatividad y seguridad vial del sector.

Las tapas de acceso de servicios públicos e hidrantes quedarían libres de cualquier elemento que impidiera una emergencia.

Nuestros vehículos en el momento de la recolección se ubicarían siempre en el sentido de circulación de la vía al margen derecho.

Así mismo, se definió como parámetro de distancia máxima de la contenerización, aquel rango de distancias máximas que debe recorrer cada ciudadano desde la puerta de su casa (punto de demanda) hasta el punto de ubicación de los contenedores. Desde nuestra experiencia, resulta de gran importancia que la población no recorra más de 60 metros a pie hasta el lugar donde se sitúe el contenedor más cercano.

Cuando se superan estas distancias, se restringe al ciudadano de participar activamente en el proceso de contenerización, impactando negativamente la estrategia y ocasionando el arrojamiento de los residuos en lugares no autorizados.

Figura 8*Distancia Máxima*

Fuente. Autoría Propia

De esta manera, el objetivo es conseguir el sumatorio con el menor recorrido de desplazamientos para el ciudadano, minimizando también el número de puntos de aportación y de manera que el contenedor no esté a una distancia superior a los 60 metros del ciudadano. Los contenedores deben ser seguros para el público, cumpliendo con las instrucciones del fabricante, y además se cumple con las indicaciones de las autoridades locales sobre este aspecto, y una especial atención en respetar todas las normas relativas correspondientes a la accesibilidad de personas con discapacidad.

Durante el proceso de contenerización se establecieron las rutas y puntos de ubicación previamente definidos y acordados en la propuesta, en función también de los resultados obtenidos por el software GIS. Frente a lo cual, todos los contenedores fueron correctamente identificados en el Sistema Informático que se utiliza para el registro del inventario de contenedores.

Aunado a este proceso, cada punto cuenta con todos los registros adecuados como son:

Fotografía.

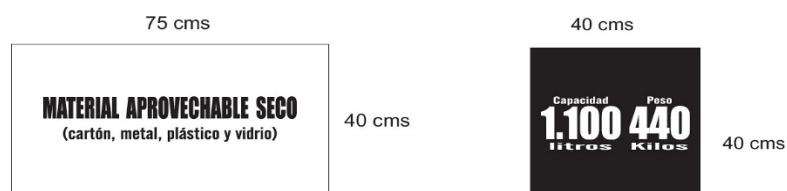
Geolocalización mediante GPS

Planos y listados de ubicaciones

Igualmente, el numeral 2.2 generalidades técnicas de los contenedores del Anexo 11 Plan de contenerización, establece que el contenedor debe contar con una etiqueta de por lo menos 40x40 cm que indique su capacidad en volumen y en peso, según el siguiente modelo:

Figura 9

Etiqueta



Fuente. Autoría Propia

La distancia entre el borde de la vía y el contenedor estará determinada por las características de la vía o el andén si es el caso, sin afectar la movilidad de vehículos, peatones y demás. Para prevenir accidentes con los contenedores, llevan bandas reflectivas en los cuatro lados, además de una señal luminiscente para prohibido parquear.

Realizada la anterior contextualización del esquema de contenerización, se procede entonces a enseñar el análisis de las problemáticas presentadas y la causa raíz de estas, identificando en el desarrollo de la ejecución del contrato de concesión.

Objetivo 3 Diagnosticar el Esquema Vigente de Recolección de Residuos en la Localidad de Usaquén y Compararlo con Datos Históricos Utilizando la Herramienta DMAIC.

A continuación, se realiza un análisis al contexto actual del esquema de contenerización, así como la validación de causa raíz ante la situación actual del mismo.

