

Propuesta de estandarización para el cálculo de la estructura tarifaria en la producción de residuos sólidos (ASEO) por los suscriptores comerciales, industriales y oficiales registrados en Empresas Públicas Municipales de Málaga, a partir de la Resolución 720 del 2015.

Diana Carolina Delgado Flórez y Yeimy Lorena Rodríguez Oviedo

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Industrial

Director

Martha Cecilia Durán León

Especialista en Gerencia de la Calidad del Producto y el Servicio

Codirector

Ludwig Stünkel García

Ingeniero industrial, especialista en evaluación y gerencia de proyectos, MBA en negocios

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

En primer lugar, dedicamos este proyecto con admiración a nuestros padres, quienes nos brindaron un apoyo incondicional en cada etapa, con palabras de aliento y por ser nuestra fuente de inspiración constante, inculcándonos los valores del trabajo duro y la perseverancia.

A nuestros hermanos quienes desde la infancia han sido nuestros mejores amigos, nuestros confidentes y fundamentalmente nuestros pilares de apoyo.

Así mismo a nosotras, por la perseverancia, la disciplina y la constancia con la que hemos aprendido y crecido juntas para hacer de este camino una experiencia memorable, permitiendo superar cada obstáculo que se presentó en este arduo camino hacia la culminación de este trabajo de grado.

Agradecimientos

A Dios gracias por darnos la sabiduría, fortaleza y resiliencia para enfrentar los momentos difíciles que se presentaron durante el transcurso de este proceso, y permitimos culminar una etapa más en nuestra vida académica.

Agradecemos a nuestras familias especialmente a nuestros padres y hermanos quienes nos brindaron su amor, apoyo y comprensión a lo largo de este proyecto académico.

Así mismo a la profesora Martha Durán, quien nos brindó su acompañamiento, orientación y paciencia durante el desarrollo de este.

A nuestro tutor, Luis López quien fue nuestro asesor y nos brindó todo su conocimiento para lograr dar cumplimiento al objetivo principal por el cual se inició este proyecto.

Finalmente, a la Universidad Industrial de Santander por habernos brindado a lo largo de la carrera los conocimientos y habilidades necesarias para enfrentar cualquier reto que se nos presente en nuestras vidas tanto a nivel personal como profesional.

Diana Carolina Delgado Flórez

Yeimy Lorena Rodríguez Oviedo

Tabla de Contenido

	Pág
Introducción	19
1. Generalidades del Proyecto.....	23
1.1 Título.....	23
1.2 Modalidad	23
1.3 Razón social	23
1.4 Planteamiento del problema.....	23
2. Objetivos	27
2.1 Objetivo General.....	27
2.2 Objetivos Específicos.....	27
3. Metodología del Diagnostico	29
3.1 Etapa 1	29
3.2 Etapa 2	30
3.3 Etapa 3	30
3.4 Etapa 4	30
3.5 Etapa 5	30
4. Generalidades de la empresa.....	31
4.1 Descripción de la empresa	31
4.1.2 Objeto social de la empresa	32
4.1.3 Misión	32
4.1.4 Visión.....	33
4.1.5 Mapa de procesos.....	33
4.1.6 Estructura organizacional.....	34

4.1.7 Clientes	34
5. Marco Legal	35
5.1 Resolución 720 de 2015.....	35
5.2 Resolución 071 del 2022.....	36
5.3 Resolución CRA 919 del 2020	36
5.4 Resolución 754 del 2014.....	36
5.5 Resolución CRA 151 del 2001	36
5.6 Resolución 943 del 2021.....	37
6. Marco teórico	38
6.1 Histograma.....	38
6.2 Análisis de conglomerados y similitud	38
6.2.1 Tipos de criterios de eslabonamiento.....	39
6.2.2 Dendograma.....	39
6.3 Intervalos de clase.....	39
6.3.1 Cantidad apropiada de intervalos:.....	40
6.3.2 Cálculo del rango de los datos (R).....	40
6.3.3 Amplitud o anchura que tendrá cada intervalo (A).....	40
6.3.4 Construcción de los intervalos	40
6.3.5 Límites de intervalo	41
6.3.6 Marca de Clase (X_i).....	41
6.4 Parámetros de las tarifas y la producción de residuos facturados.....	41
6.4.1 Artículo 39 - Resolución CRA 720 de 2015. Tarifa Final por suscriptor.....	41
7. Diagnostico	43

7.1 Situación actual.....	43
7.2 Diagnostico Benchmarking.....	45
7.2.1 Diagnóstico EMAB S.A. E.S.P.....	45
7.2.2.1 Caracterización a los usuarios.....	46
7.2.2.2 Acompañamiento aforo.....	49
7.2.2 Relleno Sanitario el Carrasco.....	52
7.2.2.1 Entrada al Relleno.....	53
7.2.2.2 ECA (Estación de Clasificación y Aprovechamiento).....	53
7.2.2.3 Planta de Tratamiento de Lixiviados.	54
7.2.2.4 Planta de Compostaje.....	54
7.2.2.5 Alberca de recolección de lixiviados.	55
7.2.2.6 Celdas de disposición final.	55
7.3 Resultados Benchmarking EMAB.....	57
7.4 Diagnostico ruteo de recolección de residuos E.P.M.M.....	57
7.4.1 Ruta de recolección de residuos sólidos – Málaga Santander	57
7.4.2 Zona de influencia para el estudio	61
8. Construcción Metodológica Aforo	62
8.1 Formatos preliminares para aplicación de aforo.....	62
8.1.1 Socialización de la circular por los medios de comunicación	62
8.1.2 Acta aforo.....	63
8.1.3 Formato de aforo.....	63
8.1.4 Instructivo formato de aforo	63
8.1.5 Prueba piloto	64

8.2 Resultados	64
8.2.1 Ajuste formato de aforo	64
8.2.2 Aplicación aforo.....	65
9. Analisis Estadístico Inicial.....	66
9.1 Resultados	66
9.1.1 Tabulación de datos recopilados	66
9.1.1.1 Discriminación de usuarios	66
9.1.1.3 Identificación de patrones y tendencias en los datos	69
10. Análisis Estadístico Descriptivo	76
10.1 Análisis descriptivo.....	76
10.2 Análisis multivariado	77
10.3 Intervalos de clase	79
10.4 Resultados	81
10.4.1 Ajuste al modelo 1	81
11. Propuesta Estructura Tarifaria Para el Componente de Aseo	89
11.1 Ajuste del modelo 1 para cambio a la tarifa en el componente de aseo	89
11.2 Parámetros de la estructura tarifaria	90
11.3 Resultados propuesta estructura tarifaria para el componente de aseo – E.P.M.M.	93
11.3.1 Calculo de los consumos facturables por suscriptor	93
11.3.1.1 Toneladas de residuos de barrido y limpieza por suscriptor (TRBL)	94
11.3.2 Toneladas de residuos de limpieza urbana por suscriptor TRLU.....	94
11.3.4 Toneladas de residuos de rechazo del aprovechamiento por suscriptor TRRA	95
11.3.5 Toneladas de residuos efectivamente aprovechados por suscriptor no aforado TRA.....	96

11.3.6 Toneladas de Residuos No Aprovechables por Tipo de Suscriptor ($TRNA_{u,z}$):.....	97
11.3.7 Balance de producción de residuos del APS (Q_z).....	99
11.4 Cálculo de las tarifas del servicio	100
11.4.1 Tarifas integrales.....	100
11.4.2 Tarifas de Inmuebles Desocupados	103
11.4.3 Tarifas a grandes productores	104
11.4.4 Diferencia de costos de acuerdo con las tarifas	106
11.5 Socialización de los resultados a E.P.M.M.....	108
12. Conclusiones	110
13. Recomendaciones	111
Referencias Bibliografías.....	113

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Cumplimiento de los objetivos	21
Tabla 2 Cantidad de suscriptores registrados en E.P.M.M.	26
Tabla 3 Aspectos generales de E.P.M.M.	32
Tabla 4 Conceptos claves dentro del componente de aseo	37
Tabla 5 Cantidad de suscriptores actuales en E.P.M.M.	44
Tabla 6 Tipos de usuarios para EMAB S.A. E.S.P.	47
Tabla 7 Porcentaje de aporte o subsidio a la tarifa de los suscriptores en EMAB S.A. E.S.P.	48
Tabla 8 Mapeo de las micro rutas	60
Tabla 9 Distribución de los suscriptores	67
Tabla 10 Grandes generadores de residuos	73
Tabla 12 Porcentaje de desechos más emitidos	75
Tabla 13 Partición final del clúster	78
Tabla 14 Datos iniciales regla de Sturges	80
Tabla 15 Intervalos de clase	80
Tabla 16 Ajuste al grupo 1 – Modelo	81
Tabla 17 Grupos ajustados del modelo 1	82
Tabla 18 Grandes productores > 1 Ton/mes residuos	86
Tabla 19 Grupos para el cambio de la tarifa - ASEO	89
Tabla 20 Factores de producción por tipo de suscriptor	90
Tabla 21 Grupos definidos para la tarifa del componente de ASEO	92
Tabla 22 Variables - Toneladas de residuos de barrido y limpieza por suscriptor	94

Tabla 23 Toneladas de residuos de limpieza urbana por suscriptor TRLU	94
Tabla 24 Toneladas de residuos de rechazo del aprovechamiento por suscriptor - TRRA	95
Tabla 25 Toneladas de residuos efectivamente aprovechados por suscriptor no aforado - TRA. 96	
Tabla 26 Toneladas de Residuos No Aprovechables por Tipo de Suscriptor - TRNA	97
Tabla 27 Balance de producción de residuos del APS - Qz	99
Tabla 28 Tarifa integral para usuario no aforado.....	100
Tabla 29 Tarifas a grandes productores	104
Tabla 30 Facturación a los grandes productores.....	106
Tabla 31 Proyección ingresos por propuesta de tarifa	108

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Porcentaje de participación de los suscriptores	25
Figura 2 Mapa de procesos E.P.M.M.	33
Figura 3 Organigrama	34
Figura 4 Porcentaje de participación actual de los suscriptores	44
Figura 5 Instrumento de medición (Báscula).....	50
Figura 6 Tarifas EMAB S.A. E.S.P.	51
Figura 7 Relleno sanitario el Carrasco.....	53
Figura 8 Báscula de pesaje.....	53
Figura 9 Zona de reciclaje.....	54
Figura 10 Tratamiento a lixiviados	54
Figura 11 Plata de compostaje	55
Figura 12 Alberca de lixiviados	55
Figura 13 Celdas de disposición final	56
Figura 14 Evidencia fotográfica de la visita	56
Figura 15 Diagrama de flujo del proceso de recolección	59
Figura 16 Zona de influencia para el estudio.....	61
Figura 17 Evidencia aplicación de aforo	65
Figura 18 Discriminación de usuarios	67
Figura 19 Distribución de los suscriptores.....	68
Figura 20 Participación de los barrios en la generación de residuos	70
Figura 21 Cantidad de residuos de acuerdo con el uso	71

Figura 22 Disparidad del costo de aseo de acuerdo con el uso.....	72
Figura 23 Grandes generadores de residuos	73
Figura 24 Porcentaje de desechos más emitidos.....	75
Figura 25 Histograma - Modelo 1.....	76
Figura 26 Dendograma por similitud de los datos	78
Figura 27 Diagrama de cajas grupos dendograma.....	79
Figura 28 Histograma - Frecuencia de datos grupo 1.1	83
Figura 29 Histograma - Frecuencia de datos grupo 1.2	84
Figura 30 Histograma - Frecuencia de datos grupo 2	85
Figura 31 Histograma - Frecuencia de datos grupo 3.....	85
Figura 32 Histograma - Frecuencia de datos grupo 4.....	86
Figura 33 Grandes productores	87
Figura 34 Porcentaje de participación de los grandes productores.....	88
Figura 35 Tarifa vigente - E.P.M.M.	91
Figura 36 Diagrama de caja y bigotes de los grupos para la tarifa	92
Figura 37 Tarifas antes de subsidios y contribuciones	102
Figura 38 Tarifa a pagar después de contribución y subsidio.....	102
Figura 39 Tarifas de inmuebles desocupados	103
Figura 40 Subsidios y contribuciones a inmuebles desocupados	104
Figura 41 Tarifas a grandes productores con contribuciones	106
Figura 42 Variación en la tarifa actual y la propuesta	107

Lista de Apéndices*

Apéndice A. Base de datos E.P.M.M.

Apéndice B. Usuarios zona industrial

Apéndice C. Documentos de aforo EMAB S.A. E.S.P.

Apéndice D. Circular socialización de aforo

Apéndice E. Certificado Divulgación Circular

Apéndice F. Acta de aforo

Apéndice G. Formato de aforo

Apéndice H. Instructivo de diligenciamiento formato de aforo

Apéndice I. Prueba piloto aforo

Apéndice J. Ajuste formato de aforo

Apéndice K. Base de datos aforo general

Apéndice L. Base de datos no residencial

Apéndice M. Usuarios de tipo residencial con act. Económica

Apéndice N. Aforos plaza de mercado municipal de Málaga

Apéndice Ñ. Dendograma Minitab

Apéndice O. Intervalos de clase - MODELO 1

Apéndice P. Ajuste intervalos de clase - MODELO 1

Apéndice Q. Documento guía de trabajo proyecto general

Apéndice R. Ajuste grupos de usuarios para cambio de tarifa

Apéndice S. Tarifas aseo Málaga 2024 - Sem. I - Calculo tarifa aplicada

* Los apéndices se encuentran en la carpeta de Google Drive adjunta con este documento.

Apéndice T. Resolución CRA 720 de 2015

Apéndice U. Grupos para asignación de tarifa

Apéndice V. Tarifas aseo Málaga 2024 SEM I clasificación propuesta

Glosario

Aforo: pesaje puntual de los residuos sólidos emitidos por cada suscriptor no residencial en el municipio de Málaga.

Aforo ordinario de aseo: es el realizado de oficio por la persona prestadora del servicio público domiciliario de aseo, para incorporar nuevos usuarios o actualizar el aforo correspondiente al período anterior. (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2021)

Aforo extraordinario de aseo: es el realizado por la persona prestadora del servicio público domiciliario de aseo, de oficio o a petición del usuario, cuando alguno de ellos encuentre que ha variado la cantidad de residuos producidos durante la vigencia del aforo ordinario, o dentro de los procedimientos de reclamación y/o recurso. (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2021)

APS: Área de Prestación del Servicio

CRA: Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

Factores de Producción (Fu): factores de producción F1 a F6 corresponden respectivamente a los estratos 1 a 6 de suscriptores residenciales; el factor F7 se refiere a los pequeños productores no residenciales; F8 es el factor para inmuebles o lotes desocupados.

Fórmula tarifaria general para el servicio público de aseo: expresión que permite a las personas prestadoras del servicio público de aseo calcular los costos económicos de la prestación del servicio.

FCS: Factor de Subsidio o Contribución.

Multiusuarios: establecimientos comerciales que comparten un mismo código de matrícula.

Na = número de usuarios con aforo permanente, ordinario o extraordinario.

Nd = número de uredios desocupados en el periodo.

Nu = número de usuarios en el periodo.

PGIRS: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional.

PQRS: Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias.

PTR: Planta de Tratamiento de Residuos.

RS: Residuos Sólidos.

Suscriptores: usuario registrado en la base de datos de Empresas Públicas -municipales de Málaga a quienes se les presta el servicio de Acueducto, alcantarillado y Aseo (AAA).

Tarifa: es el valor que cada usuario de EPMM debe cancelar periódicamente por los servicios que presta la entidad.

TAFNA: toneladas presentadas para la recolección que han sido aforadas

TRBL: toneladas de barrido por suscriptor.

TRLU: toneladas de limpieza de área urbana.

TRR: toneladas de rechazo de la actividad de aprovechamiento.

TRA: toneladas de residuos aprovechables.

Usuarios no residenciales: hace referencia a aquellos suscriptores comerciales, industriales, oficiales y especiales.

Resumen

Título: Propuesta de estandarización para el cálculo de la estructura tarifaria en la producción de residuos sólidos (ASEO) por los suscriptores comerciales, industriales y oficiales registrados en Empresas Públicas Municipales de Málaga, a partir de la Resolución 720 del 2015. *

Autor: Diana Carolina Delgado Flórez y Yeimy Lorena Rodríguez Oviedo ^{2**}

Palabras Clave: CRA, suscriptor, aforo, tarifa.

Descripción: El proyecto de grado se desarrolló en Empresas Públicas Municipales de Málaga - E.P.M.M. en el área comercial, con el propósito de formular una propuesta de tarifa para el componente de aseo con una distribución equitativa del factor de producción de la generación de residuos, para los usuarios no residenciales.

Inicialmente se realizó un diagnóstico del tipo de suscriptor y la facturación actual. Posteriormente se llevó a cabo el proceso de aforo durante los meses de febrero y marzo de 2024, periodo en el cual se logró recolectar datos cuantitativos de dos aforos, proyectados a un promedio mensual de residuos, y mediante técnicas estadísticas se caracterizó y agrupó a los usuarios en cinco grupos heterogéneos; además de la relevancia que aportó la información cualitativa al desarrollo del trabajo, siendo estas las actividades trascendentes que se llevaron a cabo para lograr la oportunidad de mejora.

Con la información estadística se presenta la propuesta de facturación a los grupos definidos y ejecutados con el factor de producción definido a partir de la Resolución CRA 720 de 2015, a fin de contribuir a la solución de dicho problema donde se establecieron los costos por suscriptor, dando como resultado un gran aporte a los ingresos para E.P.M.M., por los grandes suscriptores con 11.1%, equivalente a \$ 19.150.638,86/mes; siendo superior al porcentaje de disminución en el cobro a los residenciales y pequeños productores del -2.8%, a quienes impacta en una disminución de \$ 4.798.295/mes, donde, la diferencia en términos de ganancia es del 8,3%, con un impacto monetario mensual de \$ 14.352.343,62 y proyectados al año un ingreso de \$ 172.228.123,38.

Estos resultados llevan a E.P.M.M., a evaluar la propuesta tarifaria para el componente de aseo ya que aporta a la calidad de mejora continua y se enfoca a la estrategia económica, social y ambiental.

^{**} Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de estudios Industriales y Empresariales. Ingeniería Industrial. Director: Martha Cecilia Durán León. Especialista en la Calidad del Producto y el Servicio. Codirector: Ludwig Stünkel García. Ingeniero industrial, especialista en evaluación y gerencia de proyectos, MBA en negocios.

Abstract

Title: Proposal for standardization of the calculation of the tariff structure in the production of solid waste (ASEO) by commercial, industrial and official subscribers registered with Municipal Public Enterprises of Malaga, as of Resolution 720 of 2015. *

Author(s): Diana Carolina Delgado Flórez and Yeimy Lorena Rodríguez Oviedo^{3**}

Key Words: CRA, subscriber, capacity, fee.

Description: The degree project was developed in Municipal Public Enterprises of Malaga - E.P.M.M. in the commercial area, with the purpose of formulating a tariff proposal for the cleaning component with an equitable distribution of the production factor of waste generation, for non-residential users.

Initially a diagnosis was made of the type of subscriber and current billing. Subsequently, the capacity process was carried out during the months of February and March 2024, period in which it was possible to collect quantitative data of two capacities, projected to an average monthly waste, and through statistical techniques, users were characterized and grouped into five heterogeneous groups; in addition to the relevance of qualitative information to the development of the work, these are the transcendent activities that were carried out to achieve the opportunity for improvement.

With the statistical information, the billing proposal is presented to the groups defined and executed with the production factor defined from Resolution CRA 720 of 2015, in order to contribute to the solution of such problem where costs per subscriber were established, resulting in a large contribution to revenue for E.P.M.M., by large subscribers with 11.1%, equivalent to \$ 19,150,638,86/month; being higher than the percentage of decrease in the collection to residential and small producers of -2.8%, which impacts on a decrease of \$ 4,798,295/month, where, the difference in terms of profit is 8.3%, with a monthly monetary impact of \$ 14,352,343,62 and projected annual income of \$ 172,228,123.38.

These results lead E.P.M.M., to evaluate the tariff proposal for the cleaning component as it contributes to the quality of continuous improvement and focuses on economic, social, and environmental strategy.

^{**}Diana Carolina Delgado Flórez and Yeimy Lorena Rodríguez Oviedo. Faculty of Physicomechanics. School of Industrial and Business Studies. Industrial Engineering. Director: Martha Cecilia Durán León. Specialist in Product and Service Quality. Co-director: Ludwig Stünkel García. Industrial engineer, project evaluation and management specialist, business MBA.

Introducción

En Colombia el panorama de los rellenos sanitarios dispuestos para almacenar los residuos sólidos generados por los usuarios se ha visto afectado debido a las malas prácticas ecológicas y ambientales, generando colapso en la capacidad de estos, pasando la responsabilidad a las empresas que se dedican a la prestación de estos servicios, dejando a un lado la conciencia individual ante la crisis que enfrenta hoy en día el medio ambiente.

Basándonos en lo mencionado previamente y reconociendo su historial, es esencial que EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE MÁLAGA E.P.M.M. como parte de su compromiso con la mejora continúa integrada en su estrategia, y manteniendo su enfoque integral y transversal en todas sus operaciones busque mejorar las acciones relacionadas con el componente de ASEO, como lo fija la norma en la Resolución CRA 720 de 2015.

Conforme a ello el presente proyecto de grado consistió en un plan de mejoramiento para el área de dirección comercial en EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE MÁLAGA E.P.M.M., con el propósito de mejorar la gestión de la información, la caracterización de sus suscriptores comerciales, industriales, oficiales y especiales, y con el objetivo de alcanzar un cobro equitativo dentro de la estructura tarifaria.

Dentro del contenido de este trabajo se evaluaron varios aspectos del proceso tarifario con el propósito de identificar oportunidades de mejora y por medio de aforos se logró establecer estrategias para la realización de una estructura tarifaria justa y equitativa logrando solucionar este problema del área.

Posteriormente se analizaron los datos recolectados, y mediante un análisis descriptivo se agruparon en cinco grupos, los cuales comparten características similares en cuanto a la

cantidad de residuos (kg/mes) que cada una aporta.

En consecuencia, se plantearon una serie de depuraciones y modelamientos ejecutados a partir de la generación de residuos de los usuarios no residenciales para alcanzar los objetivos previstos en cuanto a la propuesta de facturación, que permitieron obtener los resultados esperados; enfocados en la caracterización a los usuarios, de acuerdo con la distribución del factor de producción (Fu), basada en la Resolución CRA 720 de 2015.

Finalmente, se logró una estructura tarifaria para el componente de aseo justa y equitativa para los malagueños.

Cumplimiento de objetivos

Tabla 1

Cumplimiento de los objetivos

Objetivo	Cumplimiento
Definir los parámetros requeridos en función de un diagnóstico externo de una empresa del sector, para caracterizar la asignación tarifaria de recolección de residuos sólidos en los sectores no residenciales registrados en Empresas Públicas Municipales de Málaga.	- Revisión bibliográfica sobre gestión de residuos, tarifas y proyectos similares además de la normatividad vigente. Pág. 36 - Identificación de los métodos más adecuados para la caracterización de los suscriptores y la asignación tarifaria mediante un benchmarking. Pág. 46
Establecer e implementar la estrategia metodológica de recolección de información a partir de una encuesta acorde a la normatividad vigente con el fin de construir la base de datos del sector comercial, industrial, oficial y especial en el municipio de Málaga, Santander.	- Definición de la estrategia de recolección de datos que será a partir de la comunicación y socialización (circular aforo) de la aplicación del formato y acta de aforo. Pág. 63 - Certificación de la comunicación y divulgación a los involucrados sobre el proceso que se llevó a cabo. Pág. 63 - Prueba piloto de la aplicación del instrumento de recolección de información. - Ajuste y aplicación del formato de aforo final al listado de catastro de usuarios y que harán parte del universo del estudio. - Recopilación de datos cuantitativos y cualitativos sobre la producción de residuos por cada usuario aforado. Pág. 65
Realizar el análisis estadístico para identificar patrones y tendencias en la generación de residuos por parte de	- Tabulación y organización los datos recopilados. Pág. 67 - Agrupamiento de los datos obtenidos a partir

diferentes sectores no residenciales con el fin de establecer categorías o grupos de empresas que compartan características similares en cuanto a la producción de residuos.	del instrumento de recolección. Pág. 77 - Representación gráfica de los datos identificando patrones y tendencias en la generación de residuos de los usuarios no residenciales. Pág. 80
Caracterizar a los usuarios a partir de la información recolectada y los datos obtenidos mediante técnicas estadísticas.	- Consideración de variables que aportan al proyecto y lograr el agrupamiento de los usuarios efectivos mediante una técnica estadística confiable que hará parte de la propuesta tarifaria. Pág. 80 - Diseño de un modelo que utilice los datos recopilados para establecer tarifas equitativas y proporcionales. Pág. 81 - Caracterización y clasificación de los suscriptores, teniendo en cuenta los resultados obtenidos y los parámetros de la normatividad aplicada cada uno de ellos. Pág. 90
Proponer un modelo estandarizado de asignación tarifaria para el servicio ASEO de acuerdo con la resolución 720 de 2015, en la generación de residuos sólidos por las actividades comerciales, industriales y oficiales de Málaga.	- Ajuste del modelo existente para la mejora de la problemática abordada para el desarrollo del proyecto. Pág. 91 - Propuesta de estructura tarifaria donde se evidencia la aplicación de la normatividad vigente de acuerdo con los factores que la intervienen. Pág. 93 - Socialización de los resultados a E.P.M.M., proporcionando un contexto claro sobre los análisis efectuados en el ámbito de la clasificación de los suscriptores y la tarifa para el componente de aseo, y mejoras identificadas. Pág. 108

1. Generalidades del Proyecto

1.1 Título

Propuesta de estandarización para el cálculo de la estructura tarifaria en la producción de residuos sólidos (ASEO) por los suscriptores no residenciales registrados en Empresas Públicas Municipales de Málaga, a partir de la resolución 720 del 2015.

1.2 Modalidad

Práctica Empresarial

1.3 Razón social

EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE MÁLAGA E.P.M.M.

1.4 Planteamiento del problema

EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE MÁLAGA E.P.M.M., es una empresa de servicios públicos domiciliarios con 50 años de experiencia prestando los servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo. Basándose en la prestación del servicio con criterios de calidad, mediante procesos de mejoramiento continuo para asegurar el bienestar en toda la cadena del suministro bajo principios de respeto, transparencia y sostenibilidad, la cual mantiene convenios inter - administrativos con trece (13) municipios de la provincia de García Rovira para la disposición final de los residuos generados por cada uno de ellos.

De acuerdo con lo descrito anteriormente y exaltando su trayectoria, es fundamental que EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE MÁLAGA E.P.M.M., en calidad de la mejora continua que está dentro de su proceso estratégico, y continuando con la parte integral y transversal en cada una de sus operaciones, logre optimizar las acciones dentro del

componente de ASEO, para lograr un cobro justo dentro de la estructura tarifaria.

Con base al informe de seguimiento PQRS, emitido en el primer semestre del año 2023 se observaron 34 reclamos para el componente de aseo (EPMM, 2023); en vista de que persiste una gran dificultad con la disposición final de los residuos sólidos, para lograr un sistema justo en la estructura tarifaria que refleje de manera precisa la cantidad y tipo de residuos generados por los diferentes actores comerciales presentes en la región, y de esta manera buscar mitigar lo que hoy en día es un problema crítico para el municipio. (EPMM, 2023)

Considerando lo anterior, se planteó una propuesta de estructura tarifaria para el componente de ASEO, dirigido desde el área de dirección empresarial donde se evaluó y definió su impacto en la comunidad (sector industrial, comercial, especial y oficial), ya que actualmente está ampliando la brecha de equidad en el municipio aplicando un sistema de tarifas uniforme, sin considerar las diferencias en la producción de residuos entre los diversos sectores económicos y tamaños de negocios.

Esta falta de proporcionalidad en las tarifas no solo resulta en cargas financieras injustas para ciertos negocios, sino que también la desajustada aplicación de los ingresos proporcionados para el porcentaje de inversión, además, la inconformidad en la adopción de buenas prácticas más sostenibles en la gestión de los residuos, teniendo en cuenta la estructura con la totalidad de los usuarios de acuerdo con la base de datos de la empresa E.P.M.M.

De acuerdo con la normatividad vigente en la Resolución 720 de 2015 que “establece el régimen de regulación tarifaria al cual deben someterse los usuarios antes las empresas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de más de 5.000 suscriptores en áreas urbanas” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2023), y donde

establece la estructura tarifaria del servicio público de aseo, y las pautas para la disposición adecuada de residuos.

El universo del proyecto se basó inicialmente según los siguientes datos suministrada por Empresas Públicas Municipales de Málaga Santander E.P.M.M., en el año 2023 correspondió a 607. De acuerdo con la tabla 2, los suscriptores hicieron parte del estudio realizado, de las cuales 554 pertenecen al sector comercial (91,27%), 44 al sector oficial (7,25%) y finalmente con un porcentaje de participación más bajo se encuentran los sectores, especial e industrial con 0,49 y 0,99% respectivamente. Sin embargo, se constata la cantidad de usuarios clasificados según su uso.

Figura 1

Porcentaje de participación de los suscriptores

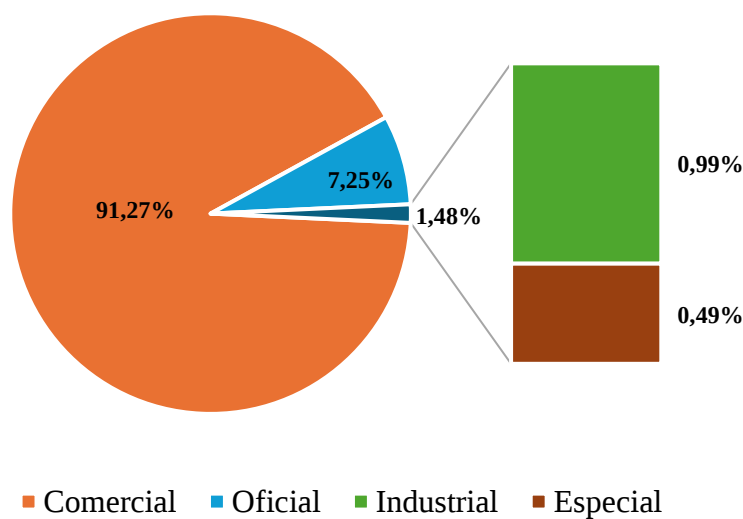


Tabla 2*Cantidad de suscriptores registrados en E.P.M.M.*

Tipo de suscriptor	Cant. de suscriptores registrados en E.P.M.M.
Comercial	554
Oficial	44
Industrial	6
Especial	3
Total	607

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Desarrollar una propuesta del sistema tarifario estandarizado para el servicio de aseo a partir de los residuos sólidos generados por el sector comercial, industrial, oficial y especial registrados en Empresas Públicas Municipales en la ciudad de Málaga.

2.2 Objetivos Específicos

Definir los parámetros requeridos en función de un diagnóstico externo de una empresa del sector, para caracterizar la asignación tarifaria de recolección de residuos sólidos en los sectores no residenciales registrados en Empresas Públicas Municipales de Málaga.

Establecer e implementar la estrategia metodológica de recolección de información a partir de una encuesta acorde a la normatividad vigente con el fin de construir la base de datos del sector comercial, industrial, oficial y especial en el municipio de Málaga, Santander.

Realizar el análisis estadístico para identificar patrones y tendencias en la generación de residuos por parte de diferentes sectores no residenciales con el fin de establecer categorías o grupos de empresas que compartan características similares en cuanto a la producción de residuos.

Caracterizar a los usuarios a partir de la información recolectada y los datos obtenidos mediante técnicas estadísticas.

Proponer un modelo estandarizado de asignación tarifaria para el servicio ASEO de acuerdo con la resolución CRA 720 de 2015, en la generación de residuos sólidos por las actividades comerciales, industriales y oficiales de Málaga.

Este conjunto de objetivos busca abordar de manera integral la necesidad de E.P.M.M., de establecer un modelo de propuesta tarifaria más justo y acorde a la realidad de cada actividad

comercial, a través de la recopilación, caracterización y análisis de datos para la creación de un modelo de asignación equitativa en una triple A (alcantarillado, aseo y acueducto), es decir, una empresa de servicios públicos que brindan los tres servicios esenciales para la vida humana: agua potable, recolección de aguas residuales y recolección de residuos sólidos.

3. Metodología del Diagnostico

Durante la fase de diagnóstico inicial del proyecto de grado, se realizó una revisión bibliográfica de las normativas que regulan y guían el comportamiento sobre gestión de residuos sólidos, en el Artículo 4 de la Resolución CRA 720 de 2015 y la actualización de costos de acuerdo al Artículo 39, 40 y 42 de la misma resolución, para la actualización de la tarifa del servicio público domiciliario de aseo realizando los cálculos con el promedio mensual de kilómetros de barrido y limpieza, así mismo de toneladas de residuos (Ton/mes), caudal de lixiviados (m3/mes) y número de suscriptores (suscriptores/mes); así como también, la Resolución CRA 962 del 2022 para el factor de actualización de costos en cuanto a la disposición final en el servicio público de aseo (Empresa Públicas Municipales de Málaga , 2022), con el objetivo de abordar la mejora dentro de la dirección empresarial para el cobro de la tarifa del componente de aseo a los usuarios que tuvieron participación dentro del estudio real. *(Figura 1)*.

El propósito de este proyecto de grado fue alcanzar cada uno de los objetivos específicos previamente definidos, iniciando con la evaluación interna de la situación actual de la empresa en todas las operaciones vinculadas al área de dirección empresarial, con un enfoque definido en la identificación de elementos que permitan optimizar los costos asociados al componente de aseo dentro de la estructura tarifaria.

Con el fin de alcanzar este objetivo, se llevó a cabo una serie de actividades dentro del marco metodológico que se detallan a continuación:

3.1 Etapa 1

Programación de reuniones con las personas responsables del área de dirección empresarial y el asesor tarifario de EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE MÁLAGA E.P.M.M., con el propósito de conocer cómo se lleva a cabo el plan de acción en cuanto a la

clasificación de los suscriptores, los cálculos para el cobro del componente de aseo, la recolección, el barrido y cada uno de los factores que lo conforman, así como también la disponibilidad de recursos y herramientas necesarias para la toma de datos logrando un resultado favorable.

3.2 Etapa 2

Revisión detallada de la base de datos suministrada por EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE MÁLAGA E.P.M.M., así como normativas vigentes que regulan y guían el comportamiento sobre la gestión de residuos sólidos y de esta manera comprender a profundidad los procedimientos que se llevan a cabo dentro del proceso de aforo y la tarifa.

3.3 Etapa 3

Estudio de un Benchmarking con el fin de profundizar sobre el proceso que se lleva a cabo en Empresa de Aseo de Bucaramanga (EMAB S.A. E.S.P.), ubicada en el área metropolitana de Bucaramanga, comprendiendo, analizando y adoptando algunas acciones que favorecen al desarrollo del proyecto, desde la recolección de los residuos en la fuente hasta su disposición final.

3.4 Etapa 4

Reestructuración de los formatos de aforo para los suscriptores no residenciales del área urbana del municipio de Málaga, y su respectiva aplicación, recolección y análisis de los datos necesarios para la caracterización y clasificación de estos.

3.5 Etapa 5

Presentación de los hallazgos con el objetivo de proporcionar un contexto claro sobre los análisis efectuados en el ámbito de la clasificación a los suscriptores y la nueva tarifa para el

componente de aseo, como mejora identificada.

4. Generalidades de la empresa

4.1 Descripción de la empresa

EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE MÁLAGA E.P.M.M., es una empresa oficial (triple A) de orden municipal, en adelante E.P.M.M., prestadora de servicios públicos domiciliario de acueducto, alcantarillado, barrido de calles, recolección y disposición final de desechos y residuos sólidos, está comprometida en asegurar la ampliación constante del servicio para diversificar sus operaciones en beneficio de sus grupos de interés y de igual manera utilizar los sistemas financieros y contables para fortalecer su supervivencia y desarrollo funcional.

La empresa comenzó operaciones en el año de 1968 como una empresa oficial denominado “ACUASUR” y, que actualmente mantiene convenios inter - administrativos con trece (13) municipios de la provincia de García Rovira para la disposición final de los residuos generados por cada uno de ellos: Capitanejo, Carcasí, Guaca, Cerrito, Concepción, Enciso, Molagavita, San Andrés, San José de Miranda, San Miguel, Macaravita, Santa Barbara y su central en Málaga Santander.

Cuenta con vehículo compactador y una volqueta que se desplazan por las diferentes rutas de recolección de los residuos, especialmente en la zona urbana y algunos sectores semi - urbanos del municipio. Dentro de su talento humano cuenta con veinticinco (25) personas en nómina y dos (2) empleados indirectos.

Su misión institucional se basa en la prestación del servicio con criterios de calidad, mediante procesos de mejoramiento continuo para generar bienestar en toda la cadena del

servicio bajo principios de respeto, transparencia y sostenibilidad.

Tabla 3

Aspectos generales de E.P.M.M.

NIT	890205049 - 0
ID	1001
Tipo de Sociedad	Empresa de Servicios Públicos
Razón Social	EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE MÁLAGA
Sigla	E.P.M.M.
Fecha de constitución	Año 1968
Servicios prestados	Acueducto, Alcantarillado y Aseo
Actividades del servicio de aseo	Málaga, Santander: recolección y transporte de residuos no aprovechables, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, corte de césped y poda en árboles en vías y áreas públicas, lavado de áreas públicas y disposición final.
Áreas de prestación de la actividad de disposición final	Capitanejo, Carcasí, Guaca, Cerrito, Concepción, Enciso, Molagavita, San Andrés, San José de Miranda, San Miguel, Macaravita y su central en Málaga Santander. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2019)

4.1.2 Objeto social de la empresa

Prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo en el área urbana del municipio de Málaga – Santander.

4.1.3 Misión

Somos la empresa líder en la prestación de servicios de acueducto, alcantarillado y aseo

generando bienestar a nuestros usuarios con respeto, compromiso, transparencia y sostenibilidad.

4.1.4 Visión

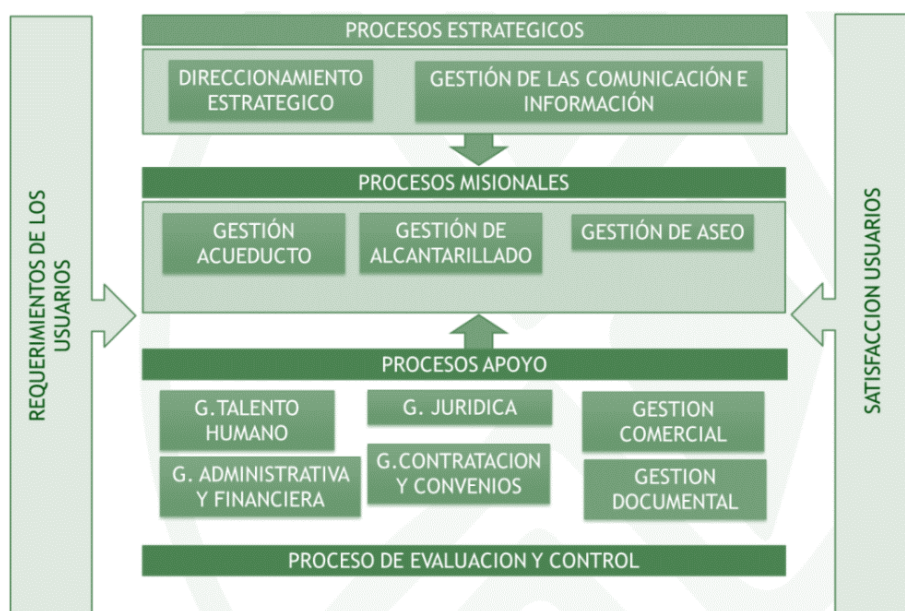
Para el año 2028 seremos una empresa regional líder en la presentación de servicios de acueducto, aseo y alcantarillado, reconocida por la calidad en la gestión, la operación de esquemas sostenibles, buscando satisfacer las necesidades de nuestros usuarios y grupos de interés.

4.1.5 Mapa de procesos

Los procesos estratégicos en E.P.M.M., están conformados principalmente por el direccionamiento estratégico quienes toman las decisiones pertinentes en pro de mejorar los servicios; y así mismo gestionar la divulgación de la información para dar respuesta a los requerimientos de los usuarios y de esta manera lograr una satisfacción al cliente con enfoque de calidad.

Figura 2

Mapa de procesos E.P.M.M.



4.1.6 Estructura organizacional

La estructura interna de la empresa está definida por áreas y cargos específicos, encabezado por la junta directiva, el gerente general junto con el control interno. Seguidamente en la cadena de mandos se encuentra la secretaria general, coordinando la división del área operativa, administrativa, financiera, Comercial y de tarifaria.

La siguiente figura facilita la comprensión de la estructura y división de las áreas.

Figura 3

Organigrama



4.1.7 Clientes

E.P.M.M, cuenta con 6.885 usuarios apéndice A, a quienes presta su servicio de acueducto, alcantarillado y aseo dentro del municipio de Málaga, Santander, siendo los no residenciales el objeto del estudio debido a la necesidad del cambio de la estructura tarifaria para

el componente de aseo, y lograr un cobro equitativo con la cantidad de residuos que emiten de acuerdo con su actividad económica.

5. Marco Legal

El presente marco se basa en una serie de regulaciones y resoluciones fundamentales que delimitan los parámetros y las directrices para la prestación del servicio público de aseo en Colombia. Estas regulaciones y factores son vitales para la comprensión y el desarrollo de la propuesta de estructura tarifaria para el cálculo del componente de aseo en gestión de residuos sólidos.

La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA, es una unidad administrativa especial, con independencia administrativa, técnica y patrimonial, adscrita al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, cuya facultad es la de regular los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, mediante la expedición de normas de carácter general o particular, para someter la conducta de las personas que prestan los mencionados servicios a las reglas, principios y deberes establecidos en la ley y los reglamentos. (COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO, 2001)

5.1 Resolución 720 de 2015

Por la cual se establece el régimen de regulación tarifaria al que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de más de 5.000 suscriptores en áreas urbanas, la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones. (COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO, 2015). De acuerdo con lo establecido en el Artículo 4 de la presente y la actualización de costos de acuerdo con el Artículo 36 y 37 de la

misma resolución, para la actualización de la tarifa del servicio público domiciliario de aseo.

5.2 Resolución 071 del 2022

La cual actualiza la tarifa del servicio público domiciliario de aseo para el segundo semestre del 2022, según el cálculo realizado con el promedio mensual de kilómetros de barrido y limpieza, tonelada de residuos (Ton/mes), caudal de lixiviados (m³/mes) y número de suscriptores (suscriptor/mes) del semestre inmediatamente anterior (enero a junio del 2022). (EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE MÁLAGA E.P.M.M., 2022)

5.3 Resolución CRA 919 del 2020

Por la cual se adoptan medidas regulatorias para los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo con ocasión de la Emergencia Económica, Social y Ecológica declarada por el Gobierno nacional a causa del COVID-19. (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2020)

5.4 Resolución 754 del 2014

Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS. (SECRETARÍA JURÍDICA DISTRITAL, 2014)

5.5 Resolución CRA 151 del 2001

Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo. Dentro de estos requisitos, se encuentran las disposiciones sobre el metraje mínimo de los establecimientos para uso comercial y residencial. (COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO, 2001)

5.6 Resolución 943 del 2021

Por la cual se compila la regulación general de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado, y aseo y se derogan unas disposiciones. (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2021)

Parte 7: realización de aforos de residuos sólidos a los usuarios grandes productores. A continuación, se presentan algunos conceptos generales y específicos que se utilizaron para ordenar el desarrollo del proyecto:

Tabla 4

Conceptos claves dentro del componente de aseo

Concepto	Definición
CRA	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.
Aforo de residuos sólidos	Determinación puntual de la cantidad de residuos sólidos presentados para la recolección por un usuario determinado.
Cargo fijo	Es el valor unitario por suscriptor o usuario, que refleja los costos económicos involucrados en garantizar la disponibilidad permanente del servicio, independientemente del nivel de uso.
Cargo por unidad de consumo	Es el valor unitario por metro cúbico que refleja siempre tanto el nivel y la estructura de los costos económicos, como la demanda por el servicio.
Componente Domiciliario del Servicio Ordinario	Es la parte del servicio ordinario de aseo conformada por las actividades de recolección, transporte, transferencia y disposición final de residuos sólidos
Componente de Barrido y Limpieza del Servicio	Es el conjunto de actividades que componen el servicio ordinario de aseo, asociado con las actividades de barrido

Ordinario	y limpieza de áreas públicas, con el objeto de dejarlas libres de todo residuo sólido diseminado o acumulado.
Componente de tratamiento y disposición final	Es el conjunto de actividades relacionadas con el tratamiento y la disposición final de residuos sólidos, que forma parte del servicio integral de aseo. (COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO, 2001)

6. Marco teórico

6.1 Histograma

Un histograma es un gráfico estadístico que representa la distribución de un conjunto de datos continuo a través de barras trazadas, cada una de las cuales representa una categoría o intervalo de clase particular. La altura de la barra refleja la frecuencia o el recuento de puntos de datos dentro de cada grupo. En esencia, los histogramas revelan patrones, tendencias y conocimientos ocultos dentro de datos sin procesar y desordenados, exhibiendo una imagen organizada que hace que la interpretación y el análisis sean mucho más manejables y efectivos. (Jaspersoft, 2024)

6.2 Análisis de conglomerados y similitud

El análisis de conglomerados es una técnica estructural que tiene por objeto resumir información, es decir, todas las variables son consideradas como independientes y en su mayoría deben estar medidas en una escala de intervalo o de razón. Este método se utiliza básicamente para la segmentación mercados en donde lo que se busca es formar grupos de objetos o personas lo más homogéneos posible, al comparar los elementos que conforman un grupo, y lo más heterogéneo, al comparar un elemento de un grupo con otro.

6.2.1 *Tipos de criterios de eslabonamiento*

Un eslabonamiento consiste en volver a establecer el grado de parecido de un nuevo grupo con el resto de los elementos que no habían sido agrupados y existen básicamente tres formas o criterios para medir ese grado de parecido, el criterio utilizado fue el eslabonamiento promedio.

Eslabonamiento promedio: este criterio asume que al unirse dos elementos y formar un grupo, las características de ellos con respecto a un tercero estarán dadas por el promedio de las que originalmente poseían.

6.2.2 *Dendrograma*

El dendrograma es una representación gráfica de los grupos o conglomerados formados en un análisis de agrupamiento, donde en el eje horizontal se muestran los elementos agrupados y en el eje vertical se presentan las medidas de distancia o similitud entre ellos. Los rectángulos en el dendrograma unen los elementos agrupados, y su altura indica el grado de distancia a la que se unieron. Es esencial que las líneas que indican los agrupamientos no se crucen. A medida que la altura de la unión de elementos aumenta, la diferencia entre ellos también aumenta, indicando menor similitud. El dendrograma permite determinar aproximadamente cuántos grupos se formaron y sugiere que, si todos los elementos se dejan en un solo grupo, se pierden las características distintivas, mientras que, si se eligen dos grupos, los elementos pueden ser muy diferentes entre sí. (Vertti, 2019)

6.3 Intervalos de clase

Un intervalo clase es un rango de valores en el que se agrupan los datos. Es decir, se divide el conjunto de datos en pequeños grupos o clases, para poder analizarlos de manera más precisa y clara. (CFN, 2024)

La regla de Sturges es una regla muy utilizada en la estadística descriptiva con la cual se determina el número de clases o intervalos idóneo en los que se debe dividir un conjunto de datos que representan la muestra de una población.

6.3.1 Cantidad apropiada de intervalos:

Se utilizó la Regla de Sturges, cuya fórmula es la siguiente:

$$K = 1 + 3.3 \log n$$

Donde:

K = Cantidad de intervalos, redondeando al número superior o inferior dependiendo el caso.

n = Número de datos de la muestra.

Log = logaritmo en base 10.

6.3.2 Cálculo del rango de los datos (R)

Se obtiene de la diferencia entre el dato mayor y el dato menor.

R = Dato mayor menos dato menor

6.3.3 Amplitud o anchura que tendrá cada intervalo (A)

Se divide el rango por el número de intervalos regularmente.

$$A = \frac{R}{K}$$

6.3.4 Construcción de los intervalos

Los intervalos de clase son conjuntos numéricos y deben ser excluyentes y exhaustivos; lo cual se logra construyendo intervalos cerrados por la izquierda y abiertos por la derecha.

Se da inicio con el dato menor, el cual será el extremo inferior del intervalo; el otro extremo se obtiene de la suma del dato menor y la amplitud, con este mismo valor iniciamos el segundo intervalo, del cual el segundo extremo se encuentra sumando al valor anterior la

amplitud y este proceso se repite sistemáticamente hasta completar el total de los intervalos indicado por la regla de Sturges, anteriormente definida.

6.3.5 Límites de intervalo

Los intervalos de clase deben estar definidos por límites que nos permitan identificar completamente si un conjunto de datos pertenece a uno u otro intervalo de tiempo.

Límite inferior (Li): Es el valor menor de cada intervalo.

Límite superior (Ls): Es el número mayor de cada intervalo.

6.3.6 Marca de Clase (Xi)

Hace referencia al punto medio del intervalo y representa a todo el intervalo y una de las maneras de calcularla es promediando los valores límite de cada intervalo, haciendo uso de la siguiente formula:

$$Xi = \frac{Li + Ls}{2}$$

- Frecuencia absoluta (*fi*): son los datos que están inmerso dentro del rango entre el Li y Ls
- Frecuencia acumulada (*FI*): es la cantidad acumulada de los datos hasta completar n.