Aspecto Social. Como se indicó, los contenedores de carga lateral para la presentación de los residuos aprovechables y no aprovechables, se instalaron con el fin de contribuir a mantener los espacios limpios, siendo un apoyo para la presentación y recolección de residuos sólidos, “orientado a mitigar los efectos ambientales resultantes de la acumulación temporal de residuos sólidos como los puntos críticos; evitando la generación de vectores y esparcimiento de residuos; así como la aparición de focos de contaminación que afectan y deterioran la armonía del espacio público urbano.”. Sin embargo, a lo largo de la ejecución del modelo de contenerización se han presentado indisciplina por parte de los usuarios, haciendo mal uso de éste, frente a lo cual, Promoambiental Distrito SAS ESP., dentro del marco de sus competencias, ha realizado múltiples jornadas de sensibilización, capacitación, información y de socialización a comerciantes, residentes, multiusuarios, comunidad estudiantil y recicladores de oficio, explicando y recordando las frecuencias y horarios de recolección de los residuos no aprovechables, promoviendo la separación en la fuente, dando claridad sobre el uso adecuado de los contenedores, la línea 110, el aplicativo SIGAB Ciudadano, así como, las consecuencias ambientales y las sanciones que genera el arrojado inadecuado de residuos sólidos contemplados en el Código Nacional de Policía y Convivencia.

Adicionalmente, dentro de las labores sociales, se ha buscado un enlace permanente con los usuarios, mesas de trabajo, sesiones de las Comisiones Ambientales de las diferentes localidades, mesas de residuos y reuniones interinstitucionales y con la comunidad, cuyo propósito ha sido comunicar la problemática generada alrededor de los residuos sólidos urbanos y buscar soluciones con compromisos entre partes

A continuación, se relacionan las principales problemáticas identificadas en campo por parte de la Empresa:

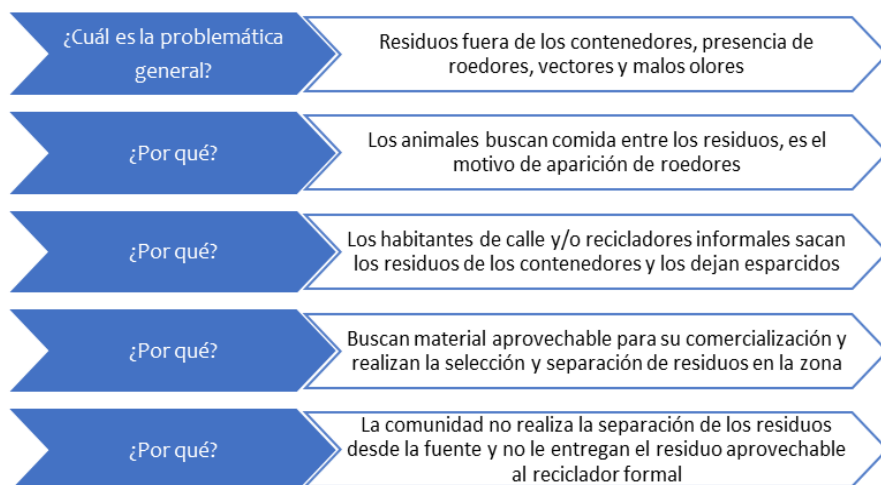
- Usuarios residentes y comerciantes disponen los residuos fuera de las frecuencias y horarios establecidos.
- Recicladores informales sacan los residuos de los contenedores para hacer la separación dejando residuos esparcidos.
- En ocasiones los usuarios envían niños para sacar los residuos, quienes no alcanzan a dejarlos dentro del contenedor y proceden a dejar la bolsa fuera de este.
- Los comerciantes indican que deben sacar los residuos todos los días debido a que la Secretaría de Salud se los solicita.
- Una vez esparcidos los residuos fuera del contenedor atrae roedores, vectores y animales domésticos.
- Los usuarios no contratan el servicio de recolección de escombros y voluminosos por medio de la Línea 110, y proceden a disponerlos dentro o fuera de los contenedores.
- La población extranjera saca los residuos de los contenedores para hacer procesos de selección, rompen las bolsas y dejan regueros fuera de estos.
- No hay apoyo por parte de la Policía Nacional para el control de usuarios indisciplinados que llevan escombros y todo tipo de residuos a los contenedores, haciendo uso inadecuado de estos.
- Vehículos estacionados al frente de los contenedores no permiten la recolección de los residuos.
- En zonas con altos impactos sociales y presencia de habitante de calle, los contenedores son utilizados para hacer necesidades fisiológicas, convirtiendo los mismos en puntos sanitarios

- Al estar expuestos en espacio público, los usuarios indisciplinados ubican residuos voluminosos y de gran tamaño al lado de los contenedores lo que genera un mal aspecto y rechazo por parte de la comunidad.

De acuerdo con lo presentado anteriormente, se logra evidenciar que la problemática más común y así mismo la más crítica, es la presencia de habitantes de calles en los contenedores, seguido de la falta de cultura ciudadana al no respetar las frecuencias y horarios de recolección establecidas; además de la segregación de escombros dentro de los contenedores, los cuales hacen que se dañen junto con los vehículos, lo que causa una problemática frente a los daños y la disponibilidad de los vehículos al presentar RCD, muebles, tejas y/o residuos voluminosos, evadiendo igualmente el pago de la recolección por medio de la Línea 110.

Figura 10

Evidencia del Problema de Contenerización



Fuente. Autoría Propia

En medio de las jornadas de sensibilización, la comunidad se queja principalmente por la cantidad de residuos que están fuera de los contenedores, culpando a la población carretera y habitantes de calle. Como operador de Aseo, no contamos con la competencia de hacer el abordaje a esta población y en ocasiones han sufrido agresiones por parte de población extranjera; sin embargo, Promoambiental Distrito realiza apoyo en la transmisión de la información a la Secretaría de Integración Social, Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos- UAESP, Policía Nacional y Alcaldías Locales. Desde gestión social se le deja claridad a la comunidad sobre los deberes como usuarios para evitar que este fenómeno se presente.

El modelo de contenerización en algunos sectores de la ASE1, ha sido bien aceptado y adoptado por parte de la comunidad, trayendo soluciones a problemáticas de residuos de distintos sectores; en especial para los sectores residenciales; no obstante en otros sectores, como los comerciales, se ha considerado como un problema, ya que en los lugares donde fueron ubicados se han convertido en focos de contaminación, donde abundan los malos olores, siendo utilizados como lo mencionamos anteriormente, en arrojos de RCD, hormigones, llantas, tejas o muebles viejos, residuos voluminosos, etc., e incluso han generado problemas de seguridad.

Frente a lo anterior, a pesar de los programas de cultura ciudadana y de las capacitaciones permanentes que se han adelantado, para el uso adecuado de los contenedores; han sido infructuosos, dada la falta de apoyo y de control por las entidades competentes. Vale la pena comentar que en su momento cuando el camión compactador de cargue trasero pasaba de casa en casa recogiendo los residuos era más fácil identificar aquellos usuarios que incumplían con las frecuencias y horarios del sistema, pero bajo el modelo actual de contenedores es casi imposible determinar lo anterior, a pesar de la continua sensibilización en las zonas.

Es importante reiterar que la ciudad ha visto crecer la actividad que realizan los habitantes de la calle, los recicladores y algunos extranjeros; llevan años realizando esta labor, mientras otros son nuevos en la actividad, que han encontrado en este oficio una estrategia de subsistencia, en particular después de la pandemia. No obstante, existen dificultades en el proceso de control de la actividad, impactando significativamente las áreas limpias y dejando más sucios los lugares por donde van pasando, faltando de esta manera control y sanción a usuarios que contaminan la ciudad o hacen mal uso de los contenedores, sin ningún tipo de medidas coercitivas y de aplicación del código nacional de convivencia.

Aunado a lo anterior, hablamos del aumento de los casos de vandalismo y robo de los componentes de los contenedores en el ASE 1 y que aumentan en momentos de orden público o manifestaciones que traen como consecuencia la afectación a dicho mobiliario urbano y a la continuidad del servicio. A continuación, se presenta la relación de los contenedores que han sido vandalizados a la fecha solo en ASE1 esto afectando las finanzas de la compañía por esta razón se contempla la posibilidad del retiro de la localidad de Usaquén esto implica que los vehículos de cargue trasero asuman los residuos de los contenedores retirados

Como se mencionó anteriormente, otra de las situaciones y problemáticas es la presentación de los residuos por parte de los usuarios indisciplinados, quienes arrojan todo tipo de basuras en los contenedores (RCD, maderas, voluminosos, etc.), a pesar de las continuas actividades de sensibilización que realiza la Empresa con la comunidad; con lo cual, se ocasionan daños graves en la caja compactadora de los vehículos al momento de realizar la compactación generando desgastes prematuros y roturas de los componentes, así mismo, el sistema de suspensión y dirección del vehículo se ve afectado por el peso de los contenedores provocando rotura de hojas principales, muelles, perchas y en general componentes de la

suspensión, como consecuencia de estos daños se presentan inconvenientes en el desarrollo de la operación, muchas veces el vehículo debe abandonar la microrruta asignada y desplazarse para arreglar estos daños que en gran parte obligan a una reparación mayor de las cajas compactadoras de cargue lateral y en general al equipo.