6.4 Parámetros de las tarifas y la producción de residuos facturados

6.4.1 Artículo 39 - Resolución CRA 720 de 2015. Tarifa Final por suscriptor. Para efecto de calcular la tarifa mensual final al suscriptor, los prestadores de recolección y transporte de residuos no aprovechables aplicarán la siguiente fórmula:

- Si el usuario no tiene aforo:

$$TFS_{u,z} = (CFT + CVNA * (\overline{TRBL} + \overline{TRLU} + TRNA_{u,z} + \overline{TRRA}) + (VBA * \overline{TRA})) * (1 \pm FCS_u)$$

- Si el usuario tiene aforo:

$$TFS_{i,z} = (CFT + CVNA * (\overline{TRBL} + \overline{TRLU} + TRNA_{i,z} + \overline{TRRA}) + (VBA * \overline{TAF_{i,k}})) * (1 \pm FCS_u)$$

TFS_{u, z}: Tarifa Final por suscriptor tipo u, en el APS z, de la persona prestadora (\$/suscriptor-mes).

TFS_{i, z}: Tarifa Final por suscriptor aforado i, en el APS z, de la persona prestadora (\$/suscriptor-mes).

CFT: Costo Fijo Total definido en el Art. 11 de la presente resolución. (\$/suscriptor-mes).

CVNA: Costo Variable por tonelada de residuos no aprovechables definido en el Art. 12 de la presente resolución (\$/ton).

VBA: Valor Base de Aprovechamiento por tonelada de residuos aprovechables definida en el Art. 34.

TAF_{Ai, k}: Toneladas de Residuos Aprovechables aforadas por suscriptor i en la ECA k, (ton/suscriptor- mes).

TRBL: Toneladas de Barrido y Limpieza por suscriptor definidas en el Art. 40 de la presente resolución (ton/suscriptor- mes).

TRLU: Toneladas de Limpieza Urbana por suscriptor definidas en el ARTÍCULO 40 de la presente resolución (ton/suscriptor- mes).

TRRA: Toneladas de Rechazo del Aprovechamiento por suscriptor definidas en el Art. 40 de la presente resolución (ton/suscriptor- mes).

TRA: Toneladas Efectivamente Aprovechadas no aforadas por suscriptor definidas en el Art. 40 de la presente resolución (ton/suscriptor- mes).

TRNA_{u, z}: Toneladas de Residuos No Aprovechables por suscriptor u en el APS z, de la persona prestadora, de acuerdo con lo establecido en el Art. 41 de la presente resolución (ton/suscriptor-mes).

TAFNA_{i, z}: Toneladas de Residuos No Aprovechables aforadas por suscriptor i en el APS z de la

persona prestadora (ton/suscriptor- mes).

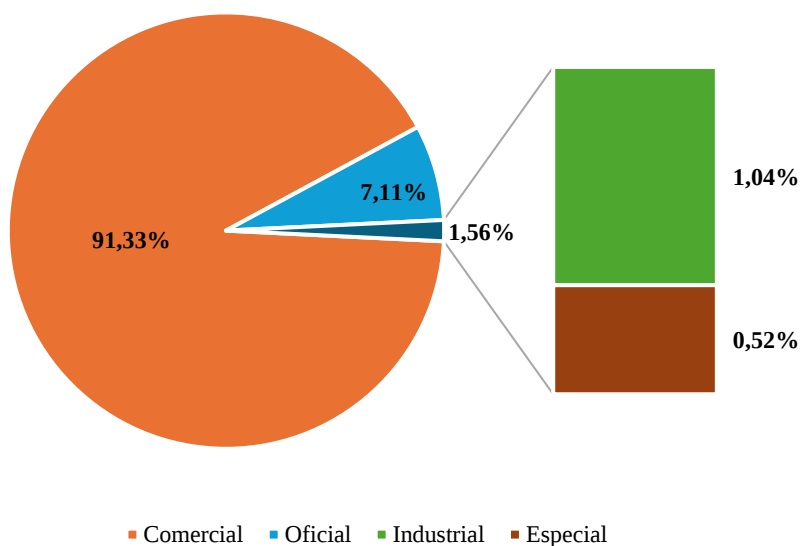
FCS_u: Factor de contribución o subsidio correspondiente a cada suscriptor, aplicable para el servicio público de aseo, determinado por estrato o tipo de uso de acuerdo con la normatividad aplicable, subsidio con signo negativo y contribución con signo positivo.

k: Número de Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento –ECA- en el municipio donde $k = \{1, 2, 3, 4, \dots, m\}$.

7. Diagnostico

7.1 Situación actual

Esta solución abordada por las estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander quienes tuvieron la intención de generar un impacto positivo en la comunidad, lograron no solo la distribución más justa de los costos de disposición de residuos, sino también actualizar la base de datos de los usuarios no residenciales que son beneficiados por el servicio que presta E.P.M.M., donde se promovió la buena administración y prácticas más responsables en la generación y manejo de residuos por parte de las empresas.

Figura 4*Porcentaje de participación actual de los suscriptores***Tabla 5***Cantidad de suscriptores actuales en E.P.M.M.*

Tipo de suscriptor	Cant. de suscriptores registrado en E.P.M.M.
Comercial	527
Oficial	41
Industrial	6
Especial	3
Total	577

Durante el trabajo de campo se logró evidenciar un ajuste en la cantidad de usuarios categorizados según su uso, apéndice L, teniendo en cuenta que algunos usuarios fueron unificados a un solo código de matrícula, debido la administración interna que cada uno maneja en el desarrollo de sus actividades, siendo la plaza de mercado (PM), el pabellón de Carnes (PC), y el Colegio Oficial Nuestra Señora del Rosario (CR), y de acuerdo al aforo extraordinario se

identificó a la Zona industrial (ZI) como un nuevo suscriptor generando más de una (1) tonelada mensual de residuos sólidos, evidenciados en el apéndice B.

La mayor participación la sigue teniendo el sector comercial con un (91,33%), seguidamente el sector oficial con un (7,11%) de los cuales 9 usuarios entran a ser parte de los grandes productores, y finalmente el sector Especial e Industrial con un 0,52 y 1,04% respectivamente.

7.2 Diagnostico Benchmarking

Se realizó un benchmarking en el área metropolitana de Bucaramanga con Empresa de Aseo de Bucaramanga (EMAB S.A. E.S.P.), con el fin de conocer como está estructurada a nivel operativo, así como también, el manejo de datos, la normativa empleada y finalmente, los factores que intervienen en la estructura tarifaria para el componente de aseo, desde el proceso de recolección de residuos sólidos en la fuente, hasta la disposición final, lo cual permitió conocer y documentar las acciones que brindaron apoyo significativo al desarrollo de una propuesta de estructura tarifaria justa y óptima para la caracterización a los suscriptores de E.P.M.M.

7.2.1 Diagnóstico EMAB S.A. E.S.P.

El primer acercamiento que se tuvo por parte de las estudiantes de ingeniería industrial fue una visita a las instalaciones de EMAB S.A. E.S.P., donde se llevó a cabo una entrevista con el área comercial atendida por la señora Zoila Gómez, quien proporcionó información de gran importancia acerca de las características que determinan la tarifa del costo para el componente de aseo, así mismo se realizó una salida técnica para ser parte del proceso de aforo a los suscriptores en sector Real de minas, junto con el aforador Jairo Hernández Salamanca, teniendo en cuenta cada factor dentro de la metodología explicita en el desarrollo de cada procedimiento.

Generalidades. La Empresa de Aseo de Bucaramanga EMAB S.A. E.S.P., surge del proceso de ruptura societaria de las Empresas Públicas de Bucaramanga, su vida jurídica se materializa mediante Escritura Pública N.º. 3408 de 1998, como sociedad por acciones, de economía mixta del orden municipal, regida por la Ley 142 de 1994 y vigilada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

De esta manera se constituyó como tal la Empresa de Aseo de Bucaramanga EMAB S.A. E.S.P.; cuyo objeto social es la prestación integral y regulación del servicio público domiciliario de aseo en la ciudad de Bucaramanga y la realización de actividades complementarias a dicho servicio, en el marco del cumplimiento de la Ley 142 de 1994.

En la actualidad la Empresa de Aseo de Bucaramanga EMAB S.A. E.S.P., en adelante EMAB S.A. E.S.P., su principal objetivo es prestar de manera eficaz, eficiente y efectiva el servicio público domiciliario de aseo (barrido, recolección y transporte, disposición final y tratamiento de residuos sólidos) minimizando el impacto ambiental y afectación a la comunidad. (Empresa de Aseo de Bucaramanga EMAB S.A. E.S.P, 2023)

Para comprender adecuadamente el componente de aseo es esencial contextualizar los procesos llevados a cabo por la misma, y las oportunidades destacadas y que son particulares de cada proceso para la propuesta de la estructura tarifaria dentro del componente de aseo.

7.2.2.1 Caracterización a los usuarios.

EMAB S.A. E.S.P tiene caracterizados a sus usuarios por usos y estratos, definidos a continuación:

Tabla 6*Tipos de usuarios para EMAB S.A. E.S.P*

Caracterización	Tipo	Definición
Uso 1	Residencial	De acuerdo con el concepto emitido por la CRA, el usuario residencial es todo aquel que no realice actividades comerciales, industriales y/u oficiales, que se encuentre en locales que ocupen menos de veinte (20) m² y generen menos de un (1) m³ de residuos sólidos. (Prensa jurídica , 2021) En consecuencia, si la vivienda inicialmente está designada para uso residencial y se inicia cualquier actividad comercial, industrial u oficial, se clasificará como un usuario no residencial. En este caso, la tarifa por el servicio público de aseo será establecida por el proveedor según las metodologías emitidas por la Comisión de Regulación, considerando tanto el uso del terreno como el factor de subsidio o contribución determinado por la entidad territorial.
Uso 2	Comercial: (gran productor y pequeño productor)	Cualquier tienda minorista o mayorista, oficina, establecimiento de servicio de alimentos, hotelería, servicios públicos, almacenes y otras actividades de fabricación, industriales o de procesamiento, con o sin fines de lucro, e instituciones tales como sociales, caritativas, educativas, de salud. atención, servicios profesionales y gubernamentales. (Law Insider , 2023)
Uso 3	Industrial:	El propio concepto de industria implica siempre un proceso productivo, que empleará una cantidad determinada de trabajo y capital, y que estará basado

		(gran productor y en la transformación de las materias primas. (Ferrari, pequeño productor) 2020)
Uso 4	Oficial	El sector público representa a la propiedad colectiva o pública, en contraposición del sector privado (propiedad individual de personas o empresas). Está representado por el Estado a través de las instituciones, organizaciones y empresas con parte o la totalidad de su capital de origen estatal. (Roldán, 2018)

EMAB S.A. E.S.P., tiene también una clasificación a los usuarios de acuerdo con su estrato residencial y así mismo definen el porcentaje de aporte o subsidio para el servicio público de aseo según sea el caso:

Tabla 7

Porcentaje de aporte o subsidio a la tarifa de los suscriptores en EMAB S.A. E.S.P.

Tipo	Clasificación	% Aporte	% Subsidio
Residencial	Estrato 1		70 %
	Estrato 2		40 %
	Estrato 3		15 %
	Estrato 4	N/A	N/A
	Estrato 5	50 %	
	Estrato 6	60 %	
Comercial		50 %	
Industrial		30 %	
Oficial		N/A	N/A

EMAB S.A. E.S.P., toma como referencia la parte 7 para aforos donde se especifica la metodología y realización de aforos de residuos sólidos a grandes productores.

7.2.2.2 Acompañamiento aforo.

Este proceso involucró al conjunto residencial Samanes sector V y VI, en la AV. Los Búcaros # 3 – 05 de la ciudadela Real de Minas, teniendo en cuenta los siguientes requisitos durante el aforo, apéndice C:

7.2.2.2.1 Documento de inicio de proceso de aforo ordinario multiusuario. Donde su principal objetivo es dar a conocer al usuario la fecha indicada en que se inicia a realizar aforo ordinario o extraordinario (según sea el caso), como aforador debe hacer su debida identificación para llevar a cabo la actividad y bajo la supervisión de un testigo que corrobore el proceso y firme el presente documento, para este caso en particular se realizó un aforo ordinario.

7.2.2.2.2. Factura del servicio. Donde se evidencia el cobro con el componente de aseo y sea un soporte valido para el proceso.

7.2.2.2.3 Acta de aforo. Documento donde firman las partes interesadas para convenir y llevar a cabo el proceso de aforo y toma de datos.

7.2.2.2.4 Formato de Aforo. Formato donde se coloca los datos del usuario y tabla de diligencia para la toma de datos respectivamente, para llevar el seguimiento y finalmente calcular el promedio.

7.2.2.2.5 Báscula. Instrumento importante para la toma de datos que permite determinar con precisión el peso de cada bolsa o caneca en la que este depositado los residuos sólidos, esto facilita el control de los kilogramos de residuos generados y garantizar el cobro de una tarifa justa.

Figura 5*Instrumento de medición (Báscula)*

Esta empresa de aseo de Bucaramanga cuenta con más de 168,000 usuarios y presta su servicio en el municipio de Bucaramanga. La caracterización de los usuarios es diversa y depende de factores como la ubicación geográfica y el tipo de residencia. La empresa se enfrenta a la competencia de otras compañías como Metro limpia, Limpieza Urbana, Ciudad limpia, lo que genera un entorno de libre competencia en el sector del aseo.

En cuanto a la determinación de tarifas, se menciona que esta se realiza en función de promedios semestrales, y que existen múltiples factores que influyen en el costo, como la cantidad de residuos recolectados, los gastos operativos y la actividad de los vehículos. Sin embargo, esta información tiene datos sensibles que no pueden ser publicados o revisados por personas ajenas a su junta directiva y funcionarios del área encargada, teniendo en cuenta esto se realizó una revisión de las tarifas cargadas en su página y que muestran “los costos por cada componente del servicio público domiciliario de aseo actualizados a febrero del año 2024, al igual que los niveles de subsidios y contribuciones solidarias vigente dando cumplimiento a la

ley 142 de 1994 y Art. 5.1.2.4. de la RESOLUCION 151 de 2001 (modificado por la resolución CRA 403 de 2066). El costo para el componente de aseo será actualizados acorde a las variables de los índices según lo estipulado en la resolución CRA 720 de 2015”. (Empresa de Aseo de Bucaramanga EMAB S.A. E.S.P, 2023)

Figura 6

Tarifas EMAB S.A. E.S.P.



EMAB
 EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA

La Empresa de Aseo de Bucaramanga EMAB S.A. E.S.P. presenta a todos sus usuarios, los costos por cada componente del servicio publico domiciliario de aseo actualizados a febrero del año 2024, al igual que los niveles de subsidios y contribuciones solidarios vigentes, dando cumplimiento a la Ley 142 de 1994 y art 5.1.2.4. de la Resolución CRA 151 de 2001 (modificado por la Resolución CRA 403 de 2006). El costo para cada componente del servicio de aseo, serán actualizados acorde a las variables de los índices según lo estipulado en la resolución CRA 720 DE 2015.

COSTO ECONOMICO DE REFERENCIA POR COMPONENTE
(ACTUALIZADOS A FEBRERO 2024)

CARGO FIJO

Componente	Unidad	Valor (\$)
CBSL Costo de Barrido y Limpieza de Areas Publicas	\$ / Usuarios	10.207,28
CCS ESSA Costo de Comercialización	\$ / Usuarios	3.899,13
CCS AMB Costo de Comercialización	\$ / Usuarios	2.606,84
CLUS Costo de Limpieza Urbana por Suscriptor	\$ / Usuarios	2.366,53
Incremento Comercialización Aprovechamiento - Acueducto	\$ / Usuarios	601,58
Incremento Comercialización Aprovechamiento - Energia	\$ / Usuarios	899,8

CARGO VARIABLE

Componente	Unidad	Valor (\$)
CRT Costo de Recoleccion y Transporte	\$ / Tonelada	114.680,10
CDF Costo de Disposicion Final	\$ / Tonelada	0,00
CTL Costo Tratamiento de Lixiviados	\$ / Tonelada	0,00
VBA Variables Base de Aprovechamiento	\$ / Tonelada	112.238,94

FACTORES SUBSIDIOS/ CONTRIBUCIONES
ACUERDO MUNICIPAL No. 002 DEL 22/01/2022

Estrato / Uso	Subsidio %	Contribución %
Estrato 1	-70	
Estrato 2	-40	
Estrato 3	-15	
Estrato 4	0	0
Estrato 5		50
Estrato 6		60
Comercial		50
Industrial		30
Oficial		0

TARIFAS A COBRAR FACTURACION ACUEDUCTO amb

USO	ESTRATO	CCS	CLUS	CBSL	TRNA	CRT	CDF	CTL	INT	VBA	CCA	TARIFA PLENA	% SUB/CONT	VLR SUB/CONT	TARIFA TI
RESIDENCIAL	1	2.005,26	2.366,53	10.207,28	0,05	6.513,83	0,00	0,00	590,72	368,14	601,58	22.653,33	-70	-15.857,33	6.796,00
RESIDENCIAL	2	2.005,26	2.366,53	10.207,28	0,06	7.041,36	0,00	0,00	638,56	368,14	601,58	23.228,70	-40	-9.291,48	13.937,22
RESIDENCIAL	3	2.005,26	2.366,53	10.207,28	0,06	7.342,97	0,00	0,00	665,91	368,14	601,58	23.557,66	-15	-3.533,65	20.024,01
RESIDENCIAL	4	2.005,26	2.366,53	10.207,28	0,07	8.096,42	0,00	0,00	734,24	368,14	601,58	24.379,44	0	0,00	24.379,44
RESIDENCIAL	5	2.005,26	2.366,53	10.207,28	0,08	9.754,69	0,00	0,00	884,62	368,14	601,58	26.188,09	50	13.094,04	39.282,13
RESIDENCIAL	6	2.005,26	2.366,53	10.207,28	0,10	11.864,80	0,00	0,00	1.075,98	368,14	601,58	28.489,56	60	17.093,74	45.583,30

TARIFAS A COBRAR FACTURACION ELECTRIFICADORA ESSA

USO	ESTRATO	CCS	CLUS	CBSL	TRNA	CRT	CDF	CTL	INT	VBA	CCA	TARIFA PLENA	% SUB/CONT	VLR SUB/CONT	TARIFA TI
RESIDENCIAL	1	2.999,33	2.366,53	10.207,28	0,05	6.513,83	0,00	0,00	590,72	368,14	899,80	23.945,62	-70	-16.761,93	7.183,69
RESIDENCIAL	2	2.999,33	2.366,53	10.207,28	0,06	7.041,36	0,00	0,00	638,56	368,14	899,80	24.520,99	-40	-9.888,40	14.712,59
RESIDENCIAL	3	2.999,33	2.366,53	10.207,28	0,06	7.342,97	0,00	0,00	665,91	368,14	899,80	24.849,95	-15	-3.727,49	21.122,46
RESIDENCIAL	4	2.999,33	2.366,53	10.207,28	0,07	8.096,42	0,00	0,00	734,24	368,14	899,80	25.671,73	0	0,00	25.671,73
RESIDENCIAL	5	2.999,33	2.366,53	10.207,28	0,08	9.754,69	0,00	0,00	884,62	368,14	899,80	27.486,38	50	13.740,19	41.226,57
RESIDENCIAL	6	2.999,33	2.366,53	10.207,28	0,10	11.864,80	0,00	0,00	1.075,98	368,14	899,80	29.781,85	60	17.869,11	47.650,96

Nota: Esta imagen muestra el costo económico de referencia por componente en la empresa de aseo de Bucaramanga.

Además, se destaca la importancia de la conciencia social en el manejo de residuos, y se menciona la necesidad de reciclar debido a la crisis de los rellenos sanitarios en el país.

También se aborda la situación del relleno sanitario de Bucaramanga, explicando que “la empresa se encuentra en una situación atípica debido al cierre del relleno, lo que ha generado dificultades en la disposición final y tratamiento de los residuos. Se menciona que la empresa

está fuera de la norma y que los municipios asumen los costos de disposición final y tratamiento de los residuos”. (Gómez, 2023)

El relleno sanitario de Bucaramanga cerró en 2010 debido a una demanda judicial por parte del barrio Porvenir, comunidad afectada por los olores y la contaminación. Desde entonces, la empresa ha tenido que adaptarse y buscar soluciones alternativas para la disposición de los residuos, como la promoción del reciclaje y la implementación de un sistema de codificación de canecas de colores para separar los residuos.

Finalmente, la empresa ha implementado un sistema de tarifas basado en la cantidad de residuos recogidos y los servicios prestados, pero también ha tenido que enfrentar la realidad de no poder cobrar a los usuarios el costo de disposición final y tratamiento de servicios debido a la intervención de los municipios.

7.2.2 Relleno Sanitario el Carrasco

El Relleno Sanitario El Carrasco, ubicado en Girón, Santander, es el principal sitio de disposición final de residuos sólidos del Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB). Este complejo ambiental, operado por la Empresa Pública de Aseo de Bucaramanga (EMAB), cumple una función vital para la gestión integral de residuos en la región. De acuerdo con el recorrido por cada uno de sus procesos se logró identificar sus buenas prácticas e instrumentos tecnificados que hacen que sus actividades diarias sean contribuyentes a la conservación del medio ambiente, de forma eficiente y responsable, minimizando el impacto ambiental y promoviendo la sostenibilidad gestionando la disposición final de residuos sólidos del área metropolitana.

Figura 7*Relleno sanitario el Carrasco*

7.2.2.1 Entrada al Relleno. Al llegar al relleno, se observa un gran flujo vehicular que transporta los residuos sólidos provenientes de los diferentes municipios del área metropolitana y su central. Los vehículos son sometidos al control del peso bruto en la báscula, registrando las toneladas de residuos que ingresan al sitio de disposición final.

Figura 8*Báscula de pesaje*

7.2.2.2 ECA (Estación de Clasificación y Aprovechamiento). Es una planta de clasificación y aprovechamiento de residuos. En ella se separan materiales reciclables como papel, cartón, plástico, vidrio y metal. Estos materiales se venden a empresas recicladoras para su transformación en nuevos productos. Carros específicos recorren la ciudad recolectando estos materiales para su posterior clasificación y procesamiento.

Figura 9*Zona de reciclaje*

7.2.2.3 Planta de Tratamiento de Lixiviados. En funcionamiento desde 2016, la planta de tratamiento de lixiviados utiliza tecnología de última generación para procesar los líquidos que se generan por la descomposición de los residuos. El tratamiento a los lixiviados permite eliminar contaminantes y así lograr que este líquido pueda ser evacuado al medio ambiente de forma segura, cumpliendo con la normativa ambiental vigente.

Figura 10*Tratamiento a lixiviados*

7.2.2.4 Planta de Compostaje. La planta de compostaje, con su moderna infraestructura, se encarga de aprovechar los residuos orgánicos recolectados en las plazas de mercado de la ciudad. A lo largo de este proceso estos residuos se transforman en un abono natural de alta calidad, promoviendo la economía circular y reduciendo el impacto ambiental. Este abono se utiliza principalmente en parques, jardines y zonas verdes del EMAB.

Figura 11*Plata de compostaje*

7.2.2.5 Alberca de recolección de lixiviados. Los lixiviados recolectados de las celdas son almacenados en un tanque especial para su posterior transporte a la planta de tratamiento. Este proceso garantiza un manejo adecuado de los líquidos evitando la contaminación del suelo y las aguas subterráneas.

Figura 12*Alberca de lixiviados*

7.2.2.6 Celdas de disposición final. Está dividido en diferentes celdas para la disposición final de residuos, cada celda está diseñada para un período específico de tiempo. Las celdas se impermeabilizan para evitar la contaminación del suelo y las aguas subterráneas, además, cuenta con un sistema de monitoreo ambiental para controlar la calidad del aire, el agua y el suelo.

Figura 13*Celdas de disposición final*

Finalmente, el relleno sanitario El Carrasco se destaca por su enfoque integral en la gestión de residuos sólidos, combinando tecnología de punta con prácticas sostenibles. La entrada controlada, la clasificación y el aprovechamiento, el tratamiento de lixiviados y el compostaje son solo algunos de los procesos que permiten un manejo responsable y consciente de los residuos.

Figura 14*Evidencia fotográfica de la visita*

Según los parámetros requeridos en función del diagnóstico a la empresa, para caracterizar la asignación tarifaria de recolección de residuos sólidos en los sectores no residenciales registrados en Empresas Públicas Municipales de Málaga.

7.3 Resultados Benchmarking EMAB

Según el benchmarking realizado a la empresa EMAB S.A. E.S.P., se logró recolectar información relevante que aportó en la metodología y desarrollo de las actividades durante el trabajo de campo, desde el proceso de aforo en el sector de Real de Minas – Samanes V, hasta el tratamiento final de los desechos en el relleno sanitario El Carrasco. Además de lograr la revisión y contextualización de normativas, caracterización de usuarios, determinación de tarifas como se evidencio anteriormente durante todo el proceso que este benchmarking conllevo.