Con lo cual, dada la afectación a la funcionalidad de los equipos de cargue lateral, se incumplen las recomendaciones y diseño del fabricante; donde lejos de lo que se planteó en el Anexo 11, se están sobrepasando las capacidades de los contenedores y de los vehículos de cargue lateral, dado que, lo planteado en el documento y en las plaquetas identificativas de los contenedores, era una densidad de 0,4 Ton/m³ para los residuos, no obstante, y con la indisciplina mencionada se pueden encontrar contenedores cuya densidad supera el 0,8 Ton/m³ (hecho que permite afirmar que el comportamiento de los usuarios va más allá de la indisciplina como tal, sino que trae consecuencias de tipo técnico que en su momento era difícil vislumbrar) tal y como se evidencia a continuación con las especificaciones técnicas del fabricante de los contenedores.

Figura 11

Especificaciones de los Contenedores de 2400 L



Fuente. Autoría Propia

A continuación, se muestra el registro fotográfico en el cual se evidencia la indisciplina de los usuarios frente al correcto uso de los contenedores.

Figura 12

Presentaciones Inadecuadas del RCD en los Contenedores



Fuente. Autoría Propia

Como se evidencia anteriormente, a todo este proceso se le suma la indisciplina de los usuarios, en el incumplimiento de las frecuencias y horarios establecidos, para la actividad de recolección y transporte, pese a las innumerables actividades de sensibilización que realiza la Empresa con la comunidad, dado que, no están presentando sus residuos en el área pública al frente de sus predios o en los lugares establecidos para tal fin, de acuerdo con las frecuencias y

horarios establecidos por el prestador, por el contrario, presentan sus residuos alrededor de los contenedores a cualquier hora y día.

Lo anterior, va en contravía de las obligaciones de los usuarios para el almacenamiento y la presentación de los residuos sólidos, establecido en el Decreto 1077 de 2015, artículo 2.3.2.2.2.16, parágrafo 3 del artículo 2.3.2.2.2.19, artículo 2.3.2.2.2.21 y 2.3.2.2.2.22.

Aspecto Técnico. Como es de conocimiento de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos – (UAESP) y la Interventoría, las novedades en el componente del servicio de recolección de residuos sólidos de cargue lateral, obedece a que los vehículos han presentado fallas en los diferentes sistemas, principalmente el sistema neumático y eléctrico (compuesto con sensores, módulos, y unidad lógica en el sistema de compactación PLC); dichas fallas han sido aún más representativas debido a fallas en la cadena de suministro teniendo en cuenta que la casa matriz de la marca IVECO, retiró la representación al distribuidor local NAVITRANS COLOMBIA.

Localmente se encuentran muy pocos proveedores especializados en la marca, aunado a la especificidad del chasis para la necesidad operativa requerida, lo que dificulta aún más la gestión. De igual manera, el fabricante de cajas compactadoras AMS, retiró la autorización de representación del proveedor Fanalca quien en su momento comercializó los equipos para la implementación del esquema de cargue lateral en el ASE1.

Lo anterior impacta directamente la disponibilidad de la flota de cargue lateral, así como la oportunidad en el restablecimiento de la operatividad de esta debido a novedades en el diagnóstico, suministro y reparación de los equipos.

En la presente propuesta se contará con 293 contenedores de 2.400 Litros para residuos no aprovechables en calle (espacio público) con un aumento de frecuencia en zonas específicas

que permitan la reducción de la capacidad instalada de contenedores por una mayor cantidad frecuencia semanal, a continuación, enunciamos ejemplos:

Ejemplo 1:

1 Contenedor de 2400 Litros = 2.400 Litros

Frecuencia: 1-3-5

Total, recolección en litros = 7.200 Litros

Propuesta 1:

1 Contenedor de 2400 Litros = 2.400 Litros

Frecuencia: 1-2-3-4-5-6

Total recolección en litros = 14.400 Litros

Ejemplo 2:

Total, de Contenedores en zona = 153 contenedores de 2400 Litros

Frecuencia: 1-3-5

Total, recolección en litros = 1.101.600 Litros

Propuesta 2:

Aumentar la frecuencia de recolección de tal manera que se duplique la capacidad en litros por recogida. Contenedores en zona= 77 contenedores de 2400 Litros

Frecuencia: 1-2-3-4-5-6

Total, recolección en litros = 1.108.800 Litros

Propuesta de Mejora

Una vez realizada la evaluación técnica, se definió que en sectores como la Avenida Carrera 19, por ser áreas de tipo histórico, turístico, comercial y de servicios, entre otros, lo óptimo es el retiro de los contenedores.

Los vehículos de la zona deben distribuir el peso de los contenedores retirados de la Avenida Carrera 19, que produce aproximadamente 16 toneladas. Para ello, es necesario implementar un vehículo recolector en el turno de 10 p.m. a 6 a.m., con características de doble troque y una capacidad instalada de 14 toneladas en una caja de 25 yardas cúbicas.

El traslado de estos contenedores resulta poco viable, dado que, en la ASE1, debido a la tipología de las vías públicas, el ancho de las calzadas, las aceras peatonales, la densidad de circulación de vehículos y peatones, entre otros factores, se imposibilita la reubicación de estos equipos.

Para disminuir las problemáticas identificadas en el modelo y garantizar la eficiencia del servicio, se mantendrá la capacidad actual de recolección, ajustando las frecuencias y cantidades propuestas de contenedores, de manera que se cumpla con la capacidad nominal establecida para la ASE.

Los estudios realizados para la distribución de los contenedores se basaron en los pesos de recolección domiciliaria por zona, pero no consideraron el uso real de los contenedores por parte de los usuarios. En la propuesta actual se tuvo en cuenta el histórico de producción real y el uso de los contenedores en las zonas contenerizadas de la ASE1.

El modelo propuesto busca mejorar la eficiencia de las microrrutas, asegurando una recolección oportuna de residuos, incluso en zonas donde es difícil realizar la recolección puerta a puerta, como callejones o vías de difícil acceso, que pueden generar daños a los sitios, a los

vehículos o, en el peor de los casos, un accidente vial. Este estudio busca mejorar la accesibilidad de los vehículos de carga lateral, permitiendo detenerse en lugares seguros para levantar y habilitar los contenedores.

Considerando los contextos validados previamente y las principales causas que afectan los tiempos de prestación del servicio de recolección con el sistema de carga lateral, Promoambiental Distrito S.A.S. E.S.P. busca fortalecer dicho esquema, para que los usuarios perciban los beneficios reales de la contenerización y se mitiguen las condiciones actuales.

Para lograrlo, es importante destacar que la compañía cuenta con un esquema aprobado que incluye 484 contenedores ubicados estratégicamente, asegurando la capacidad nominal requerida por contrato de 1.160.000 litros. Esto permite una capacidad de recolección semanal de 4.132.800 litros, como se detalla en la tabla #1 del presente documento.

En respuesta a los incidentes de vandalismo, acumulación de escombros y residuos en ciertos puntos de la ciudad, así como las problemáticas identificadas, Promoambiental Distrito S.A.S. E.S.P. propone ajustar el esquema de contenerización. Se busca fortalecer la operación en los sectores donde ha sido aceptado y adoptado por la comunidad, así como responder a las peticiones de las autoridades en aquellos sectores que han solicitado el retiro de los equipos.

La propuesta plantea redistribuir los contenedores y ajustar la frecuencia de recolección en los diferentes sectores, manteniendo la capacidad actual de 4.132.800 litros/semana. El planteamiento es:

Tabla 3*Atención a la Recolección*

Localidad	Barrio/Sector	Unidades	Capacidad Nominal (L)	Frecuencia	Capacidad de atención (L/Semana)
San Cristóbal	Villa de los Alpes	43	103.200	6	619.200
San Cristóbal	20 de Julio	42	100.800	6	604.800
Usme	Marichuela	52	124.800	6	748.800
Usme	Aurora	52	124.800	6	748.800
Usme	Av. Villavicencio	52	124.800	6	748.800
Usaquén	Codito	52	124.800	6	748.800
Chapinero	Chapinero Cr15(CI185-90)	0	0	0	0
Usaquén	Av. Carrera 15	0	0	0	0
San Cristóbal	Av. 1ro de Mayo	0	0	0	0
Santa Fé	Centro	0	0	0	0
Total		293			4.219.200

Con el esquema propuesto y el aseguramiento de la frecuencia diaria, se busca impactar directamente el concepto de área limpia, dando valor agregado a los usuarios que actualmente accedieron al servicio, se retirarán contenedores de sectores donde no se evidencia un cumplimiento a los deberes establecidos para los usuarios y fortalecer dinámicas en sectores donde se favorezca el aprovechamiento de residuos.