7.4 Diagnostico ruteo de recolección de residuos E.P.M.M.

Se realizó un acompañamiento en el proceso de recolección de residuos que se realiza diariamente en el municipio de Málaga, Santander; indicando y plasmando en el plano del perímetro de servicios públicos la demarcación de las micro - rutas dentro del límite en el cual presta su servicio. Apéndice D

7.4.1 Ruta de recolección de residuos sólidos – Málaga Santander

El proceso de recolección de los residuos en el municipio de Málaga inicio con un diagnóstico inicial, el cual consistió en la revisión general del circuito, evaluando: el horario, las micro rutas del carro compactador y la volqueta, los cuales son los prestadores del servicio de recolección, un plano del municipio con el fin de corroborar el acceso y la operación de los vehículos teniendo en cuenta las condiciones específicas de cada ruta, trafico, ancho de calles, pendientes, etc.

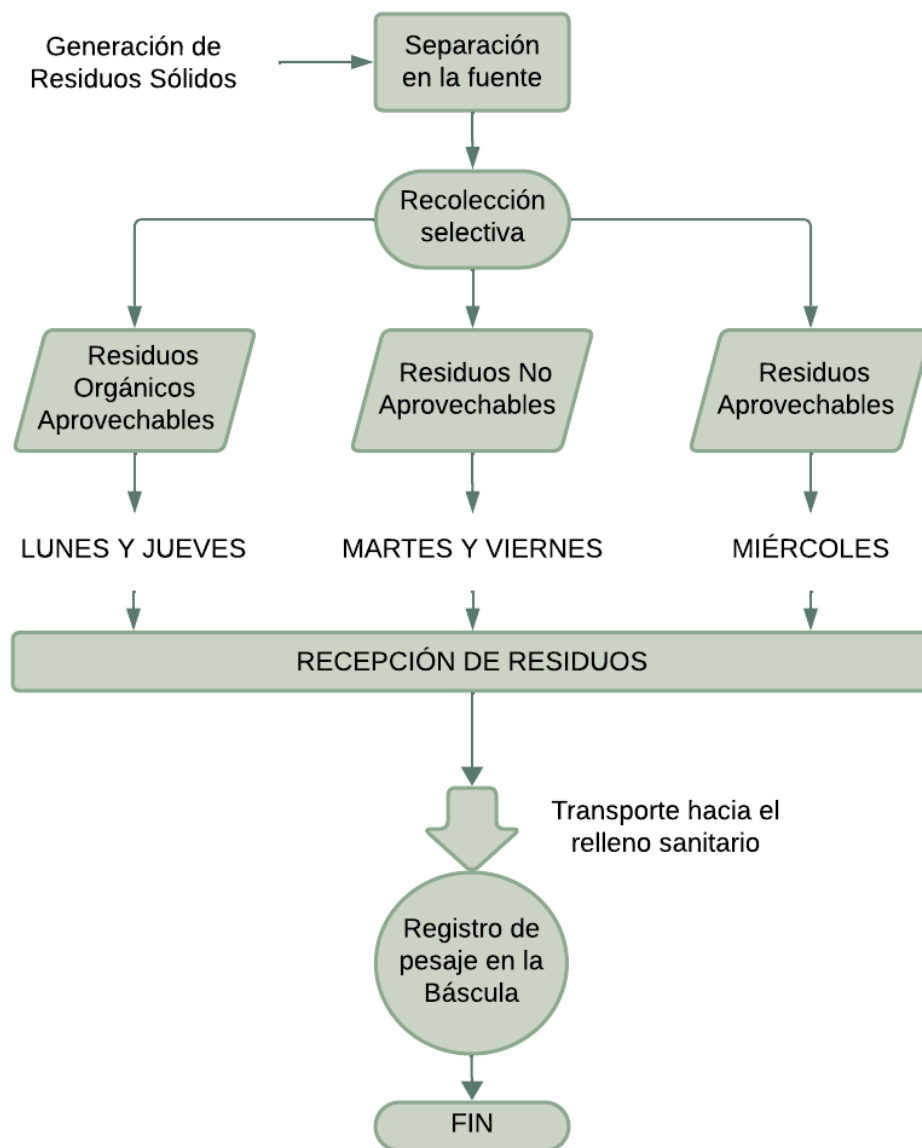
El grupo de personas que acompañan al vehículo recolector FVR está integrado por el conductor y dos (2) operarios, así mismo, la volqueta internacional sencilla cuenta con el conductor y tres (3) operarios.

La frecuencia de recolección de desechos en el municipio se realiza diariamente, con la excepción de algunas áreas donde la frecuencia es de dos veces por semana o cada 15 días a suscriptores oficiales y especiales, como: E.S.E. Hospital, Zona Industrial, Asilo San Antonio, Estación de Policía e INPEC y Zonas de larga distancia a la PTR.

E.P.M.M., prestadora del servicio domiciliario de aseo determinó el horario de recolección de acuerdo con el tipo de residuo y así mismo los conductores o jefes de cuadrilla generaron una micro ruta de tránsito real y futuro, un ejercicio de “prueba y error” y, por tanto, el diseño será siempre verificado en el área para realizar los ajustes necesarios hasta lograr el óptimo.

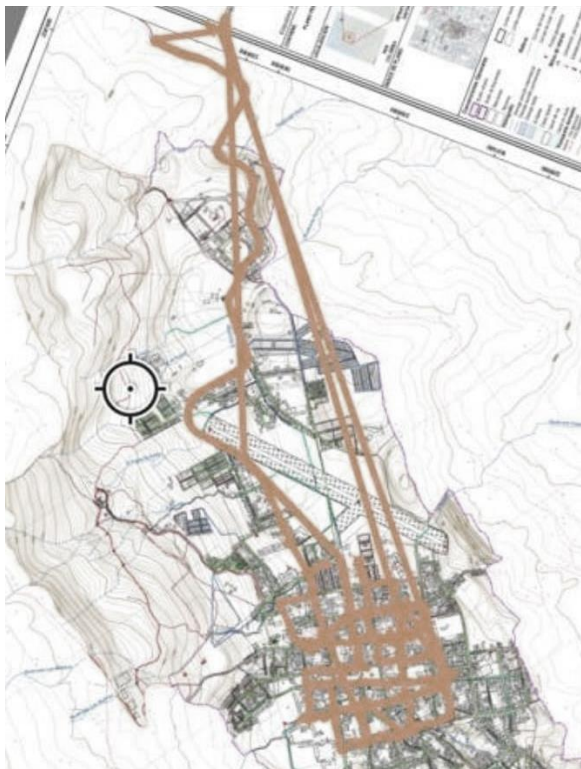
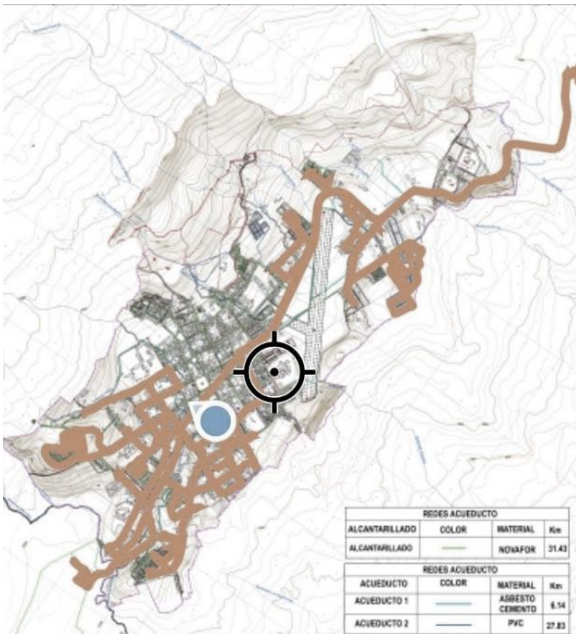
Bajo las consideraciones anteriores se realizó el debido recorrido de cada una de los vehículos prestadores del servicio, determinando el recorrido que cada uno de los vehículos realizo en la zona céntrica y alrededor del municipio evidenciando que el número de viajes por día al lugar de disposición final (PTR), para el carro compactador es de 4 recorridos y para la volqueta 3, variando estos valores debido al volumen y el tipo de residuo que se recoge y las actividades que se lleven a cabo dentro del casco urbano, además de verificar la magnitud del sector que sirve cada vehículo.

El rendimiento y la eficacia del proceso de recolección de los RS, depende de la correcta armonía de los distintos factores considerados durante el recorrido y presentados en la figura 15.

Figura 15*Diagrama de flujo del proceso de recolección*

Mediante el uso de las TIC, se utilizó, La aplicación Avenza Maps® la cual emplea el “GPS integrado del dispositivo para mostrar la ubicación exacta en cualquier mapa georreferenciado, incluso cuando está fuera del alcance de la red o sin conexión a Internet.” (AVENZA MAPS, 2024). Por medio de la cual se logró realizar el trazo del recorrido durante una jornada de trabajo de 8 horas, presentado a continuación:

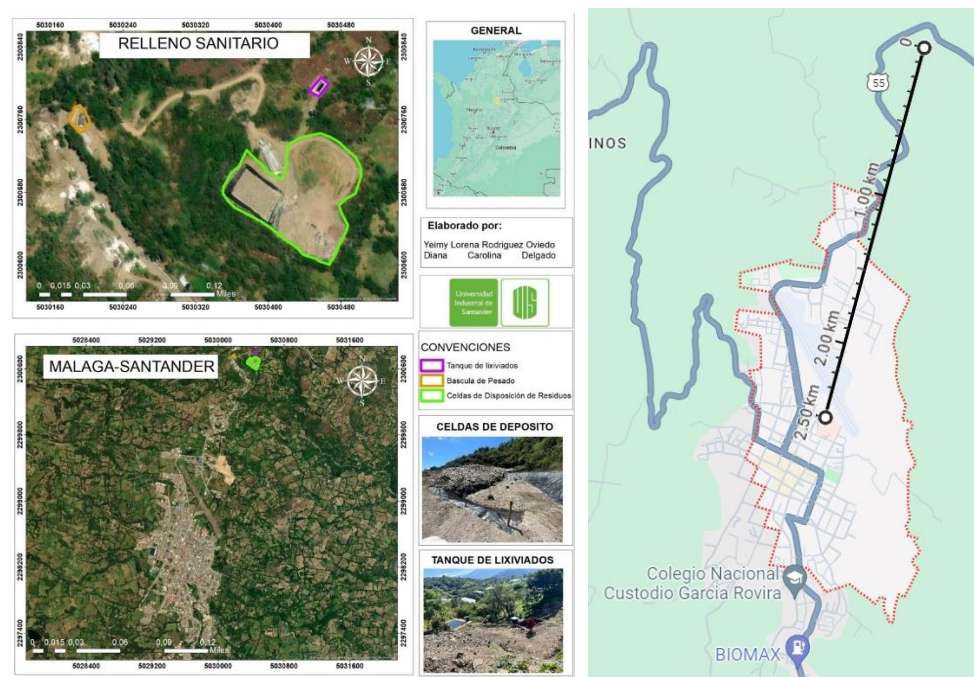
Tabla 8*Mapeo de las micro rutas*

RECORRIDO A – Carro compactador Chevrolet FVR, modelo 2015	RECORRIDO B – Volqueta internacional sencilla, modelo 2018																												
	 <table data-bbox="1148 1050 1375 1180"><tr><th colspan="4">REDES ACUEDUCTO</th></tr><tr><td>ALCANTARILLADO</td><td>COLOR</td><td>MATERIAL</td><td>Km</td></tr><tr><td>ALCANTARILLADO</td><td></td><td>NOVAFOR</td><td>21.43</td></tr><tr><th colspan="4">REDES ACUEDUCTO</th></tr><tr><td>ACUEDUCTO</td><td>COLOR</td><td>MATERIAL</td><td>Km</td></tr><tr><td>ACUEDUCTO 1</td><td></td><td>ASBESTO CEMENTO</td><td>6.54</td></tr><tr><td>ACUEDUCTO 2</td><td></td><td>PVC</td><td>27.83</td></tr></table>	REDES ACUEDUCTO				ALCANTARILLADO	COLOR	MATERIAL	Km	ALCANTARILLADO		NOVAFOR	21.43	REDES ACUEDUCTO				ACUEDUCTO	COLOR	MATERIAL	Km	ACUEDUCTO 1		ASBESTO CEMENTO	6.54	ACUEDUCTO 2		PVC	27.83
REDES ACUEDUCTO																													
ALCANTARILLADO	COLOR	MATERIAL	Km																										
ALCANTARILLADO		NOVAFOR	21.43																										
REDES ACUEDUCTO																													
ACUEDUCTO	COLOR	MATERIAL	Km																										
ACUEDUCTO 1		ASBESTO CEMENTO	6.54																										
ACUEDUCTO 2		PVC	27.83																										
CAPACIDAD APROXIMADA POR VEHICULO:																													
9 Toneladas/recorrido	7.5 Toneladas/ recorrido																												
TIEMPO TOTAL/DIA RECORRIDO:																													
8:30:04 minutos	8:13:03 minutos																												

7.4.2 Zona de influencia para el estudio

Figura 16

Zona de influencia para el estudio



Cordenadas Centroide: 6.703109362190111, -72.72977795421531

Cordenadas PTR: 6.724756649754973, -72.7240039768688

Kilometros de distancia: 2.50 km

En el primer mapa se evidencia el relleno sanitario el cual está en la vía nacional troncal - central del norte y así mismo su distribución dentro de él. Lo que está indicado en color morado es el ingreso de los vehículos posicionados sobre la báscula de pesaje para realizar su debido registro; seguidamente están las celdas de depósito donde a donde cada vehículo llega a descargar los residuos tanto orgánicos como no aprovechables, dado a que la PTR actualmente no lleva a cabo el proceso de compostaje por fallas en la maquinaria dispuesta para tal fin.

Del mismo modo se encuentra identificado con color rojo el tanque de lixiviados al cual van los líquidos residuales que se liberan de cada una de las celdas de disposición.

Finalmente, en el segundo mapa se refleja el municipio de Málaga Santander y el relleno sanitario, donde el color azul representa la zona industrial el cual fue tratado como un nuevo suscriptor para la tarifa en el componente de aseo y con color verde la PTR.

Mediante el software ARGIS se logró “identificar la zona geográfica” (ARGIS, 2024), donde E.P.M.M., donde realiza sus procesos operativos de aseo, logrando mostrar los sitios más importantes dentro de la PTR.

8. Construcción Metodológica Aforo

8.1 Formatos preliminares para aplicación de aforo

Establecer e implementar la estrategia metodológica de recolección de información a partir de una encuesta acorde a la normatividad vigente con el fin de construir la base de datos del sector comercial, industrial, oficial y especial en el municipio de Málaga, Santander.

8.1.1 Socialización de la circular por los medios de comunicación

La difusión a través de los medios de comunicación masiva en Málaga Santander tenía como objetivo principal informar a los usuarios, especialmente a los no residenciales (comerciales, industriales, oficiales y especiales), sobre dos eventos programados para los meses de febrero y marzo del presente. Apéndice D.

Estos eventos consistían en llevar a cabo el pesaje adecuado de los residuos generados por cada establecimiento antes de su recolección por el carro recolector y volqueta, con el fin de registrar la cantidad de kilogramos de desechos emitidos.

Este proceso se realizaba aproximadamente veinte minutos antes de que el carro recolector recorriera una calle específica para recepcionar los desechos, repitiéndose sucesivamente hasta completar la evaluación de 1075 establecimientos en Málaga Santander, de

los cuales a 578 usuarios se les hizo efectivo el cambio de la tarifa en el componente de Aseo.

Teniendo en cuenta los respectivos certificados de la difusión de la información, anexo en el apéndice E.

8.1.2 Acta aforo

El objeto del acta de aforo es documentar el proceso de medición transparente y eficiente en el servicio de recolección de aseo y llevar a cabo la prestación y el cobro del servicio de una forma idónea, estableciendo por las partes implicadas lo siguiente, PRIMERO. El usuario permitirá a la entidad prestadora del servicio, el ingreso a sus instalaciones para efectuar el aforo de las cantidades de residuos sólidos por él generadas. SEGUNDO. La empresa prestadora llevará a cabo dicho aforo en los mismos días en que se realiza la recolección. TERCERO. El usuario estará representado en la diligencia de aforo por firmantes o cualquier de sus empleados presentes en el momento de realizarse el aforo, quienes suscribirán el formato de visita de aforo. CUARTO. El aforo será practicado por un funcionario de la empresa de Aseo, debidamente identificado. Apéndice F.

8.1.3 Formato de aforo

Este documento fue diseñado con el fin de recolectar información necesaria para cumplir el objetivo del estudio, garantizando la confiabilidad y transparencia en la recopilación de información, cumpliendo con la normativa que lo rige.

Los campos principales incluyen información como: tipo de usuario, tipo de aforo, tipo de residuo, cantidad de residuos por evento y datos estrictamente individuales de cada usuario, logrando en cada visita una caracterización eficiente en la gestión. Apéndice G

8.1.4 Instructivo formato de aforo

La finalidad de este instructivo apéndice H fue brindar una guía para el diligenciamiento del formato apéndice G, y lograr proporcionar información detallada y confiable para cada uno de los ítems que este incluye. Este formato está definido para la realización de aforos ordinarios y extraordinarios a los usuarios y así lograr clasificarlos de acuerdo con los residuos emitidos dando cumplimiento al Art. 4 del Decreto 720 de 2015.

8.1.5 Prueba piloto

El 17 de febrero de 2024, se implementó el formato preliminar de aforo como parte de una estrategia para evaluar y validar los campos adjuntos en el documento. Esto permitió identificar mejoras en el proceso de recopilación de datos antes de su implementación a gran escala en todo el universo de estudio.

Se logro identificar que hubo campos que las personas no estaban dispuestas, como correo electrónico, número de contacto, promedio de horas, promedio de hora por día de funcionamiento, número promedio de días de operación por semana, # promedio de turnos, Frecuencia de recolección y barrido real, estrato, además del tiempo que conllevaba el diligenciamiento de este formato en su totalidad página 2, del Apéndice I.

8.2 Resultados

De acuerdo con los resultados de la prueba piloto se optó por:

8.2.1 Ajuste formato de aforo

Debido a los resultados de la prueba piloto se optó por reducir el número de preguntas a unas más puntuales y precisas que permitieron realizar la caracterización a los usuarios logrando cumplir con el objetivo del estudio. Apéndice J

8.2.2 Aplicación aforo

Se inició la realización de aforos ordinarios y extraordinarios en la zona céntrica y alrededor del municipio de Málaga, recolectando la información del peso en kilogramos de los residuos que cada usuario no residencial emitió, en el momento de la recolección se tuvo un manejo transparente y confiable de los datos registrados en el conglomerado, cumpliendo con la normativa anteriormente mencionada dentro de la CRA.

Durante el proceso de aforamiento se daba inicio con una presentación por parte de los estudiantes, mencionando el objeto del estudio y su impacto tanto social como ambiental, además de verificar el costo de la tarifa para el componente de aseo y el código de matrícula inmerso en la factura del servicio de agua; solicitando de igual manera la autorización del encargado o dueño del establecimiento para realizar el pesaje de los residuos emitidos dando constancia a las cifras y la aprobación.

Finalmente, se realizó el proceso de aforo a 1078 usuarios que emiten residuos a partir de una actividad económica dentro del municipio, en el apéndice K se evidencia la información recolectada.

Figura 17

Evidencia aplicación de aforo



9. Analisis Estadístico Inicial

Realizar el análisis estadístico para identificar patrones y tendencias en la generación de residuos por parte de diferentes sectores no residenciales apéndice L, con el fin de establecer categorías o grupos de empresas que compartan características similares en cuanto a la producción de residuos.

9.1 Resultados

Dando cumplimiento al tercer objetivo específico para identificar patrones y tendencias en la generación de residuos por parte de diferentes sectores no residenciales y así establecer categorías o grupos de empresas que compartan características similares en cuanto a la producción de residuos, de lo cual se obtienen estos resultados.

9.1.1 Tabulación de datos recopilados

9.1.1.1 Discriminación de usuarios. De acuerdo con los aforos realizados presencialmente durante el periodo de febrero a marzo de 2024, se consolidaron 1078 aforos en una base de datos, de los cuales 924 se encuentran registrados en E.P.M.M. con un único código de usuario del servicio. Apéndice K. Discriminado los multiusuarios existentes en cada matrícula, de los cuales 577 serán los usuarios efectivos en el cambio de la tarifa y que harán parte de la propuesta en la facturación para el componente de aseo, haciendo la aclaración a que son efectivos los usuarios que están registrados por su uso comercial y no necesitan la evaluación y ajuste de acuerdo a la Resolución 151 de 2001, ya que existen 331 usuarios que prestan una actividad económica, y que sin embargo, su uso dentro de la caracterización actual de E.P.M.M., es residencial; 14 de ellos hacen parte del grupo de los grandes productores debido a que emiten en promedio al mes más de 1 tonelada de residuos. (Grandes productores ≥ 1 Ton de residuos

sólidos/mes). (López, 2024). Evidenciado en la figura 18.

Hay que subrayar que la zona industrial ingresa como un nuevo suscriptor a la base de datos dentro de las matrículas efectivas.

Figura 18

Discriminación de usuarios

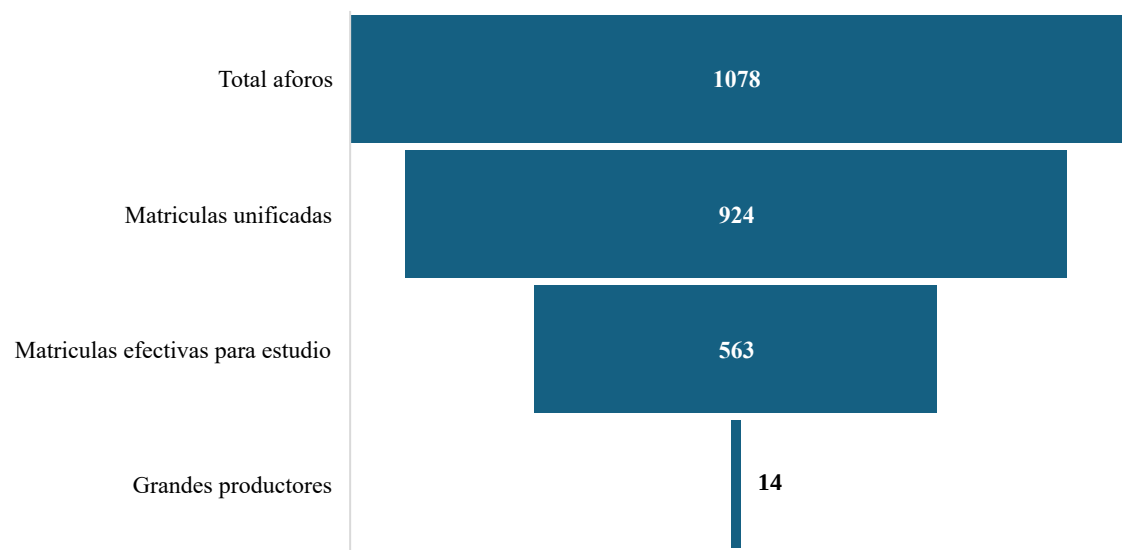
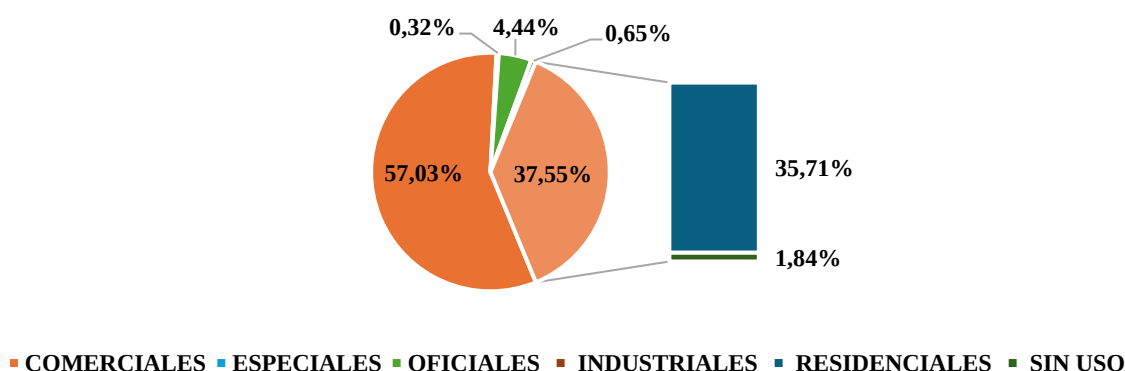


Tabla 9

Distribución de los suscriptores

Tipo de suscriptor	Cant. Suscriptores registrados en E.P.M.M.
Comercial	527
Oficial	41
Industrial	6
Especial	3
Residencial	331
Sin uso	16
Total	924

Figura 19*Distribución de los suscriptores*

De acuerdo con los datos obtenidos durante el aforo, los grupos comercial y residencial concentran la mayor participación, con un 57,03% y 37,55% respectivamente, como se evidencia en la figura 19. Cabe resaltar que el grupo de los usuarios residenciales que desarrollan una actividad económica dentro del municipio, por el momento, no se ve afectado por el cambio a la nueva estructura tarifaria en el componente de aseo, ya que se requiere un estudio más profundo de acuerdo con la normativa vigente en la resolución 151 de 2001, donde se establece los requisitos y las disposiciones sobre el metraje mínimo de los establecimientos para uso comercial y residencial, reglamentando lo siguiente, “El área mínima para la instalación de redes de telecomunicaciones en locales comerciales es de 20 metros cuadrados. Esta medida aplica tanto para locales independientes como para aquellos que se encuentran dentro de centros comerciales o conjuntos residenciales”. (COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO, 2001)

La falta de actualización de la base de datos de E.P.M.M. dificulta un análisis preciso de la situación en la facturación e ingresos por el cobro del componente de aseo, especialmente en lo que respecta a los usuarios residenciales que llegan a la suma de 331, como lo muestra la tabla 9, y que desarrollan actividades económicas dentro del municipio. Apéndice M

Finalmente se concluye que los tipos de uso especiales, oficiales e industriales tienen una participación relativamente baja, con un 0,32%, 4,44% y 0,65% respectivamente.

9.1.1.3 Identificación de patrones y tendencias en los datos

9.1.1.3.1 Cantidad de residuos por los barrios de Málaga, Santander – usuarios no residenciales. El siguiente gráfico representa la producción de residuos emitidos por cada uno de los barrios que componen el municipio de Málaga Santander, resaltando que este estudio está directamente relacionado con los usuarios no residenciales.

Se destaca el barrio Centro ya que hay un gran flujo y participación de usuarios en el sector económico emitiendo 74.071,39 kg/mes, representado en un 66,24% teniendo en cuenta que la cantidad de residuos que emite la plaza de mercado (apéndice N), es alta ya que abastece el sector agrícola y de canasta familiar que son vitales para el bienestar de los habitantes del sector urbano y rural del municipio; así mismo el barrio Unión con una cantidad de 8.240,66 en un 7,37% kg/mes, donde se alberga la mayor cantidad poblacional además de que se encuentran inmersos dos colegios de gran afluencia y la universidad UNAD, correspondiendo a una vía y corredor nacional importante dentro del municipio, finalmente se identifica la zona industrial como un nuevo suscriptor importante para el objeto del estudio ya que genera alrededor de 6 toneladas de residuos mensuales y que abarcan gran capacidad del relleno sin aportar el costo de transporte, tratamiento de los desechos y disposición final, evidenciando la desigualdad en el cobro del componente de aseo.

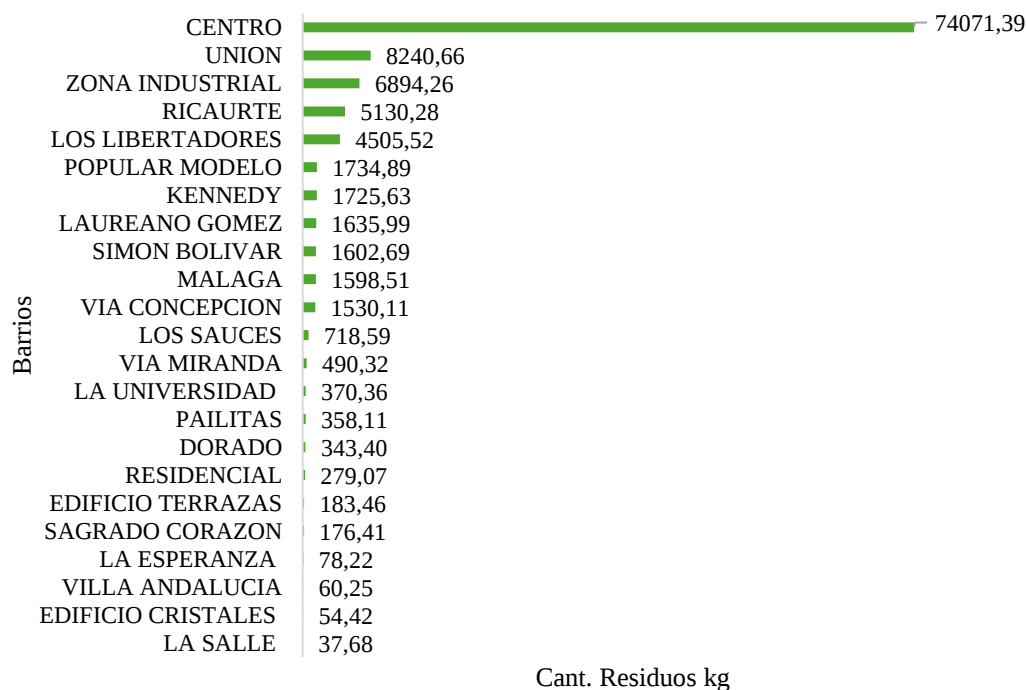
Esta disparidad resalta la importancia de adoptar medidas para actualizar la base de datos de los usuarios tanto en el plan de ordenamiento territorial como en el objeto del estudio.

Finalmente, se recomienda realizar campañas que promuevan el buen manejo de los desechos y la clasificación de estos desde los hogares y establecimientos malagueños, debido a

la alerta sanitaria que enfrenta actualmente la PTR.

Figura 20

Participación de los barrios en la generación de residuos



9.1.1.3.2 Cantidad de residuos de acuerdo con el uso. De los datos expuestos en la figura 20, se pueden extraer varias apreciaciones en cuanto la cantidad de toneladas / mes emitidas por cada uno de los usuarios en sus grupos según la actividad económica a la que se dedican, teniendo mayor participación es sector oficial ya que dentro de este se encuentran 5 colegios de educación básica primaria y secundaria, centros de educación superior como la UIS, el SENA, la UNAD, además de entidades como el Hospital Regional de García Rovira – segundo nivel, el Centro penitenciario de Málaga, la Policía Nacional, bancos, empresas de servicios públicos además de sitios comunes reconocidos por la administración pública del municipio de Málaga, emitiendo alrededor de 63 toneladas/mes.

Seguidamente se encuentra el sector comercial, ubicado en la zona céntrica del municipio,

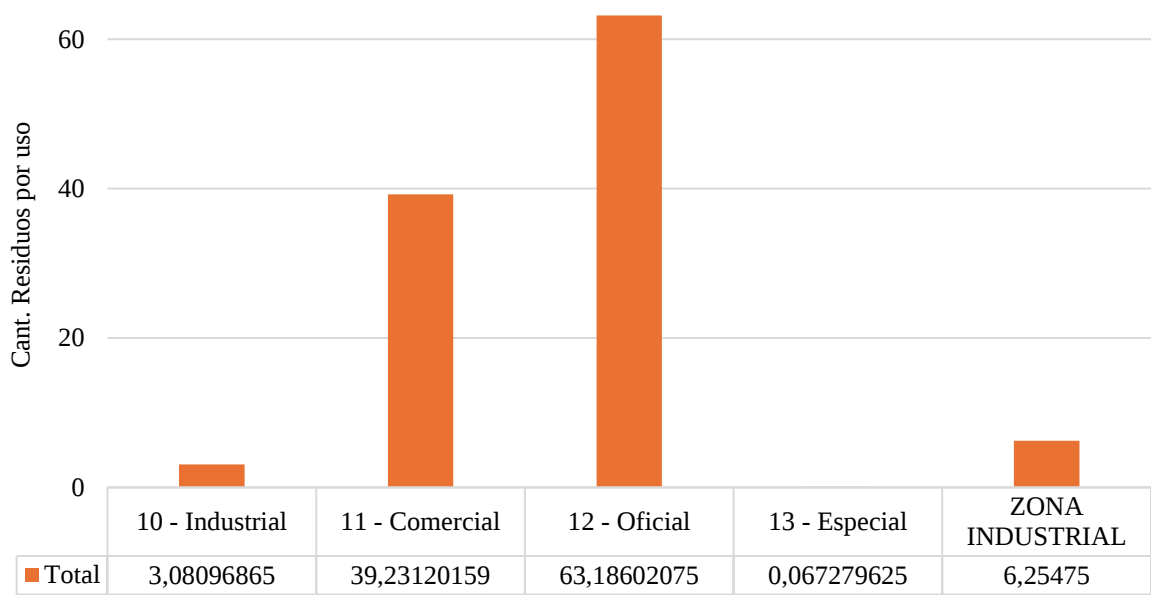
donde hay gran cantidad de comercio y afluencia de personas tanto locales como visitantes.

Dentro de los industriales se encuentran empresas dedicadas a la transformación de materias primas y procesos industriales y que durante el proceso de aforo se registró la cantidad de residuos que emiten en su mayoría residuos orgánicos y no aprovechables con un total de 3.0809 Ton/mes, discriminando la zona industrial que como se ha mencionado es un nuevo gran suscriptor para evaluar por E.P.M.M.

Finalmente, el sector especial, se distingue por su menor tamaño con 6.25 Ton/mes, registrado durante el aforo, la menor cantidad de residuos, debido a que son lugares de culto, iglesias y espacios espirituales sagrados para personas creyentes.

Figura 21

Cantidad de residuos de acuerdo con el uso

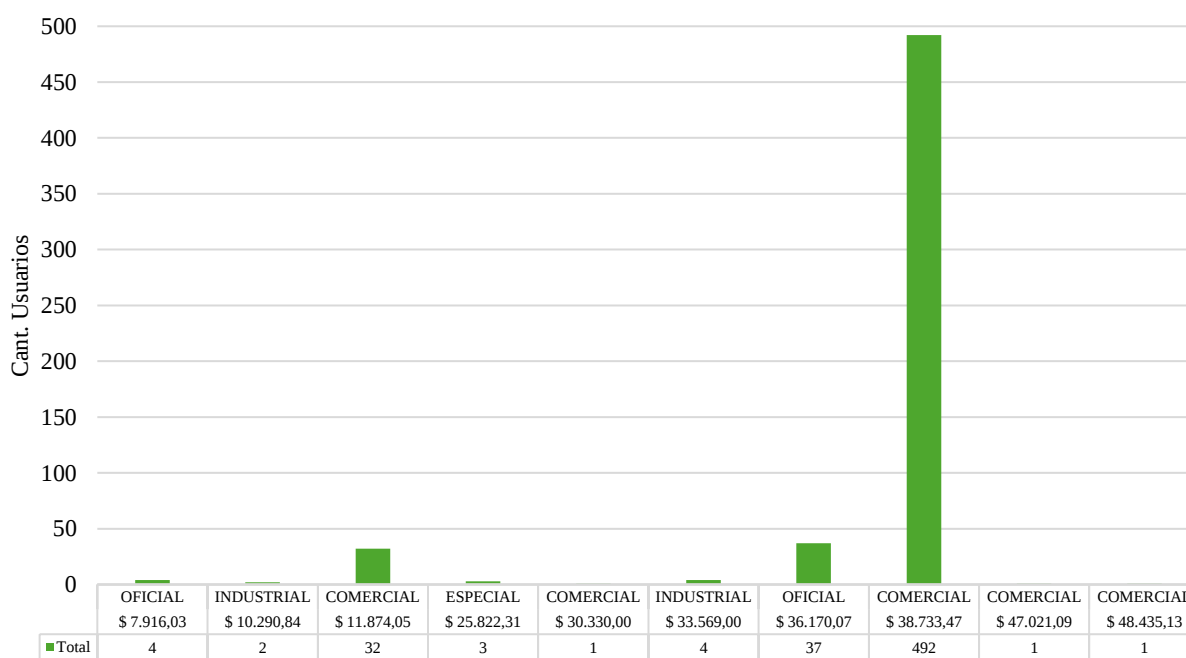


9.1.1.3.3 Disparidad del costo de aseo de acuerdo con el uso. El fin de este proyecto fue abordar la disparidad en la estructura tarifaria ya que debería considerar criterios objetivos como el volumen y tipo de residuos, la ubicación geográfica y las condiciones contractuales, ahora la

gráfica evidencia variaciones significativas dentro del mismo grupo, un claro ejemplo de esto es el sector comercial con 5 costos diferentes en el componente de aseo, donde la tarifa más baja es de \$11.874.05 y la más alta es de \$48.435.13, teniendo en cuenta que según la caracterización actual de E.P.M.M., es de acuerdo al uso al que pertenezca (Residencial, Oficial, Especial, Industrial y Comercial) así mismo es asignada una tarifa estándar, estas empresas que pagan tarifas elevadas pueden enfrentar desventajas competitivas frente a aquellas que pagan menos. Esto afectando la rentabilidad y potencial de crecimiento económico a aquellos que tienen el costo más elevado.

Figura 22

Disparidad del costo de aseo de acuerdo con el uso



9.1.1.3.4 Grandes generadores de residuos. De acuerdo con los datos recolectados se caracterizó un grupo como grandes productores, el cual está conformado por usuarios que emiten más de 1 tonelada de residuos al mes (**Grandes productores > 1 Ton/mes**).

De los 18 usuarios clasificados, el sector residencial es un contribuyente significativo ya que representa el 22,22% del total de grandes productores mayores a una tonelada, sin embargo, no entran al cambio de la tarifa para el componente de aseo, ya que E.P.M.M., debe realizar un estudio más profundo aplicando la Resolución 151 de 2001, de los cuales se distingue por la cantidad de residuos que emite el Asilo san Antonio y la chatarrería y recicladora Pilín.

Figura 23

Grandes generadores de residuos

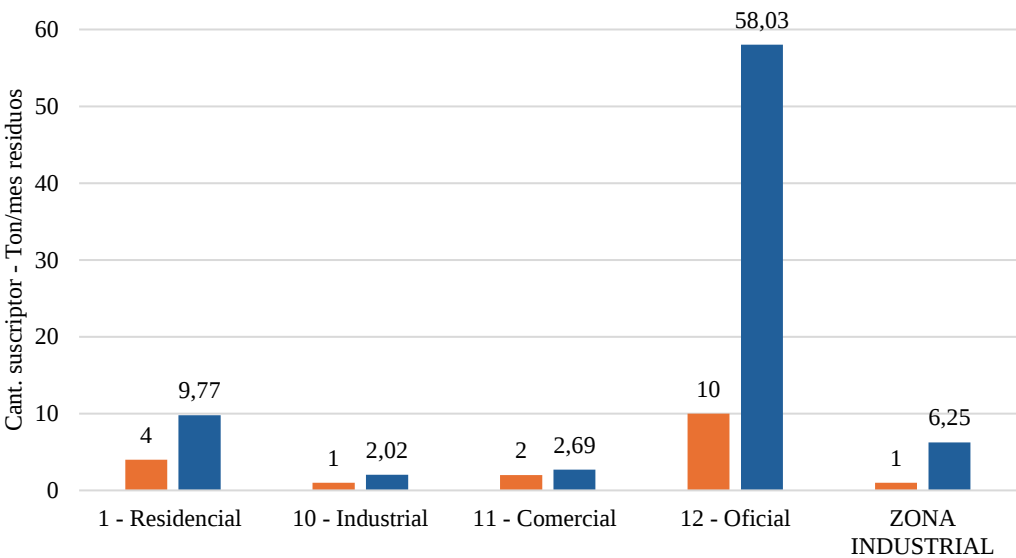


Tabla 10

Grandes generadores de residuos

Tipo de usuario	Cantidad	Suma de peso prom. – Ton/mes
1 - Residencial	4	9,77
10 - Industrial	1	2,02
11 - Comercial	2	2,69
12 - Oficial	10	58,03
Zona industrial	1	6,25
Total	18	78,76

9.1.1.3.5 Grandes generadores de residuos efectivos. Quedando 14 usuarios efectivos para el estudio y el cambio de la tarifa dentro de los grandes productores de los cuales el sector oficial representa el 73,68%, ya que se encuentran colegios oficiales, El hospital regional – Segundo nivel, el Centro penitenciario de Málaga y la Plaza de Mercado, seguidamente con un 3,42 % se encuentra el sector comercial, en el cual se destaca, la fábrica de Dulces Olitas, empresa dedicada a la fabricación de dulces típicos de la región.

Finalmente, el sector especial con un porcentaje de participación del 2,56% destacando las iglesias.

9.1.1.3.6 Porcentaje de desechos más emitidos. La figura 25 está dividida en cuatro secciones de acuerdo con el tipo de residuo, donde los residuos no aprovechables son los más emitidos por los suscriptores aforados del total de 577 con un 74, 87%, provocando la generación excesiva de residuos y la inadecuada gestión de estos lo cual genera impactos negativos en el medio ambiente, como la contaminación del suelo y las aguas, la proliferación de vectores y la emisión de gases de efecto invernadero.

De igual forma se encuentran los residuos Orgánicos – No aprovechables identificados en la fuente de recolección, como lo fue a establecimientos dedicados a la venta de alimentos como restaurantes, comidas rápidas y cafeterías. Donde parte de sus desechos son orgánicos, pero no separado de los utensilios contaminados como servilletas, vasos y plásticos que se contaminan entre sí y por esto es llamado así durante el desarrollo del trabajo.

Por último, se encuentran los residuos orgánicos con un 1,56%, siendo un porcentaje bajo debido a la recolección interna dentro del municipio que hacen personas que tienen cultivos, cría de animales, o plantas de compostaje. Acogiendo la economía circular para estos desechos. Y con un 1,04% está el tipo de residuo aprovechable que llega a la PTR, debido a que se abstienen

de entregar estos a las personas que se dedican a la clasificación y aprovechamiento del reciclaje. Finalmente, para la debida recolección de estos residuos se tiene una clasificación por días como lo muestra la **figura 15**, y así promover la cultura del reciclaje, la reducción en el consumo y la correcta disposición de los residuos, generando un impacto positivo en el medio ambiente y la economía.

Figura 24

Porcentaje de desechos más emitidos

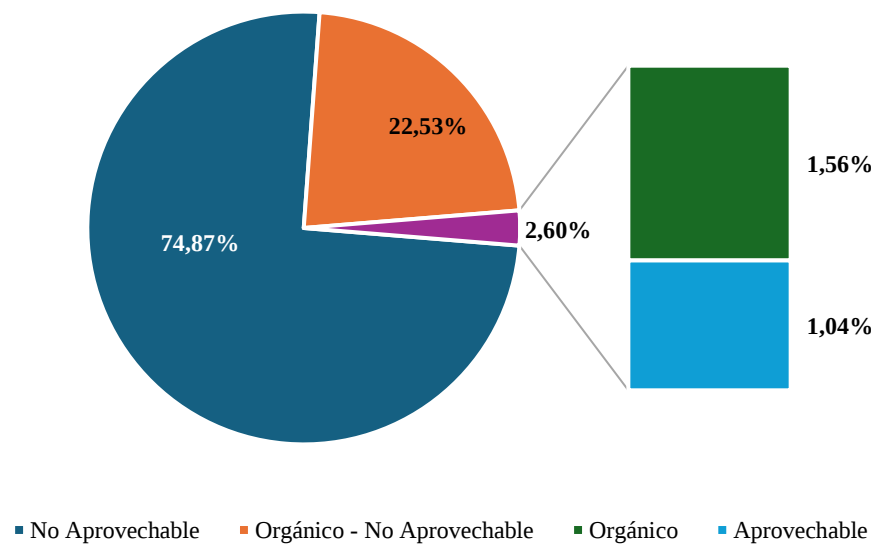


Tabla 11

Porcentaje de desechos más emitidos

Tipo de residuo	%
No aprovechable	79,27
Orgánico – No aprovechable	18,90
Orgánico	1,65
Aprovechable	0,18
Total	100

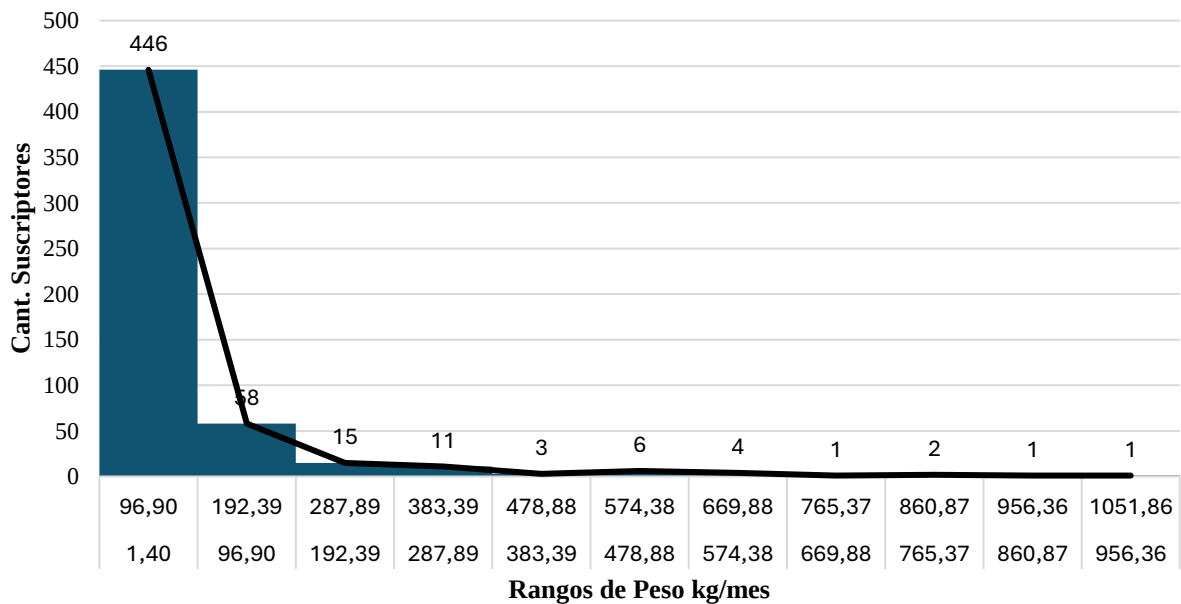
10. Análisis Estadístico Descriptivo

10.1 Análisis descriptivo

El análisis descriptivo ayuda a filtrar datos que no son de relevancia o que aportan información al estudio del cual se quiera hacer inferencia, se debe tener en cuenta una base de datos consolidada, con su respectiva depuración para lograr extraer la información deseada. El método elegido depende del tipo de datos que se recopiló. Mencionado lo anterior, para el desarrollo del proyecto se procedió con el análisis descriptivo diagnóstico, donde se observa la tendencia de los mayores generadores de residuos Ton/mes en el municipio de Málaga durante los meses febrero y marzo del 2024, mostrando la información detallada de estos grandes generadores de residuos mostrada en la figura 28.

Figura 25

Histograma - Modelo 1



El análisis preliminar que se refleja del histograma de frecuencia relativa donde se

presenta la cantidad de residuos kg/mes, emitidos por los 548 usuarios (variable continua), y la división de los intervalos de clase donde el valor nominal de los kg emitidos es de 1,40 – 1000 kg/mes; partiendo de ello se observó que a medida que el rango va aumentando la frecuencia de usuarios disminuye. Además, cuando observamos el rango de variación, hay que subrayar que 14 son usuarios baldíos y no están dentro de la graficas dado a que están fuera de tolerancias; además de que la distribución de la campana no está centrada, debido a que los valores de las tolerancias son inferiores a 1,40 kg/mes, destacando que el 81,38 % de los usuarios están generando residuos hasta 100 kg/mes y por ende la asimetría de la distribución tiende hacia el lado derecho. Cabe destacar que en promedio se generó en el mes de febrero de 2024, 330.625 kg/mes de residuos en el municipio; y para el mes de marzo del mismo año fueron 292.785 kg/mes.

10.2 Análisis multivariado

se utilizó el algoritmo de valores medios K de forma predeterminada por el software de MINITAB. Siendo una técnica muy utilizada dado a que agrupa los datos similares dentro de un determinado grupo y las que son distintas en otro grupo.

Se realizó un análisis preliminar de los datos haciendo uso del software Minitab, para verificar la similitud de los aforos 1 y 2, detallados en el apéndice Ñ.

Del análisis multivariado para cinco conglomerados por directriz de la empresa y se logra identificar un nivel de similitud del 86,09 % de los datos, (mostrado en la figura 26). Quedando la mayor proporción de los datos en el conglomerado 1, y siendo el grupo 4 y 5 los datos más atípicos conformado con solo dos usuarios en cada uno de los grupos.

Se observa que la cantidad de residuos de cada grupo es homogénea, formando un clúster en relación con el número de usuarios existentes en la base de datos.

Debido a la similitud de los datos del primer clúster, da como resultado un nivel de similitud dentro de 87,7176; seguidamente se encuentra el grupo 2 con una variabilidad del 24,3817, el grupo 3 con 9,66 y finalmente el grupo 4 y 5 con una variabilidad menor de 0.0955 y 0,5811 respectivamente debido a la cantidad de observaciones.