En caso de presentarse la validación de implementación de esta propuesta de ajuste al esquema de contenerización, es necesario adelantar con por lo menos un mes de antelación, los ejercicios de socialización de retiro del esquema de contenerización lateral, ajuste de plan operativo para incorporación de cargue trasero en aquellos sectores donde se retira la contenerización y al mismo tiempo, un adecuado ejercicio de sensibilización y socialización de aquellos sectores donde se adoptaría la contenerización de manera diaria.

Conclusiones

La evaluación técnica realizada por Promoambiental Distrito S.A.S. E.S.P. concluye que, para mejorar la eficiencia del servicio de recolección de residuos en sectores como la Avenida Carrera 19, es necesario retirar los contenedores debido a las características históricas, turísticas y comerciales de la zona. Esto implica redistribuir la capacidad de recolección con vehículos de mayor capacidad operando en turnos nocturnos, asegurando el cumplimiento de la capacidad nominal requerida por contrato. Además, se propone ajustar la frecuencia y ubicación de los contenedores en otros sectores, basándose en el uso real y producción de residuos, con el fin de mejorar la eficiencia de las rutas de recolección, mitigar problemas actuales como el vandalismo y atender las solicitudes de las autoridades locales. Este esquema optimizado busca garantizar la capacidad de recolección semanal y fortalecer la operación en áreas donde la contenerización ha sido aceptada.

Recomendaciones

Se recomienda el retiro de los contenedores en áreas de alto valor histórico, turístico, comercial y de servicios, como la Avenida Carrera 19. Debido a las características de esta zona y la imposibilidad de reubicar los contenedores por factores como el ancho de las calzadas y la densidad de circulación, es necesario redistribuir la capacidad de recolección. Para ello, se debe implementar un vehículo recolector con mayor capacidad, operando en horarios nocturnos, de 10 p.m. a 6 a.m., para minimizar el impacto en el tráfico y la actividad comercial.

Redistribución de contenedores: Es fundamental ajustar la ubicación de los contenedores en función del uso real que los usuarios les dan, así como la producción histórica de residuos en las diferentes zonas. Esto permitirá optimizar las rutas de recolección, mejorando la eficiencia en áreas contenerizadas y evitando el uso innecesario de equipos en zonas donde no se justifica su implementación. Además, se debe garantizar que la distribución de contenedores cumpla con la capacidad nominal establecida por contrato.

Optimización de rutas y frecuencia de recolección: Se recomienda ajustar las frecuencias de recolección y la cantidad de contenedores en cada sector, con base en los estudios de producción de residuos y las necesidades específicas de cada zona. Este enfoque ayudará a reducir los problemas actuales, como la acumulación de residuos y el vandalismo, además de asegurar una recolección más eficiente en sectores de difícil acceso, evitando daños a la infraestructura y posibles accidentes viales.

Fortalecimiento del esquema de contenerización: Para mejorar la percepción de los usuarios y aumentar la eficiencia operativa, Promoambiental Distrito S.A.S. E.S.P. debe fortalecer el esquema de contenerización en las áreas donde ha sido bien recibido y adoptado. Asimismo, es necesario responder a las solicitudes de las autoridades en aquellos sectores que

requieren ajustes, como el retiro de contenedores o la modificación de las frecuencias de recolección, manteniendo siempre la capacidad de recolección semanal de 4.132.800 litros.

Referencias Bibliográficas

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2023). *Localidad de Usaquén*.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co>.

Aguirre, M., Uribe, J., Muñoz M. & Aguirre, E, (2022) Análisis de la actividad de contenerización de residuos sólidos en Bogotá. *Revistas.esap.edu* 2(57) .

<https://revistas.esap.edu.co/index.php/admindesarro/article/view/793/706>.