Figura 26

Dendograma por similitud de los datos

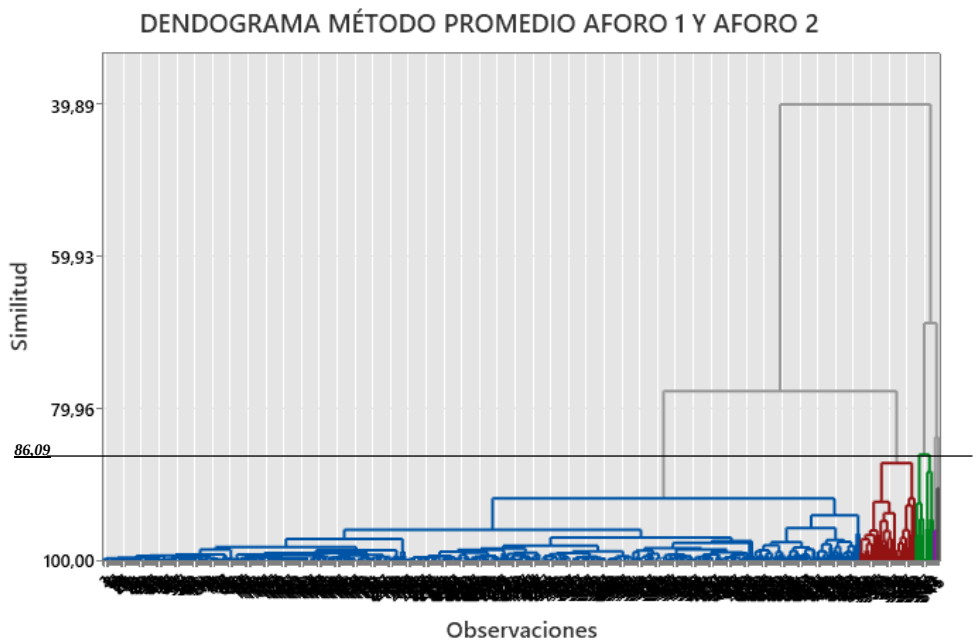


Tabla 12

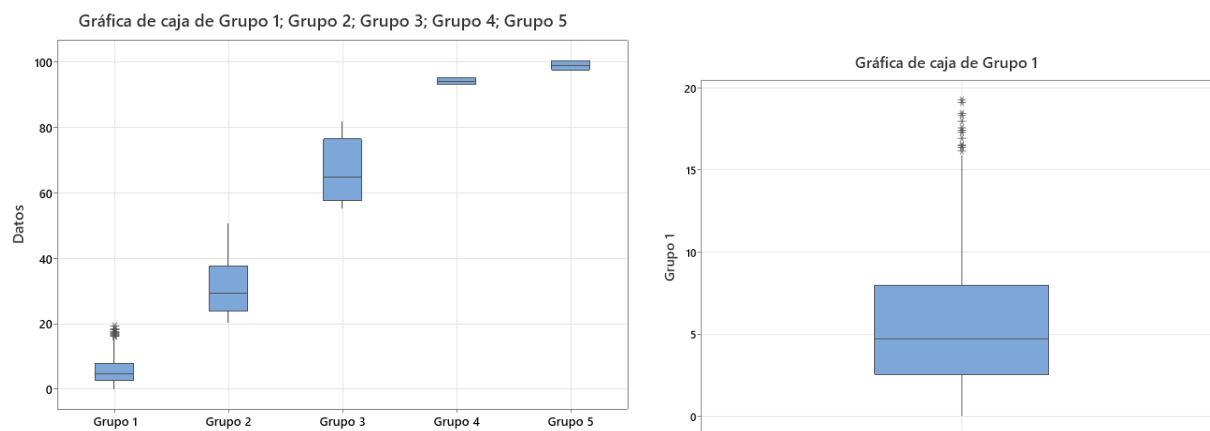
Partición final del clúster

	Número de observaciones	Dentro de la suma de cuadrados del conglomerado	Distancia promedio desde el centroide	Distancia máxima desde centroide
Conglomerado1	494	86,9573	0,344036	1,47318
Conglomerado2	36	24,3288	0,734228	1,64926
Conglomerado3	12	9,6392	0,810341	1,40604

Conglomerado4	2	0,0953	0,218328	0,21833
Conglomerado5	2	0,5798	0,538412	0,53841

Figura 27

Diagrama de cajas grupos dendograma



Teniendo en cuenta la distribución de los conglomerados se planteó el diagrama de caja donde se percibe diferencias significativas en cada grupo que permite efectuar una distribución acorde a la cantidad de residuos emitidos. Lo anterior el grupo 1, reúne gran cantidad de usuarios que comparten similitud en el registro de los residuos del primer aforo, por tal motivo dio como estrategia la división de este en dos subgrupos y esto se contrasta con el método intervalos de clase y así verificar si el análisis del dendograma es efectivo en cuanto a la similitud y homogeneidad de los datos.

10.3 Intervalos de clase

Son los intervalos en los que se agrupan y ordenan los valores observados. Cada uno de estos intervalos está delimitado (acotado) por dos valores extremos que les llamamos límites. (Academia de Matemáticas - Universidad Autonoma de Aguascalientes (UAA), 2015)

Vale la pena resaltar que la selección del número adecuado de intervalos y los límites

entre ellos dependieron del criterio y experiencia del análisis inicial de los datos y puestos a prueba para lograr el óptimo que requiere la propuesta de la estructura tarifaria para el componente de aseo, sin embargo, se utilizó como primera herramienta el método intervalos de clase con la regla de Sturges. Apéndice O

Tabla 13

Datos iniciales regla de Sturges

Muestra (n)	548
# Intervalos (k)	11
Límite Inferior (Li)	1,40
Limite Superior (Ls)	959,99
Rango (R)	958,59
Amplitud (A)	95,50

Una vez obtenida esta tabla de datos se conformaron los 11 grupos como esta indicado en el apéndice P.

Tabla 14

Intervalos de clase

	INTERVALOS		MARCA DE CLASE	FREC. ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA PORCENTUAL
	Li	Ls	Xi	f_i	p_i
1	1,40	96,90	49,15054776	446	81,38686131
2	96,90	192,39	144,6466433	58	10,58394161
3	192,39	287,89	240,1427388	15	2,737226277
4	287,89	383,39	335,6388343	11	2,00729927
5	383,39	478,88	431,1349299	3	0,547445255
6	478,88	574,38	526,6310254	6	1,094890511
7	574,38	669,88	622,1271209	4	0,729927007
8	669,88	765,37	717,6232165	1	0,182481752
9	765,37	860,87	813,119312	2	0,364963504

10	860,87	956,36	908,6154075	1	0,182481752
11	956,36	1051,86	1004,111503	1	0,182481752
				548	100

10.4 Resultados

Teniendo en cuenta el modelo inicial, se observó una gran cantidad de grupos que dificulta el proceso en el monto de la tarifa para el componente de aseo debido a la cantidad de datos y la individualidad que no es un factor relevante dentro de las sugerencias dadas por E.P.M.M., en concordancia se optó por realizar agrupamientos basados en la similitud del peso promedio mensual – kg/mes. Partiendo del modelo dado por el diagrama de cajas, figura 27.

A continuación, se presenta el comportamiento del primer intervalo de clase donde se encuentran los usuarios que demandan una cantidad de residuos hasta aproximadamente 100 kilos/mensuales.

10.4.1 Ajuste al modelo 1

Tabla 15

Ajuste al grupo 1 – Modelo

Li	Ls	Xi	fi	Fi	Hi
0	10	5	69	69	15,47%
10	20	15	47	116	26,01%
20	30	25	80	196	43,95%
30	40	35	57	253	56,73%
40	50	45	50	303	67,94%
50	60	55	43	346	77,58%
60	70	65	39	385	86,32%
70	80	75	32	417	93,50%
80	90	85	19	436	97,76%
90	100	95	10	446	100%
				446	

Partiendo del objeto del proyecto que se centra en la asignación de una tarifa equitativa de acuerdo con los residuos que cada establecimiento emite el rango que se asignó y conforme a los intervalos de clase en donde el límite superior y límite inferior comprenden los valores de 0 kg/mes – 96.86 kg/mes respectivamente; esto condujo a la subdivisión del grupo 1 en 2 subgrupos, partiendo del diagrama de caja, *figura 27*, y así lograr que fueran más uniformes y equitativos de acuerdo con la actividad económica a la que se dedican, en la siguiente tabla se refleja la distribución según el ajuste realizado. Apéndice P

Tabla 16

Grupos ajustados del modelo 1

GRUPOS MODELO 1	AJUSTE DEL MODELO 1	
Grupo 1	1.1	(0 - 40] kg/mes
Grupo 1	1.2	(40 - 96,85] kg/mes
Unión grupo 2 y 3	2	(96,85 – 287,89] kg/mes
Unión grupo 4, 5 y 6	3	(287,89 – 574,38]
Unión grupo 7, 8, 9, 10 y 11	4	(574,38 – 1000] kg/mes

Existe una estrecha relación entre la actividad económica que desarrolla cada usuario aforado y la cantidad y tipo de residuos que genera. El agrupamiento y subdivisión de los grupos se dio de acuerdo con el análisis de diferentes enfoques, patrones de consumo e información recolectada durante el trabajo de campo; como la cantidad promedio de residuos según tipo de actividad:

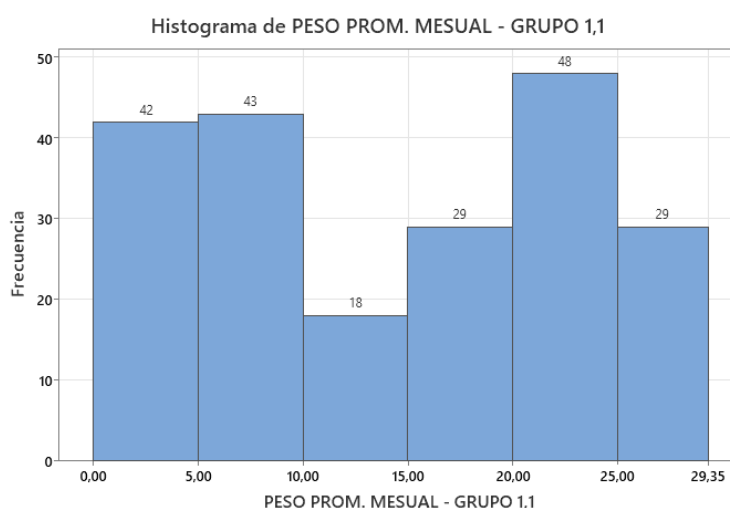
Industriales, quienes generan grandes cantidades de residuos de acuerdo con los procesos de transformación dentro de su plan de negocio emitiendo residuos de tipo orgánico, y sólido no aprovechable. Se enmarca el sector comercial que genera pequeña cantidad de residuos sólidos urbanos, como empaques, envases, papel y cartón y finalmente, entidades prestadoras del

servicio de salud, con poca emisión de desechos para la PTR.

- Grupo 1.1:** (209 usuarios), dentro de los cuales se involucran 16 establecimientos que en el momento del aforo no emitieron basura por lo cual no se realizó pesaje dado a que son lugares baldíos, en proceso de construcción o siguen siendo lotes, así mismo, se encuentran inmersos principalmente los almacenes de ropa y calzado, Odontologías, salsamentarias, licoreras, papelerías, supermercados y joyerías, los cuales su actividad económica está dedicada a la venta y comercialización de los productos finalizados en horarios de 8 am a 12pm y de 2 a 6 pm. También se identificó la presencia de un hotel de tiempo completo sin prestar el servicio de alimentación. El rango de kg/mes esta entre (0,00 - 29,35 kg).

Figura 28

Histograma - Frecuencia de datos grupo 1.1

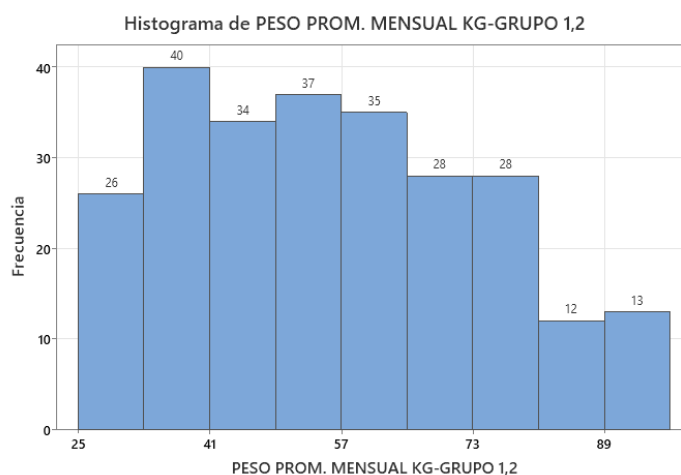


- Grupo 1.2:** en el segundo subgrupo se alberga a los usuarios que están dentro de 29,41 a 96,85 kg/mes de residuos sólidos, el cual incluye comercios como las panaderías, peluquerías, fruterías, asaderos y restaurantes pequeños, comidas rápidas, grandes hoteles

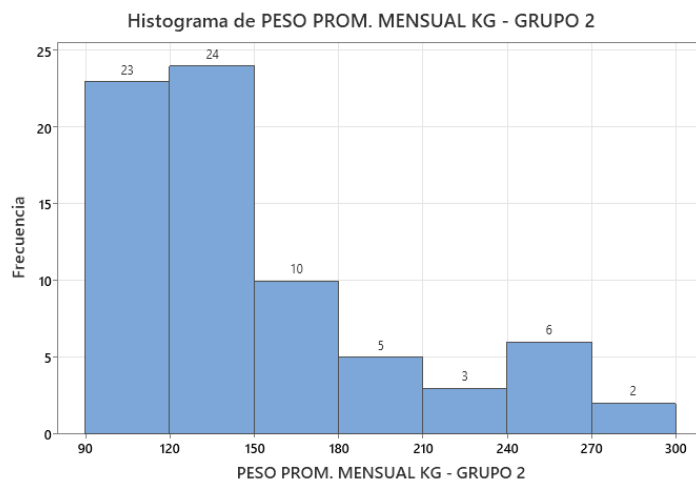
básicos que acorde a la clasificación del tipo de hotel se denominan grandes hoteles que ofrecen gran variedad de servicios dentro de los cuales incluye: alojamiento, restaurante lavandería y parqueadero., además de los multiusuarios conformados por 2 o 3 establecimientos con un solo registro en E.P.M.M.

Figura 29

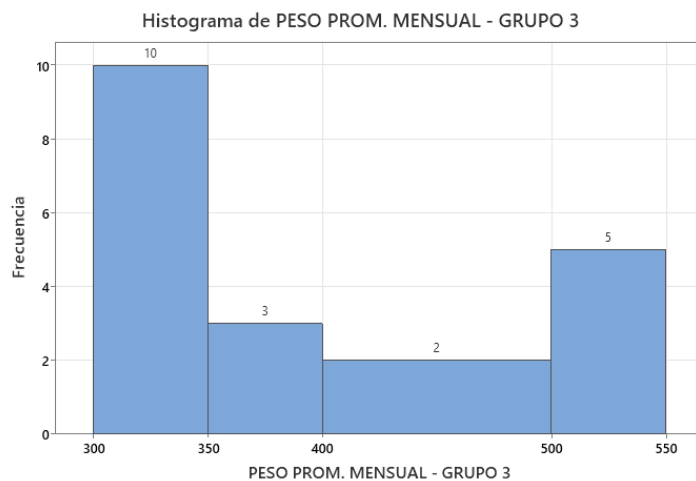
Histograma - Frecuencia de datos grupo 1.2



- **Grupo 2:** se encuentran grandes panaderías, tiendas D1 y ARA, restaurantes, venta de comidas rápidas que laboran en el día y parte de la noche, evidenciando de igual manera multiusuarios que comparten una misma matricula, gran concentración de bares, bancos lavaderos y talleres automotriz, con un peso promedio mensual de 55,93 kg/mes.

Figura 30*Histograma - Frecuencia de datos grupo 2*

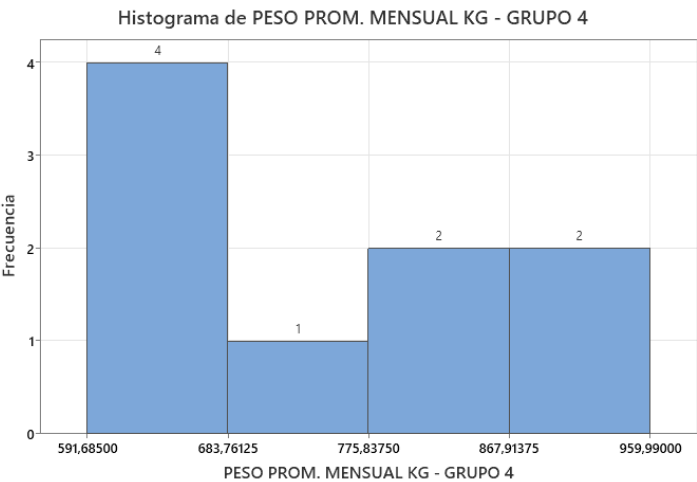
- **Grupo 3:** la mayoría de los kg/mes de residuos en el grupo 3 se encuentran dentro de 309,85 a 544,06 kg. Donde existe una menor cantidad de usuarios, y a la misma vez son usuarios oficiales, tales como: la estación de policía, UIS, SENA y la policlínica de la policía, la frecuencia disminuye gradualmente con establecimientos nocturnos de venta de comida y ferreterías de gran tamaño.

Figura 31*Histograma - Frecuencia de datos grupo 3*

- **Grupo 4:** la mayoría de las observaciones se encuentran en el rango de peso promedio mensual entre 590 y 960 kg/mes. Hay una menor cantidad de usuarios quienes representan grandes comercios dentro del municipio de Málaga, se destaca lácteos Rovirenses y su fábrica de quesos, y en la zona céntrica el asadero Kokorico y el tradicional Restaurante Rincón Santandereano.

Figura 32

Histograma - Frecuencia de datos grupo 4



- **Grandes productores >1 Ton/mes residuos**

Tabla 17

Grandes productores > 1 Ton/mes residuos

MATRICULA	PESO PROMEDIO - KG MESUAL	ACTIVIDAD ECONÓMICA
PM	34548,565	Plaza de mercado Málaga
C R	9329,124	Colegio Oficial Nuestra señora del Rosario
2130	5116,703	E.H.E. Hospital Regional García Rovira
247	2024,580	Molinos
4373	1635,987	Colegio Normal Superior
PC	1523,829	Pabellón carnes
2567	1430,376	Colegio Custodio

4488	1413,843	Instituto Técnico Industrial - Secundaria
5801	1244,132	INPEC
1088	1244,132	Cárcel del circuito MD 0029
3572	1161,823	Estación de Servicio Terpel Parador Bar
1432	1038,594	Instituto Técnico Industrial - Primaria
1316	1023,970	Escuela Edelmira Blanco
Z I	6254,75	Zona industrial

Figura 33

Grandes productores

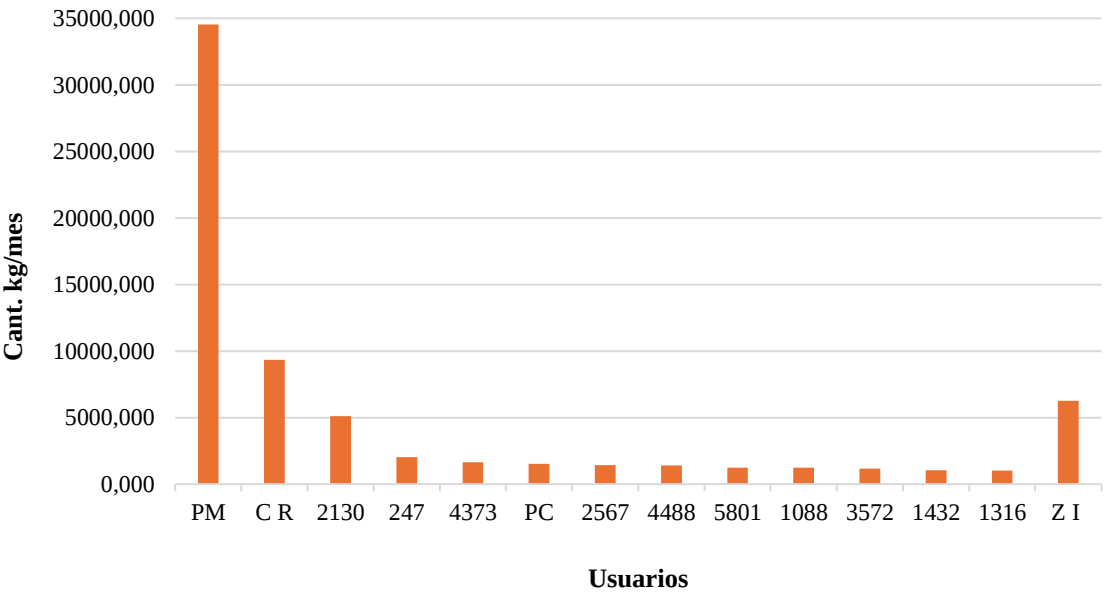
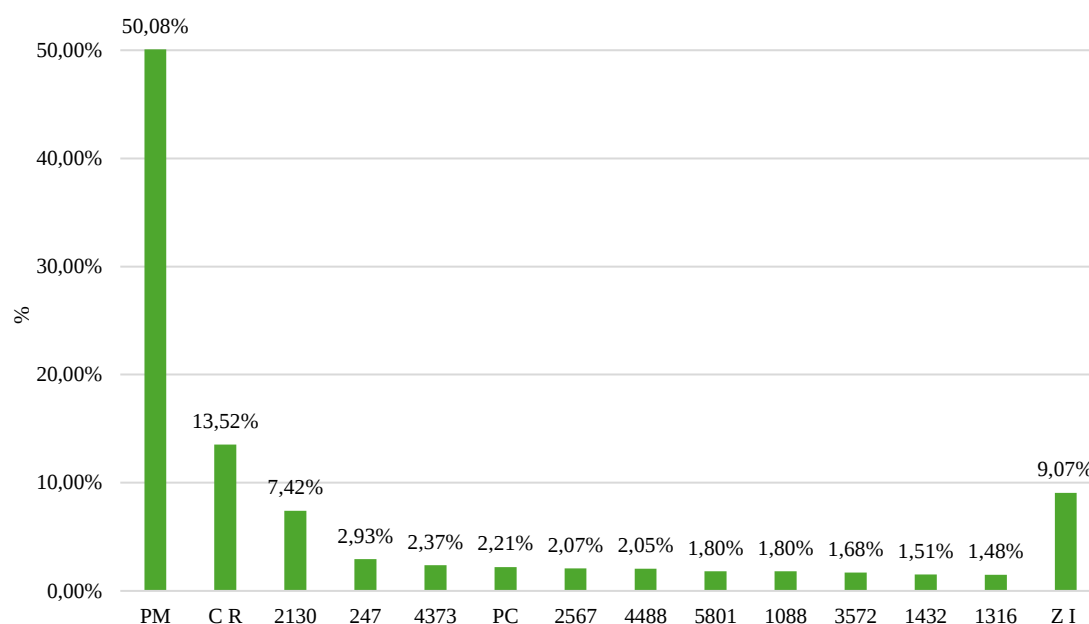


Figura 34*Porcentaje de participación de los grandes productores*

En el gráfico representa los establecimientos que emiten gran volumen de desechos, acorde a su actividad económica, donde la Plaza de mercado es la que tiene la mayor cantidad de residuos orgánicos y no aprovechables, al igual que el Colegio Nuestra Señora del Rosario debido a que tiene cuatro sedes donde presta su servicio de educación básica primaria y secundaria.

Así mismo se encuentra la zona industrial donde se albergan empresas de mecánica, soldadura y fábricas, considerado como un nuevo suscriptor en el cambio de la tarifa para el componente de aseo, también tienen una cantidad significativa el E.H. E. Hospital Regional de García Rovira, el pabellón de carnes y la cárcel junto con el custodio del INPEC.

11. Propuesta Estructura Tarifaria Para el Componente de Aseo

De acuerdo con el análisis y revisión del Modelo 1 previamente explicito, E.P.M.M., sugirió un cambio en los rangos kg/mes al entero inferior con el fin de facilitar las divisiones de los rangos para los grupos y de esta manera lograr tener un valor de mayor exactitud.

11.1 Ajuste del modelo 1 para cambio a la tarifa en el componente de aseo

Dando continuidad al objeto del proyecto el cual se basó en la equidad del costo para el componente de aseo de acuerdo con los residuos emitidos por cada usuario, se conformaron los siguientes grupos, mostrados en la **tabla 19**, y que fueron expuestos al modelamiento en la ecuación tarifaria descrita en la Resolución CRA 720 de 2015, y así mismo con el apéndice Q, “Por la cual se establece el régimen de regulación tarifaria al que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de más de 5.000 suscriptores en áreas urbanas, la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones” (Comisión de Regulación de Agua potable y Saneamiento Básico, 2015)

- Apéndice R. Ajuste grupos de usuarios para cambio de tarifa

Tabla 18

Grupos para el cambio de la tarifa - ASEO

Grupos	Usuarios	Rango kg/mes	Peso total (Ton/mes)
1	212	(0 - 30] kg	3,12
2	253	(30 - 100] kg	14,35
3	70	(100 - 276] kg	10,79
4	20	(276 - 545] kg	7,99
5	9	(545 - 1000] kg	6,59
Grandes productores	14	> 1000 kg	68,99
	578		111,82

11.2 Parámetros de la estructura tarifaria

Partiendo de que E.P.M.M., no tiene implementada en totalidad la metodología de estructura tarifaria basada en la Resolución CRA 720 de 2015, debido a que condelecía de un proceso de aforo, en consecuencia, maneja el factor máximo expuesto en la norma de $F_7 = 2,44$ para los pequeños comerciales, apéndice S.

Ahora en el Art. 4 de la presente resolución expuesta en el apéndice T, donde se encuentra las definiciones, y parámetros que son abordadas para el componente de aseo, teniendo en cuenta el factor de producción de residuos no aprovechables que llegan al relleno sanitario en función de cada uno de los estratos, expuesto en el parágrafo 2 del artículo 42 de la misma. Donde los factores de producción F_1 a F_6 corresponden respectivamente a los estratos 1 a 6 de suscriptores residenciales; el factor F_7 se refiere a los pequeños productores no residenciales; F_8 es el factor para inmuebles o lotes desocupados. (COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO, 2015)

Tabla 19

Factores de producción por tipo de suscriptor

Tipo de suscriptor	Fu
F_1	0,79
F_2	0,86
F_3	0,90
F_4	1,00
F_5	1,22
F_6	1,50
F_7	2,44
F_8	0,00

Figura 35*Tarifa vigente - E.P.M.M.*

TIPO DE USUARIO	Nu	Nau	Nd	Nu-Nau-Nd	Aiu	Api	Fu	(Nu-Nau-Nd)* Fu	(Qna-Qr-2 TAFNA) *Fu	TRNA
Residencial Estrato 1	2.013	0	116	1.897	0,00	0,00	0,79	1.498,63	267,61	0,040150
Residencial Estrato 2	3.745	0	142	3.603	0,00	0,00	0,86	3.098,58	291,32	0,043708
Residencial Estrato 3	713	0	35	678	0,00	0,00	0,90	610,20	304,87	0,045741
Residencial Estrato 4	6	0	0	6	0,00	0,00	1,00	6,00	338,75	0,050823
Residencial Estrato 5	0	0	0	0	0,00	0,00	1,22	0,00	413,27	0,062004
Residencial Estrato 6	0	0	0	0	0,00	0,00	1,50	0,00	508,12	0,076235
Pequeño Productor	636	0	41	595	0,00	0,00	2,44	1.451,80	826,55	0,124009
Gran Productor	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000000
TOTALES	7.113	0	334	6.779	0,00	0,00		6.665,21		

De acuerdo con el total de residuos no aprovechables (TRNA), esta distribuido entre los pequeños comerciales por el factor F₇, sin distinguir la cantidad de residuos generados por cada suscriptor.

Conforme a lo expuesto anteriormente para el caso del factor de producción F₇, es decir, los correspondientes a pequeños productores de residuos sólidos, se logró establecer factores menores previamente definidos y soportados por la base de datos suministrada a E.P.M.M., quien es la prestadora del servicio, las categorías establecidas en el F₇ están soportadas en los aforos realizados durante los meses de febrero y marzo del 2024, donde se tuvo en cuenta la categorización de la normatividad vigente.

Con respecto a las apreciaciones expuestas por E.P.M.M., dentro de su experiencia y debido a la modelación de los datos en la estructura tarifaria para el componente de aseo, se realizó la fusión de los grupos 4 y 5, dado a que el resultado no favorece a la distribución del factor previamente expuesto, dando como resultado final la siguiente cantidad de usuarios por grupo. Apéndice U.

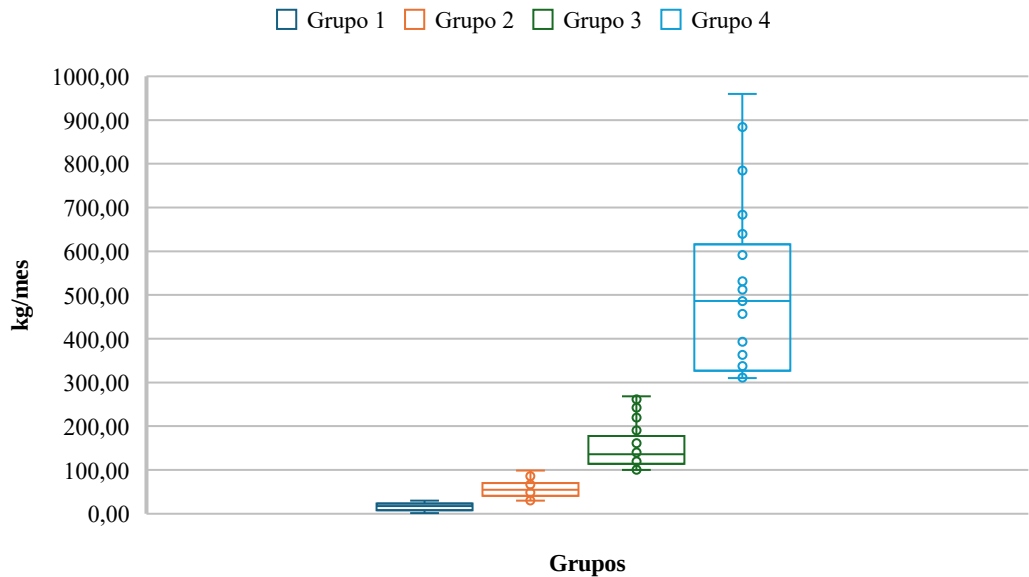
Tabla 20

Grupos definidos para la tarifa del componente de ASEO

Grupos	Usuarios	Rango kg/mes	Peso total (Ton/mes)
1	212	(0 - 30] kg	3,12
2	253	(30 - 100] kg	14,35
3	70	(100 - 276] kg	10,79
4	29	(276 - 1000] kg	14,57
Grandes productores	14	> 1000 kg	68,99
	578		111,82

Figura 36

Diagrama de caja y bigotes de los grupos para la tarifa



En el diagrama de cajas se observa los 4 cuatro grupos que fueron utilizados para el cambio de la tarifa, donde el conjunto de datos de cada grupo tiene distribuciones de residuos similares. La proporción de los cuartiles de los cuatro grupos son de tamaño similar, lo que indica que la variabilidad de los datos de residuos dentro de cada grupo es similar. A demás de indicar que los grupos tienen niveles de residuos promedios mensuales comparables entre sí.

Se evidencia notablemente que no existe gran cantidad de datos atípicos pues solo 1 dato esta fuera de los bigotes identificado en el grupo 3 y finalmente, se logró percibir una homogeneidad de los datos en cada uno de los grupos que emitieron en promedio una cantidad similar de desechos.

11.3 Resultados propuesta estructura tarifaria para el componente de aseo – E.P.M.M.

A partir de los parámetros y los lineamientos dados por el tutor Luis Arley López Estupiñán, Administrador de empresas (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Ms. en servicios públicos), y acorde con los datos finales ya establecidos se dispuso lo siguiente:

11.3.1 Calculo de los consumos facturables por suscriptor

Según lo dispuesto en el Título III de la Resolución CRA 720 de 2015 (Trifas y producción de residuos facturados), existen dos tipos generales de consumos facturables por suscriptor:

- Los primeros que deben ser definidos en conjunto por los prestadores existentes en áreas urbanas de un mismo municipio y/o distrito conforme a lo dispuesto en el Art. 40 de la Resolución CRA 720 de 2015.
- Los segundos que deben ser definidos por cada prestador, debido a que tienen que ver con los residuos sólidos domiciliarios recolectados y transportados conforme a lo dispuesto en el artículo 41 de la Resolución CRA 720 de 2015.

Considerando que en el municipio de Málaga no existen prestadores que concurren simultáneamente en el área urbana, ambos tipos de consumo facturable se calcularon con base en la información recolectada por las autoras del trabajo y reflejada en el apéndice U.

En el apéndice V, se observa la propuesta al cambio de la tarifa en el componente de aseo, con sus respectivos cálculos y parámetros descritos en la norma, además de estar recopilados en cada

componente como se refleja a continuación:

11.3.1.1 Toneladas de residuos de barrido y limpieza por suscriptor ($\overline{TRBL}$):

$$\overline{TRBL} = \frac{\text{promedio}[\sum_{j=1}^m QBL_j]}{N}$$

Tabla 21

Variables - Toneladas de residuos de barrido y limpieza por suscriptor

VARIABLE	UNIDAD	VALOR
QBL_j Toneladas mensuales de barrido y limpieza de la persona prestadora j	Toneladas/mes	3,56
N Promedio de los últimos seis (6) meses del número de suscriptores totales en el municipio y/o distrito	Suscriptores	7.055
j Número de personas prestadoras en el área urbana del mismo municipio y/o distrito	Adimensional	1
$\overline{TRBL}$ Toneladas de residuos de barrido y limpieza por suscriptor	Toneladas/ Suscriptor-mes	0.000504

11.3.2 Toneladas de residuos de limpieza urbana por suscriptor ($\overline{TRLU}$):

$$\overline{TRLU} = \frac{\text{promedio}[\sum_{j=1}^m QLU_j]}{N}$$

Tabla 22

Toneladas de residuos de limpieza urbana por suscriptor $TRLU$

VARIABLE	UNIDAD	VALOR
QLU_j Toneladas mensuales de limpieza urbana de la persona prestadora j	Toneladas/mes	0,0000 ⁴

⁴ Los residuos provenientes de las actividades de limpieza urbana aún no han sido cuantificados, razón

N	Promedio de los últimos seis (6) meses del número de suscriptores totales en el municipio y/o distrito	Suscriptores	7.055
j	Número de personas prestadoras en el área urbana del mismo municipio y/o distrito	Adimensional	1
$\overline{TRLU}$	Toneladas de residuos de limpieza urbana por suscriptor	Toneladas/Suscriptor-mes	0,0000

11.3.4 Toneladas de residuos de rechazo del aprovechamiento por suscriptor ($\overline{TRRA}$):

$$\overline{TRRA} = \frac{\text{promedio}[\sum_{j=1}^m QR_j]}{N - ND}$$

Tabla 23

Toneladas de residuos de rechazo del aprovechamiento por suscriptor - TRRA

VARIABLE	UNIDAD	VALOR
QR_j	Toneladas mensuales de rechazo del aprovechamiento de la persona prestadora j medidas en las prestadoras ECA	Toneladas/mes 0,0000
N	Promedio de los últimos seis (6) meses del número de suscriptores totales en el municipio y/o distrito	Suscriptores 7.055
ND	Promedio total de número de suscriptores de inmuebles desocupados incluidos los desocupados grandes productores no residenciales para el municipio y/o distrito de los últimos seis (6) meses	Suscriptores 55

por la cual la Empresa deberá disponer de esta información cada mes para calcular de manera correcta este parámetro.

j	Número de personas prestadoras en el área urbana del mismo municipio y/o distrito	Adimensional	1
-----	---	--------------	---

$\overline{TRRA}$	Toneladas de residuos de limpieza urbana por suscriptor	Toneladas/ Suscriptor-mes	0,0000
-------------------------------------	--	--------------------------------------	---------------

11.3.5 Toneladas de residuos efectivamente aprovechados por suscriptor no aforado ($\overline{TRA}$):

$$\overline{TRA} = \frac{\text{promedio}[\sum_{j=1}^m QA_j]}{N - ND - NA}$$

Tabla 24

Toneladas de residuos efectivamente aprovechados por suscriptor no aforado - TRA

VARIABLE	UNIDAD	VALOR
	Toneladas mensuales efectivamente	
QA_j	aprovechadas no aforadas de la persona prestadora j de RTA, reportadas por las ECA	Toneladas/mes 0,0000
N	Promedio de los últimos seis (6) meses del número de suscriptores totales en el municipio y/o distrito	Suscriptores 7.055
ND	Promedio total de número de suscriptores de inmuebles desocupados incluidos los desocupados grandes productores no residenciales para el municipio y/o distrito de los últimos seis (6) meses	Suscriptores 348
NA	Promedio total de número de suscriptores gran productor de aprovechamiento, para el municipio y/o distrito de los últimos seis (6) meses	Suscriptores 0

j Número de personas prestadoras en el área urbana del mismo municipio y/o distrito Adimensional 1

$(\overline{TRA})$	Toneladas de residuos efectivamente aprovechados por suscriptor no aforado	Toneladas/ Suscriptor- mes	0,0000
--------------------	---	-----------------------------------	---------------

11.3.6 Toneladas de Residuos No Aprovechables por Tipo de Suscriptor ($TRNA_{u,z}$):

Considerando lo dispuesto en el artículo 41 de la Resolución CRA 720 de 2015, este consumo facturable se calcula de la siguiente manera:

Si no tiene aforo individual de residuos:

$$TRNA_{u,z} = \frac{(\overline{QNA_z} - \overline{QR_z} - \sum_i TAFNA_{i,z}) * F_u}{\sum_{u=1}^{11} ((n_{u,z} - na_{u,z} - nD_{u,z}) * F_u)}$$

Tabla 25

Toneladas de Residuos No Aprovechables por Tipo de Suscriptor - TRNA

VARIABLE	UNIDAD	VALOR
$\overline{QNA_z}$ Toneladas promedio de residuos No Aprovechables por APS z, de la persona prestadora	Toneladas/mes	342,31
$\overline{QR_z}$ Toneladas promedio de residuos de Rechazo del Aprovechamiento del semestre que corresponda por APS z, de la persona prestadora	Toneladas/mes	0,0000
$TAFNA_{i,z}$ Toneladas de Residuos No	Toneladas/	

Aprovechables aforadas por suscriptor i, en la APS z Suscriptor- 68,99
mes

F_u Factor de producción para el Adimensional
suscriptor
tipo u.

Re1	0,79
Re2	0,86
Re3	0,90
Re4	1,00
Re5	1,22
Re6	1,50
PP1	0,68
PP2	2,30
PP3	3,00
PP4	6,35
Desocupados	0,00

$n_{u,z}$ Promedio de los últimos seis (6) Suscriptores
meses del número de suscriptores del
tipo u en el APS z de la persona
prestadora del servicio

Re1	2.013
Re2	3.745
Re3	713
Re4	6
Re5	0
Re6	0
PP1	212
PP2	253
PP3	70
PP4	29
GP	14
Total	7.055

$na_{u,z}$ Promedio de los últimos seis (6) Suscriptores
meses del número de suscriptores con 0
aforo ordinario, extraordinario o
permanente del tipo u en el APS z de
la persona prestadora del servicio

$nD_{u,z}$ Promedio de los últimos seis (6) Suscriptores
meses del número de suscriptores de
inmuebles desocupados, incluidos los
desocupados grandes productores no
residenciales del tipo u en el APS z de
la persona prestadora del servicio

Re1	116
Re2	142
Re3	35
Re4	0
Re5	0
Re6	0
PP1	18
PP2	21
PP3	9
PP4	7
GP	0
Total	348

U Tipo de suscriptor u Adimensional u de 1 a 6 es
Residencial Estrato 1
a 6; u7 es pequeño

productor (PP1, PP2, PP3, PP4); GP es gran productor y u8 es desocupado

$\overline{TRNA}_{u,z}$	Toneladas de Residuos No Aprovechables por tipo de suscriptor u por APS z, de la persona prestadora (toneladas/suscriptor-mes).	Toneladas/Suscriptor-mes	Re1	0,034363
			Re2	0,037408
			Re3	0,039148
			Re4	0,043498
			Re5	0,053068
			Re6	0,065247
			PP1	0,029579
			PP2	0,100045
			PP3	0,130494
			PP4	0,276212
			Desocupados	0,000000

11.3.7 Balance de producción de residuos del APS (Q_z)

Considerando lo dispuesto en el artículo 47 de la Resolución CRA 720 de 2015, la producción total de residuos sólidos provenientes del área prestadora del servicio facturados por la persona prestadora se calcula de la siguiente manera:

$$Q_z = QBL_z + QLU_z + QNA_z + QA_z$$

Tabla 26

Balance de producción de residuos del APS - Q_z

VARIABLE	UNIDAD	VALOR
Toneladas promedio de residuos de Barrido y Limpieza		
QBL_z de la persona prestadora j en el APS z	Toneladas/mes	3,56
$QBL_z = \overline{TRBL} * (n_z)$		
Toneladas promedio de residuos de Limpieza Urbana de		
QLU_z la persona prestadora j en el APS z	Toneladas/mes	0,00
$QLU_z = \overline{TRLU} * (n_z)$		

Toneladas promedio de residuos no aprovechables del semestre, de la persona prestadora j en el APS z

$$QNA_z = \sum_{u=1}^{11} TRNA_{u,z} * n_{u,z} + \sum_{i=1}^n TAFNA_{i,z} + \overline{TRRA} * (n_z - nd_z)$$

Toneladas/mes 338,75

Toneladas promedio de residuos efectivamente aprovechadas, aforadas y no aforadas de la persona

$$QA_z = \sum Q_{A_j} * \left(\frac{n_j}{N}\right) + \sum_i TAFNA_{i,k}$$

Toneladas/mes 0,00

Qz	Total, producción promedio de residuos del APS z de la persona prestadora j	Toneladas/mes	342,30
-----------	--	----------------------	---------------

11.4 Cálculo de las tarifas del servicio

11.4.1 Tarifas integrales

Según lo dispuesto en el artículo 39 de la Resolución CRA 720 de 2015, la tarifa final aplicable al suscriptor de manera mensual se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

Si el usuario no tiene aforo:

$$TFS_{u,z} = (CFT + CVNA * (\overline{TRBL} + \overline{TRLU} + TRNA_{u,z} + \overline{TRRA}) + (VBA * \overline{TRA})) * (1 \pm FCS_u)$$

Tabla 27

Tarifa integral para usuario no aforado

VARIABLE		UNIDAD	VALOR
CFT	Costo Fijo Total	\$/Suscriptor-mes	\$7.798,59
CVNA	Costo Variable por Tonelada de Residuos No Aprovechables	\$/Tonelada	\$234.882,66
VBA	Valor Base de Aprovechamiento por Tonelada de Residuos	\$/Tonelada	\$233.340,70

Aprovechables

$\overline{TRBL}$	Toneladas de Residuos de Barrido y Limpieza por Suscriptor.	Toneladas/ Suscriptor-mes	0.000504																							
$\overline{TRLU}$	Toneladas de Residuos de Limpieza Urbana por Suscriptor	Toneladas/ Suscriptor-mes	0,0000																							
$TRNA_{u, z}$	Toneladas de Residuos No Aprovechables por Suscriptor u en el APS z, de la persona prestadora	Toneladas/ Suscriptor-mes	<table> <tr><td>Re1</td><td>0,034363</td></tr> <tr><td>Re2</td><td>0,037408</td></tr> <tr><td>Re3</td><td>0,039148</td></tr> <tr><td>Re4</td><td>0,043498</td></tr> <tr><td>Re5</td><td>0,053068</td></tr> <tr><td>Re6</td><td>0,065247</td></tr> <tr><td>PP1</td><td>0,029579</td></tr> <tr><td>PP2</td><td>0,100045</td></tr> <tr><td>PP3</td><td>0,130494</td></tr> <tr><td>PP4</td><td>0,276212</td></tr> <tr><td>Desocupados</td><td>0,000000</td></tr> </table>	Re1	0,034363	Re2	0,037408	Re3	0,039148	Re4	0,043498	Re5	0,053068	Re6	0,065247	PP1	0,029579	PP2	0,100045	PP3	0,130494	PP4	0,276212	Desocupados	0,000000	
Re1	0,034363																									
Re2	0,037408																									
Re3	0,039148																									
Re4	0,043498																									
Re5	0,053068																									
Re6	0,065247																									
PP1	0,029579																									
PP2	0,100045																									
PP3	0,130494																									
PP4	0,276212																									
Desocupados	0,000000																									
$\overline{TRRA}$	Toneladas de Residuos de Rechazo del Aprovechamiento por Suscriptor	Toneladas/ Suscriptor-mes	0,0000																							
$\overline{TRA}$	Toneladas de Residuos Efectivamente Aprovechadas por Suscriptor No Aforado	Toneladas/ Suscriptor-mes	0,0000																							
FCSu	Factor de contribución o subsidio correspondiente a cada suscriptor, aplicable para el servicio público de aseo	Adimensional	<table> <tr><td>Re1</td><td>-32 %</td></tr> <tr><td>Re2</td><td>-26 %</td></tr> <tr><td>Re3</td><td>-15 %</td></tr> <tr><td>Re4</td><td>0</td></tr> <tr><td>Re5</td><td>50 %</td></tr> <tr><td>Re6</td><td>60 %</td></tr> <tr><td>Comercial</td><td>50 %</td></tr> <tr><td>Industrial</td><td>30 %</td></tr> <tr><td>Oficial</td><td>0</td></tr> </table>	Re1	-32 %	Re2	-26 %	Re3	-15 %	Re4	0	Re5	50 %	Re6	60 %	Comercial	50 %	Industrial	30 %	Oficial	0					
Re1	-32 %																									
Re2	-26 %																									
Re3	-15 %																									
Re4	0																									
Re5	50 %																									
Re6	60 %																									
Comercial	50 %																									
Industrial	30 %																									
Oficial	0																									

$TFS_{u,z}$	Tarifa Final por suscriptor tipo u, en el APS z, de la persona prestadora	\$/Suscriptor-mes	Siguiente Tabla
-------------	---	-------------------	-----------------

Según lo anterior, las tarifas antes de subsidios y contribuciones serán las siguientes:

Figura 37*Tarifas antes de subsidios y contribuciones*

USUARIOS OCUPADOS	TRBL	TRLU	TRNA	TRRA	TRA	TARIFA			TARIFA
						FIJA	VARIABLE N.A.	APROVECH	
Residencial Estrato 1	0,000504	0,000000	0,034363	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 8.189,65	\$ 0,00	\$ 15.988,24
Residencial Estrato 2	0,000504	0,000000	0,037408	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 8.904,87	\$ 0,00	\$ 16.703,46
Residencial Estrato 3	0,000504	0,000000	0,039148	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 9.313,57	\$ 0,00	\$ 17.112,16
Residencial Estrato 4	0,000504	0,000000	0,043498	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 10.335,31	\$ 0,00	\$ 18.133,90
Residencial Estrato 5	0,000504	0,000000	0,053068	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 12.583,13	\$ 0,00	\$ 20.381,72
Residencial Estrato 6	0,000504	0,000000	0,065247	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 15.443,77	\$ 0,00	\$ 23.242,36
Pequeño Productor Comercial 1	0,000504	0,000000	0,029579	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 7.065,98	\$ 0,00	\$ 14.864,57
Pequeño Productor Comercial 2	0,000504	0,000000	0,100045	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 23.617,22	\$ 0,00	\$ 31.415,81
Pequeño Productor Comercial 3	0,000504	0,000000	0,130494	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 30.769,16	\$ 0,00	\$ 38.567,75
Pequeño Productor Comercial 4	0,000504	0,000000	0,276212	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 64.995,79	\$ 0,00	\$ 72.794,38
Pequeño Productor Industrial 1	0,000504	0,000000	0,029579	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 7.065,98	\$ 0,00	\$ 14.864,57
Pequeño Productor Industrial 2	0,000504	0,000000	0,100045	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 23.617,22	\$ 0,00	\$ 31.415,81
Pequeño Productor Industrial 3	0,000504	0,000000	0,130494	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 30.769,16	\$ 0,00	\$ 38.567,75
Pequeño Productor Industrial 4	0,000504	0,000000	0,276212	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 64.995,79	\$ 0,00	\$ 72.794,38
Pequeño Productor Oficial 1	0,000504	0,000000	0,029579	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 7.065,98	\$ 0,00	\$ 14.864,57
Pequeño Productor Oficial 2	0,000504	0,000000	0,100045	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 23.617,22	\$ 0,00	\$ 31.415,81
Pequeño Productor Oficial 3	0,000504	0,000000	0,130494	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 30.769,16	\$ 0,00	\$ 38.567,75
Pequeño Productor Oficial 4	0,000504	0,000000	0,276212	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 64.995,79	\$ 0,00	\$ 72.794,38

Al aplicar los subsidios y contribuciones vigentes en el municipio de Málaga, adoptados mediante Acuerdo Municipal No. 041 de 2012, se presenta lo siguiente:

Figura 38*Tarifa por pagar después de contribución y subsidio*

USUARIOS OCUPADOS	TARIFA	Fi	Vr. APO/SUB	NETO A PAGAR
Residencial Estrato 1	\$15.988,24	-32,0%	-\$5.116,24	\$10.872,00
Residencial Estrato 2	\$16.703,46	-26,0%	-\$4.342,90	\$12.360,56
Residencial Estrato 3	\$17.112,16	-15,0%	-\$2.566,82	\$14.545,34
Residencial Estrato 4	\$18.133,90	0,0%	\$0,00	\$18.133,90
Residencial Estrato 5	\$20.381,72	50,0%	\$10.190,86	\$30.572,58
Residencial Estrato 6	\$23.242,36	60,0%	\$13.945,42	\$37.187,78
Pequeño Productor Comercial 1	\$14.864,57	50,0%	\$7.432,29	\$22.296,86
Pequeño Productor Comercial 2	\$31.415,81	50,0%	\$15.707,91	\$47.123,72
Pequeño Productor Comercial 3	\$38.567,75	50,0%	\$19.283,88	\$57.851,63
Pequeño Productor Comercial 4	\$72.794,38	50,0%	\$36.397,19	\$109.191,57
Pequeño Productor Industrial 1	\$14.864,57	30,0%	\$4.459,37	\$19.323,94
Pequeño Productor Industrial 2	\$31.415,81	30,0%	\$9.424,74	\$40.840,55
Pequeño Productor Industrial 3	\$38.567,75	30,0%	\$11.570,33	\$50.138,08
Pequeño Productor Industrial 4	\$72.794,38	30,0%	\$21.838,31	\$94.632,69
Pequeño Productor Oficial 1	\$14.864,57	0,0%	\$0,00	\$14.864,57
Pequeño Productor Oficial 2	\$31.415,81	0,0%	\$0,00	\$31.415,81
Pequeño Productor Oficial 3	\$38.567,75	0,0%	\$0,00	\$38.567,75
Pequeño Productor Oficial 4	\$72.794,38	0,0%	\$0,00	\$72.794,38

Fi: % de contribución o subsidio de acuerdo con el Acuerdo Municipal No. 041 de 2012, donde los residenciales estratos 1,2,3, tiene un subsidio del 32%, 26% y 15%

respectivamente; los pequeños productores comerciales 1,2,3 y 4, aportan el 50%, y finalmente el sector industrial aporta un 30%.