Chia, J. (2018) Servicio público de aseo en Bogotá y políticas para la población recicladora.

Administracion y Desarrollo. 48(1): 93-113.

<https://revistas.esap.edu.co/index.php/admindesarro/article/view/421/460>.

Cuaran, M & Sierra, A. (2019) retos de una política pública ecoambiental con enfoque ODS en Bogotá vs las cláusulas de reversión en servicios de aseo. *Revista Misión*

Jurídica. 12(17): 239-259

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9054676>.

Decreto 1077 (2015) *Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio*. Mayo, 26.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216>.

Decreto 2981 (2013) *Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo*.

Diciembre, 20.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56035>.

Dominguez, L., Blanco, J., Villalba, L. & Zepeda, P. (2020) Aplicación de metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad. *Mundo FESC*, 10(19), 55–66.
<https://doi.org/10.61799/2216-0388.508>.

Hernández, Z., Steven B., Jiménez M. & Andrés, S. (2022) *Caracterización e identificación de conflictos ambientales en la localidad de Usaquén Bogotá D.C.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
<https://repository.udistrital.edu.co/items/1091391b-58b7-4913-9f06-5b2b2a7c5dd8>.

JimContent Plataforma de marketing (s.f) *Planteamiento de la capacidad*
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fsb9f68209c212e8cf.jimcontent.com%2Fdownload%2Fversion%2F1528987411%2Fmodule%2F13072863023%2Fname%2FCAPACIDAD.pdf&psig=AOvVaw3DsQJInl9PNtEM7NP_sXic&ust=1729717068362000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAQQn5wM ahcKEwiYnOeq8KKJAxUAAAAAHQAAAAAQBA.

Julca, R. & Mendoza, S. (2018) *Evaluación de la contaminación del aire generado por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos en el botadero municipal de la ciudad de Moyobamba.* <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/3255>.

López, M., Villagra, A. & Pandolfi, D. (2021) *Optimización de rutas en la recolección de residuos tecnológicos.*
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/4206?show=full>.

Mejia.C (2013); *El concepto de capacidad instalada*.

https://planning.com.co/bd/valor_agregado/Julio2013.pdf.

Moreno, J (2020) *La deuda histórica de la gestión de residuos en el país: Disposición de “basuras” en fuentes hídricas y contaminación ambiental*. Universidad Externado de Colombia. <https://medioambiente.uexternado.edu.co/la-deuda-historica-de-la-gestion-de-residuos-en-el-pais-disposicion-de-basuras-en-fuentes-hidricas-y-contaminacion-ambiental/>.

Imagen de la Planimetría Bogotá de Distrito, (2023) *Sistema de Información para la Gestión y Operación del Servicio Público de Aseo*.

Nohlen, D (2020) El Método Comparativo. Universidad Autónoma de México.

Revista Informativa EOA, 3: 41-57

<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6180/5.pdf>.

Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía (s.f) Rutas de Recolección.

<https://www.osman.es/diccionario/definicion.php?id=13961#:~:text=Definici%C3%B3n%20Rutas%20establecidas%20seguidas%20en,e%20industriales%20y%20otras%20localizaciones.>

Ormeño, W & Palomino J (2022) Efectos del Covid-19 en el manejo de residuos sólidos.

Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 25 (49): 83 – 92.

https://www.researchgate.net/publication/362134716_Efectos_del_Covid-19_en_el_manejo_de_residuos_solidos_Covid-19.

- Orozco, V & Jaramillo, V. (2013) *Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yogurt PUREPAK de 210 g en la maquina NIMCO en una empresa de lácteos, mediante la aplicación de la metodología seis sigma*. Universidad de la Costa.
<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/467/PROYECTO%20DE%20GRADO%20Victoria%20Diago%20Valeria%20Mercado%202013%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Pérez-Domínguez, L. A., Pérez-Blanco, J. J., García-Villalba, L. A., & Gómez-Zepeda, P. I. (2020). Aplicación de metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad. *Mundo FESC*, 10(19): 55–66.
<https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/508>.
- Tchobanoglous, G., & Kreith, F. (2002). *Handbook of Solid Waste Management*. McGraw-Hill.
https://www.academia.edu/114003468/Handbook_of_Solid_Waste_Management.