11.4.2 Tarifas de Inmuebles Desocupados

Según lo dispuesto en el artículo 45 de la Resolución CRA 720 de 2015, los inmuebles que acrediten estar desocupados se les aplicará la tarifa establecida en el punto anterior considerando una cantidad correspondiente de toneladas presentadas para recolección igual a cero en las siguientes variables: $TRNA_u$, z , $\overline{TRA}$, $\overline{TRRA}$.

Según lo anterior, las tarifas aplicables a este tipo de suscriptor antes de subsidios y contribuciones serán las siguientes:

Figura 39

Tarifas de inmuebles desocupados

USUARIOS DESOCUPADOS	TRBL	TRLU	TRNA	TRRA	TRA	TARIFA			TARIFA
						FUA	VARIABLE N.A.	APROVECH	
Residencial Estrato 1	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Residencial Estrato 2	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Residencial Estrato 3	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Residencial Estrato 4	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Residencial Estrato 5	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Residencial Estrato 6	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Pequeño Productor Comercial 1	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Pequeño Productor Comercial 2	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Pequeño Productor Comercial 3	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Pequeño Productor Comercial 4	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Pequeño Productor Industrial 1	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Pequeño Productor Industrial 2	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Pequeño Productor Industrial 3	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Pequeño Productor Industrial 4	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Pequeño Productor Oficial 1	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Pequeño Productor Oficial 2	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Pequeño Productor Oficial 3	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97
Pequeño Productor Oficial 4	0,000504	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	\$ 7.798,59	\$ 118,38	\$ 0,00	\$ 7.916,97

Al aplicar los subsidios y contribuciones vigentes en el municipio de Málaga, adoptados mediante Acuerdo Municipal No. 041 de 2012, se presenta lo siguiente:

Figura 40*Subsidios y contribuciones a inmuebles desocupados*

USUARIOS DESOCUPADOS	TARIFA	Fi	Vr. APO/SUB	NETO A PAGAR
Residencial Estrato 1	\$7.916,97	-32,0%	-\$2.533,43	\$5.383,54
Residencial Estrato 2	\$7.916,97	-26,0%	-\$2.058,41	\$5.858,56
Residencial Estrato 3	\$7.916,97	-15,0%	-\$1.187,55	\$6.729,42
Residencial Estrato 4	\$7.916,97	0,0%	\$0,00	\$7.916,97
Residencial Estrato 5	\$7.916,97	50,0%	\$3.958,49	\$11.875,46
Residencial Estrato 6	\$7.916,97	60,0%	\$4.750,18	\$12.667,15
Pequeño Productor Comercial 1	\$7.916,97	50,0%	\$3.958,49	\$11.875,46
Pequeño Productor Comercial 2	\$7.916,97	50,0%	\$3.958,49	\$11.875,46
Pequeño Productor Comercial 3	\$7.916,97	50,0%	\$3.958,49	\$11.875,46
Pequeño Productor Comercial 4	\$7.916,97	50,0%	\$3.958,49	\$11.875,46
Pequeño Productor Industrial 1	\$7.916,97	30,0%	\$2.375,09	\$10.292,06
Pequeño Productor Industrial 2	\$7.916,97	30,0%	\$2.375,09	\$10.292,06
Pequeño Productor Industrial 3	\$7.916,97	30,0%	\$2.375,09	\$10.292,06
Pequeño Productor Industrial 4	\$7.916,97	30,0%	\$2.375,09	\$10.292,06
Pequeño Productor Oficial 1	\$7.916,97	0,0%	\$0,00	\$7.916,97
Pequeño Productor Oficial 2	\$7.916,97	0,0%	\$0,00	\$7.916,97
Pequeño Productor Oficial 3	\$7.916,97	0,0%	\$0,00	\$7.916,97
Pequeño Productor Oficial 4	\$7.916,97	0,0%	\$0,00	\$7.916,97

11.4.3 Tarifas a grandes productores

Según lo dispuesto en el párrafo 1 del artículo 42 de la Resolución CRA 720 de 2013, las tarifas de los Grandes Productores se sujetarán en todo al aforo que conforme al decreto 2981 de 2013 se debe realizar obligatoriamente sobre ellos. Para el cálculo de su tarifa se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$TFS_{i,z} = (CFT + CVNA * (\overline{TRBL} + \overline{TRLU} + TRNA_{i,z} + \overline{TRRA}) + (VBA * \overline{TAF A_{i,k}})) * (1 \pm FCS_u)$$

Tabla 28*Tarifas a grandes productores*

VARIABLE		UNIDAD	VALOR
CFT	Costo Fijo Total	\$/Suscriptor-mes	\$7.798,59
CVNA	Costo Variable por Tonelada de Residuos No Aprovechables	\$/Tonelada	\$234.882,66

VBA	Valor Base de Aprovechamiento por Tonelada de Residuos Aprovechables	\$/Tonelada	\$233.340,70								
$\overline{TRBL}$	Toneladas de Residuos de Barrido y Limpieza por Suscriptor.	Toneladas/ Suscriptor-mes	0.000504								
$\overline{TRLU}$	Toneladas de Residuos de Limpieza Urbana por Suscriptor.	Toneladas/ Suscriptor-mes	0,0000								
$TRNA_{u, z}$	Toneladas de Residuos No Aprovechables por Suscriptor u en el APS z, de la persona prestadora.	Toneladas/ Suscriptor-mes	68,99								
$\overline{TRRA}$	Toneladas de Residuos de Rechazo del Aprovechamiento por Suscriptor.	Toneladas/ Suscriptor-mes	0,0000								
$\overline{TRA}$	Toneladas de Residuos Efectivamente Aprovechadas por Suscriptor No Aforado.	Toneladas/ Suscriptor-mes	0,0000								
FCS_u	Factor de contribución o subsidio correspondiente a cada suscriptor, aplicable para el servicio público de aseo.	Adimensional	<table> <tr> <td>GP</td> <td>50 %</td> </tr> <tr> <td>Comercial</td> <td>50 %</td> </tr> <tr> <td>Industrial</td> <td>30 %</td> </tr> <tr> <td>Oficial</td> <td>0</td> </tr> </table>	GP	50 %	Comercial	50 %	Industrial	30 %	Oficial	0
GP	50 %										
Comercial	50 %										
Industrial	30 %										
Oficial	0										
$TFS_{u,z}$	Tarifa Final por suscriptor tipo u, en el APS z, de la persona prestadora	\$/Suscriptor-mes	Siguiente Tabla								

Según lo anterior, esta es la tarifa de los grandes productores con su respectiva contribución:

Figura 41*Tarifas a grandes productores con contribuciones*

TIPO	TARIFA (\$/Ton)			Fi	VR A PAGAR (\$/Ton)		
	FIJA	VARIABLE N.A.	APROVECH		FIJA	VARIABLE N.A.	APROVECH
Gran Productor Comercial	\$ 7.798,59	\$ 234.882,66	\$ 233.340,70	50%	\$ 11.697,89	\$ 352.323,99	\$ 350.011,06
Gran Productor Industrial	\$ 7.798,59	\$ 234.882,66	\$ 233.340,70	30%	\$ 10.138,17	\$ 305.347,46	\$ 303.342,92
Gran Productor Oficial	\$ 7.798,59	\$ 234.882,66	\$ 233.340,70	0%	\$ 7.798,59	\$ 234.882,66	\$ 233.340,70

Siendo estos los suscriptores que forman parte de la clasificación del gran productor, con su respectivo cálculo del valor a pagar/mes:

Tabla 29*Facturación a los grandes productores*

Usuario	Peso kg	Fi	Vr. APO/SUB	NETO POR PAGAR Propuesta
PLAZA DE MERCADO MÁLAGA	34548,56	0%	\$ 0,00	\$ 8.114.858,73
Colegio Oficial Nuestra señora del Rosario	9329,12	0%	\$ 0,00	\$ 2.191.249,46
E.H.E. Hospital Regional García Rovira	5116,70	0%	\$ 0,00	\$ 1.201.824,69
MOLINOS	2024,58	30%	\$ 620.539,98	\$ 1.096.078,75
Colegio Normal Superior	1635,99	0%	\$ 0,00	\$ 384.264,86
PABELLÓN CARNES	1523,83	0%	\$ 0,00	\$ 357.921,01
Colegio Custodio	1430,38	0%	\$ 0,00	\$ 335.970,46
Instituto Técnico Industrial – Secundaria	1413,84	0%	\$ 0,00	\$ 332.087,26
INPEC	1244,13	0%	\$ 0,00	\$ 292.225,09
CARCEL DEL CIRCUITO MD 0029	1244,13	0%	\$ 0,00	\$ 292.225,09
Estación de Servicio Terpel Parador Bar Málaga	1161,82	50%	\$ 413.237,23	\$ 686.129,19
Instituto Técnico Industrial – Primaria	1038,59	0%	\$ 0,00	\$ 243.947,66
Escuela Edelmira Blanco	1023,97	0%	\$ 0,00	\$ 240.512,68
ZONA INDUSTRIAL	6254,75	30%	\$ 1.912.211,59	\$ 3.381.343,91
TOTAL			\$ 2.945.988,80	\$ 19.150.638,86

11.4.4 Diferencia de costos de acuerdo con las tarifas

Al comparar la tarifa actual aplicada en abril de 2024 con la propuesta de asignación

tarifaria desarrollada por las autoras del trabajo, se evidencia una diferencia significativa que beneficia tanto a los usuarios como a E.P.M.M., logrando una disminución por suscriptor residencial y pequeño productor de **-\$ 4.798.295/mes**, logrando así el objetivo principal del proyecto y al distribuir la tarifa de acuerdo con los resultados del aforo para los usuarios, se logró establecer una tarifa por la cantidad real de residuos que produce.

A continuación, se detalla la diferencia en pesos de cada tipo de usuario, contrastada con la facturación actual y la facturación propuesta:

Figura 42

Variación en la tarifa actual y la propuesta

USUARIOS OCUPADOS	NETO A PAGAR actual	Diferencia	Usuarios	Facturación actual	Facturación propuesta	Total general de la diferencia
Residencial Estrato 1	\$11.795,67	-923,67	2.013	\$ 23.744.684	\$ 21.885.336	-\$ 1.859.348
Residencial Estrato 2	\$13.454,89	-1.094,33	3.745	\$ 50.388.563	\$ 46.290.297	-\$ 4.098.266
Residencial Estrato 3	\$15.860,83	-1.315,49	713	\$ 11.308.772	\$ 10.370.827	-\$ 937.944
Residencial Estrato 4	\$19.853,47	-1.719,57	6	\$ 119.121	\$ 108.803	-\$ 10.317
Residencial Estrato 5	\$33.719,55	-3.146,97	0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Residencial Estrato 6	\$41.315,70	-4.127,92	0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Pequeño Productor Comercial 1	\$38.733,47	-16.436,61	182	\$ 7.049.492	\$ 4.058.029	-\$ 2.991.463
Pequeño Productor Comercial 2	\$38.733,47	8.390,25	253	\$ 9.799.568	\$ 11.922.301	\$ 2.122.733
Pequeño Productor Comercial 3	\$38.733,47	19.118,16	70	\$ 2.711.343	\$ 4.049.614	\$ 1.338.271
Pequeño Productor Comercial 4	\$38.733,47	70.458,10	25	\$ 968.337	\$ 2.729.789	\$ 1.761.453
Pequeño Productor Industrial 1	\$33.569,00	-14.245,06	1	\$ 33.569	\$ 19.324	-\$ 14.245
Pequeño Productor Industrial 2	\$33.569,00	7.271,55		\$ 0	\$ 0	\$ 0
Pequeño Productor Industrial 3	\$33.569,00	16.569,08		\$ 0	\$ 0	\$ 0
Pequeño Productor Industrial 4	\$33.569,00	61.063,69		\$ 0	\$ 0	\$ 0
Pequeño Productor Oficial 1	\$36.170,07	-21.305,50	12	\$ 434.041	\$ 178.375	-\$ 255.666
Pequeño Productor Oficial 2	\$36.170,07	-4.754,26		\$ 0	\$ 0	\$ 0
Pequeño Productor Oficial 3	\$36.170,07	2.397,68		\$ 0	\$ 0	\$ 0
Pequeño Productor Oficial 4	\$36.170,07	36.624,31	4	\$ 144.680	\$ 291.178	\$ 146.497
				\$ 106.702.169	\$ 101.903.873	-\$ 4.798.295

El efecto de la variación en la facturación del componente de aseo genera un aumento significativo en los ingresos de E.P.M.M., gracias a la adecuada gestión y distribución equitativa de residuos por parte de los grandes productores. Este cambio permite obtener ingresos adicionales mensuales de **\$19.150.638,86**, al mismo tiempo que reduce los costos para los usuarios residenciales y pequeños productores en **\$4.798.295/mes**. La diferencia neta resultante, es de **\$14.352.343,62/mes**, traduciéndose en un incremento anual de **\$172.228.123,38** en los

ingresos de E.P.M.M. Este proyecto ha demostrado ser beneficioso tanto para la empresa como para los usuarios, optimizando la gestión de residuos y promoviendo una distribución justa de los costos asociados al servicio de aseo.

Tabla 30

Proyección ingresos por propuesta de tarifa

Total, diferencia Residenciales y pequeños productores/mes	-\$ 4.798.295	-2.8 %
Ingresos por los grandes suscriptores/mes	\$ 19.150.638,86	11.1 %
Diferencia en termino de ganancia/mes	\$ 14.352.343,62	8.3 %
Total, ingreso anual	\$ 172.228.123,38	

11.5 Socialización de los resultados a E.P.M.M.

En las instalaciones de Empresas Públicas de Málaga, bajo la modalidad presencial, siendo las 4:00 p.m., del día 29 de abril del 2024, se dio lugar a la reunión y socialización de los resultados del proyecto titulado: “Propuesta de estandarización para el cálculo de la estructura tarifaria en la producción de residuos sólidos (ASEO) por los suscriptores no residenciales registrados en Empresas Públicas Municipales de Málaga, a partir de la resolución 720 del 2015”, contando con la presencia del gerente general Oscar Ortiz, el tutor Arley López y las autoras del proyecto, durante la socialización se mencionaron las eventualidades que se presentaron durante el trabajo de campo como:

- La reputación actual de la empresa en el municipio de Málaga.
- Actividades y recomendaciones sobre la empresa contratista PROSEGAR.
- El impacto del resultado del proyecto en mención.

Además de la identificación de usuarios/suscriptores que fueron relevantes por la cantidad de residuos que emiten y de la identificación de usuarios que nos están caracterizados

según su uso de acuerdo con la actividad que prestan, siendo esto un factor importante para el cobro en el componente de aseo. Una vez presentado el análisis estadístico descriptivo, se continuo a señalar la clasificación realizada a los usuarios de acuerdo con la cantidad de desechos emitidos en promedio mensualmente.

Seguidamente se comunicó la manera en como se distribuyo el factor de producción en los pequeños productores de acuerdo a los grupos obtenidos del análisis estadístico final, así mismo, el impacto de la nueva propuesta y los cambios en la tarifa y como se distribuyen los costos de manera equitativa a los usuarios, además de los ingresos adicionales que se obtendrían si se aplicara el nuevo modelo de la estructura tarifaria bajo los parámetros que se relacionaron durante el desarrollo del proyecto y en la conformación del valor de facturación.

Finalizando con las conclusiones que se obtuvieron en el desarrollo del proyecto y algunas recomendaciones las cuales se encuentran en el apartado 13.

12. Conclusiones

Los parámetros definidos a partir del benchmarking realizado a la empresa EMAB E.S.P, confirman la importancia del manejo y la adopción de la Resolución 943 de 2021 y la Resolución CRA 720 de 2015, la cuales fueron la base para el desarrollo de una metodología nunca adoptada por E.P.M.M. dentro de sus 50 años de trayectoria, además de direccionar el buen uso de las normativas y la transparencia en los aforos realizados en los meses de febrero y marzo de 2024, hasta la modelación de la facturación, dando como resultado una propuesta al modelo tarifario basada en una caracterización transparente y eficiente a los usuarios a quienes la empresa es prestadora del servicio, logrando reducir la brecha de inequidad además de promover la protección del medio ambiente.

La formulación de un sistema tarifario justo y equitativo en el servicio de aseo de Málaga no solo garantiza una distribución más justa de los costos entre los suscriptores, sino que también influye en la adopción de la Resolución 720 de 2015, de la cual carece dentro de su proceso estratégico E.P.M.M., , y así mismo el reconocimiento y el impacto que genera el cambio en la tarifa con un ingreso promedio de **\$ 172.228.123,38/año**, con un incremento porcentual del 19.5 % frente a la tarifa actual al periodo 2024-1, según el estudio realizado, además de ser un ingreso el cual se podría destinar a la optimización y la eficiencia del servicio en sus actividades operativas y de gestión, concluyendo que la modificación en la facturación del componente de aseo genera un aumento significativo en los ingresos de E.P.M.M.,

Se alude a la adecuada gestión y distribución equitativa de residuos por parte de los grandes productores, que se permita obtener ingresos adicionales mensuales de **\$19.150.638,86**, al mismo tiempo que se reducen los costos para los usuarios residenciales y pequeños productores en **\$4.798.295/mes**, la diferencia neta resultante, es de **\$14.352.343,62/mes**,

traduciéndose en una disminución del 2,8% del costo de facturación para los usuarios anteriormente mencionados. Este proyecto ha demostrado ser beneficioso tanto para la empresa como para los usuarios residenciales de los estratos 1,2 y 3, optimizando la gestión de residuos y promoviendo una distribución justa de los costos asociados al servicio de aseo.

Esto, a su vez, se traduce en una menor carga para el sistema de recolección y disposición final, al cobrar tarifas en función de la cantidad de residuos producidos, se motiva a la parte comercial, industrial, oficial y especial y no menos importante al uso residencial a adoptar prácticas más sostenibles.

13. Recomendaciones

Actualizar la base de datos de los suscriptores adjuntos a E.P.M.M., con el fin de tener información confiable que garantice la trazabilidad de los usuarios que hacen parte del cambio de la nueva facturación propuesta, además de realizar la solicitud por parte de la entidad a la administración municipal para la actualización catastral al municipio de Málaga Santander, y así lograr una caracterización más precisa de los usuarios a quienes se les presta el servicio de acueducto, alcantarillado y aseo, mejorando el proceso de entrega de la facturación en cada inmueble, con nomenclaturas definidas y que definan al predio especialmente con su uso.⁶

Garantizar una divulgación oportuna del cambio a la nueva tarifa de acuerdo con la propuesta realizada para la facturación del componente de aseo.

Verificar que la empresa contratista para el servicio de recolección se preste de manera oportuna y que cumpla con los estándares de calidad que el trabajo operativo requiere; el trabajo de campo fue fundamental para reconocer la falencia notoria en el área de seguridad, sanidad y salud en el trabajo de los operarios en cada cuadrilla.

Al comparar la tarifa actual con el modelo tarifario propuesto se logra identificar el impacto en el cobro justo y equitativo que no solo beneficia a los usuarios sino a E.M.P.P., representando una oportunidad en la sostenibilidad y proyección financiera, al generar ingresos que vinculen mayor relación con la cantidad y realidad de cada usuario, la empresa podría contar con recursos adicionales para la inversión y aporte a la calidad de mejora continua que está dentro de su proceso estratégico, y continuando con la parte integral y transversal en cada una de sus operaciones. Esto puede traducirse en la implementación de nuevas tecnologías para la recolección y el tratamiento de residuos, lixiviados o infraestructura a la PTR, la capacitación del personal o la adquisición de vehículos para la prestación del servicio, lo que a su vez se refleja en una mayor eficiencia y calidad del servicio. En definitiva, un modelo tarifario justo y equitativo se convierte en un pilar fundamental para la sostenibilidad financiera de E.P.M.M., permitiéndole brindar un servicio de excelencia a sus usuarios y contribuir al desarrollo sostenible de Málaga.

Referencias Bibliográficas

- Academia de Matemáticas - Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). (2015). MATEMÁTICAS IV. Estadística y Principios de Probabilidad. Obtenido de MATEMÁTICAS IV. Estadística y Principios de Probabilidad: <https://www.uaa.mx/centros/cem/dmf/wp-content/uploads/2015/apuntes/4.%20Estadistica%20y%20Principios%20de%20Probabilidad/Apuntes%20Estadistica.pdf>
- ARGIS. (15 de Marzo de 2024). ARGIS. Obtenido de ARGIS: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- AVENZA MAPS. (12 de Febrero de 2024). AVENZA MAPS . Obtenido de AVENZA MAPS : <https://store.avenza.com/>
- CFN. (19 de Abril de 2024). CFN. Obtenido de CFN: https://cepaftereventuranorte.es/intervalo-de-clase-la-herramienta-esencial-para-el-analisis-estadistico/?expand_article=1
- COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. (2 de marzo de 2001). MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=64163>
- Comisión de Regulación de Agua potable y Saneamiento Básico. (22 de Julio de 2015). CRA. Obtenido de CRA : file:///C:/Users/Caro/Downloads/DOCUMENTO_DE_TRABAJO_Y_DE_PARTICIPACION_93N_720.pdf
- COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. (9 de julio de 2015). MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Obtenido de https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0720_2015.htm
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (4 de junio de 2020). MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Obtenido de https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0919_2020.htm

- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (17 de julio de 2021). Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Obtenido de Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?dt=S&i=114559>
- Empresa de Aseo de Bucaramanga EMAB S.A. E.S.P. (15 de noviembre de 2023). GOV.CO. Obtenido de <https://emab.gov.co/>
- Empresa Públicas Minicipales de Málaga . (2022). Resolución 071 del 2022. Málaga.
- EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE MÁLAGA E.P.M.M. (2022). Resolución No. 071 de 2022. Málaga, Santander .
- EPMM. (2023). Informe de seguimiento a PQRS. Málaga, Santander .
- EPMM, S. G. (15 de julio de 2023). Estructura tarifaria para el componente de aseo. (a. d. proyecto, Entrevistador)
- Ferrari, F. J. (20 de abril de 2020). Economipedia. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/industria.html>
- Gómez, Z. (23 de noviembre de 2023). Benchmarking. (A. d. proyecto, Entrevistador)
- Jaspersoft. (19 de abril de 2024). Jaspersoft. Obtenido de Jaspersoft: <https://www.jaspersoft.com/es/articles/what-is-a-histogram-chart>
- Law Insider . (25 de noviembre de 2023). Law Insider . Obtenido de Law Insider : https://www-lawinsider-com.translate.google.com/dictionary/commercial-sector?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=rq&_x_tr_hist=true
- López, L. A. (8 de Marzo de 2024). Caracterización de los usuarios. (Autores, Entrevistador)
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (18 de 08 de 2023). GOV.CO. Obtenido de https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0720_2015.htm
- Prensa jurídica . (28 de abril de 2021). Prensa jurídica . Obtenido de Prensa jurídica : <https://www.prensajuridica.com/details/item/711-cra-conceptualiza-acerca-de-la-definici%C3%B3n-de-los-usuarios-residenciales-dentro-del-r%C3%A9gimen-de-servicios->

p%C3%BAblicos.html#:~:text=De%20acuerdo%20con%20el%20concepto,1)%20m3%20de%20residuos%20s%C3%

Roldán, P. N. (14 de julio de 2018). Economipedia. Obtenido de Economipedia:

<https://economipedia.com/definiciones/sector-publico.html>

SECRETARÍA JURÍDICA DISTRITAL. (1 de diciembre de 2014). Resolución 754 de 2014. Obtenido

de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=64163>

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2019). Informe de seguimiento a sitios de disposición final . Bogotá D.C.

Vertti, A. y. (2019). ANÁLISIS MULTIVARIADO. México: [mx/direcciones/dgdv/editorial](http://mx.direcciones.dgdv.editorial.com).