

**EVALUACIÓN DE MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR EN EL RECICLAJE
DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES EN EL CORREGIMIENTO DE
VALENCIA DE JESÚS – VALLEDUPAR**

AUTOR:

PEDRO DANIEL AREVALO HERRERA

YOHANDER ANDRÉS BANDERA TORRES

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR – CESAR

2022

**EVALUACIÓN DE UN MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR EN EL RECICLAJE
DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES EN EL CORREGIMIENTO DE
VALENCIA DE JESÚS – VALLEDUPAR**

AUTOR:

PEDRO DANIEL AREVALO HERRERA

YOHANDER ANDRÉS BANDERA TORRES

DIRECTOR(A)

ADRIANA CAROLINA ROYERO IBARRA

Magister en SISTEMAS DE GESTIÓN

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR – CESAR

2022

DEDICATORIA

Principalmente decido este gran logro de mi vida a Dios, que siempre me ha guiado y es mi amigo de confianza, a mis padres queridos que siempre estuvieron apoyándome en todo este proceso y gracias a ellos se hace realidad este logro, a mi hermano quien siempre me lleno de fuerzas para seguir por el camino del bien y a mi novia que siempre ha estado ayudándome y apoyándome en todos los momentos de mi vida.

Pedro Daniel Arévalo Herrera

Dedico este logro profesional primeramente a Dios, por permitirme culminar esta etapa de la mejor manera, a mis padres que siempre me han respaldado y apoyado en todo ámbito de mi vida, a mi familia y a mi sobrino, los cuales son el motor de mi vida, que me impulsan a ser mejor cada día y a alcanzar todas las metas que tengo en ella.

Yohander Andrés Bandera Torres



AGRADECIMIENTOS

En la recta final de mi formación como ingeniero ambiental, agradezco principalmente a Dios quien ha sido un pilar importante en mi vida, a mis padres y a mi hermano que siempre me han apoyado y me brindaron todo para ser una persona de bien, a mis abuelos que han sido una gran inspiración para mi, me han brindado una gran enseñanza y me han hecho una gran persona, le agradezco a mi novia que siempre me ha apoyado en todas las etapas de vida, a todos los docente de los cuales, tuve el privilegio de coincidir con ellos en este camino y adquirir todo el conocimiento que me pudieron brindar, a nuestra directora del proyecto la ingeniera Adriana Royero que nos acompañó en este proceso brindándome todo su apoyo para que llegáramos hasta aquí satisfactoriamente, a mis compañeros y amigos que estuvieron conmigo brindadome su apoyo incondicional.

Pedro Daniel Arévalo Herrera



AGRADECIMIENTOS

El primer agradecimiento va dirigido a Dios, por darme fuerzas y permitirme seguir avanzando siempre en momentos de dificultades , quiero agradecer a mis padres por todo los esfuerzos que siempre han hecho para que salga adelante, a mis abuelos los cuales me llenaron de valores, me dieron ánimos en todo momento y me enseñaron a no rendirme, a mis hermanos los cuales en algún punto me apoyaron en lo que necesite al igual que mi familia, a mis docentes los cuales me guiaron y me llevaron por el camino correcto para poder culminar mi carrera

Y por último y no menos importante, a mis amigos que se convirtieron en hermanos de vida, con los cuales comencé la carrera y terminaré, por todo el apoyo incondicional brindado.

Yohander Andrés Bandera Torres



RESUMEN

Los residuos sólidos representan problemática importante puesto que son la manifestación física de los problemas ambientales y su alta demanda ha degradado la biodiversidad y la biósfera, a pesar de que representa una oportunidad para su recuperación. Esta investigación buscó evaluar la viabilidad económica de un modelo de aprovechamiento sostenible para el reciclaje de los residuos sólidos aprovechables en el corregimiento de Valencia de Jesús, para lograr esto se definieron tres objetivos, iniciando por la estimación de la producción de los residuos, determinando costos y tarifas mediante la resolución CRA 853 de 2018 y finalmente estableciendo la estrategia. De esta población, el 38% de los residuos son aprovechables, sin embargo, las tarifas subsidiadas estimadas fueron de \$ 2450 de los \$ 2000 que actualmente se pagan por el modelo actual de prestación del servicio público, lo que permitió establecer que el modelo de aprovechamiento sostenible es inviable puesto que los costos son mayores que los beneficios en un valor de 1,225 veces.

Palabras Claves: Aprovechamiento, Residuos Sólidos, Costos y Tarifas, Economía Circular, Modelo.



ABSTRACT

Solid waste represents an important problem since it is the physical manifestation of environmental problems and its high demand has degraded biodiversity and the biosphere, despite the fact that it represents an opportunity for its recovery. This research sought to evaluate the economic viability of a model of sustainable use for the recycling of usable solid waste in the district of Valencia de Jesús, to achieve this three objectives were defined, starting with the estimation of waste production, determining costs and rates through resolution CRA 853 of 2018 and finally establishing the strategy. Of this population, 38% of the waste is usable, however, the estimated subsidized rates were \$2,450 of the \$2,000 currently paid for the current model of public service provision, which allowed establishing that the model of sustainable use is unfeasible since the costs are greater than the benefits by a value of 1,225 times.

Keywords: Use, Solid Waste, Costs and Rates, Circular Economy, Model.



TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN O PROYECTO	14
2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO O INVESTIGACIÓN	17
4. OBJETIVOS	19
4.1. OBJETIVO GENERAL	19
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
5. MARCO REFERENCIAL	20
5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
5.2. MARCO TEÓRICO	22
5.2.1. Residuos Sólidos	22
5.2.1.1. Clasificación De Los Residuos Sólidos.	22
5.2.1.2. Etapas Del Manejo De Los Residuos Sólidos.	24
5.2.2. Economía Circular	25
5.2.3. Análisis Beneficio-Costo	25
5.3. MARCO CONCEPTUAL	27
5.4. MARCO CONTEXTUAL	28
5.5. MARCO LEGAL	31
6. MARCO METODOLÓGICO	34
6.1. LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN	34
6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
6.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	34
6.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO	34

6.5. MUESTRA POBLACIONAL	34
6.6. DESARROLLO METODOLÓGICO	35
Fase 1 – Estimar La Producción De Residuos Sólidos Aprovechables Mediante El Método De Cuarteo En El Corregimiento De Valencia De Jesús – Valledupar.....	35
Actividad 1.1. Proyección Población Y Toma De Muestra Estadística.	35
Actividad 1.2. Caracterización De Los Residuos Sólidos.	36
Actividad 1.3. Producción Per Cápita Y Densidad De Los Residuos.	36
Fase 2 – Determinar los Costos y Tarifas en la Gestión y Manejo Integral de los Residuos Sólidos Domiciliarios del corregimiento de Valencia de Jesús conforme al Régimen Tarifario del Modelo de Economía Circular en la Gestión	37
Actividad 2.1. Costos De Referencia De Los Residuos Sólidos.....	37
Actividad 2.2. Tarifas De Referencia De Los Residuos Sólidos.	38
Fase 3 – Formular Las Estrategias De Recuperación De Residuos Sólidos Aprovechables Y Orgánicos Del Corregimiento De Valencia De Jesús – Valledupar ...	38
Actividad 3.1. Encuesta Proyectiva.	38
Actividad 3.2. Modelo De Aprovechamiento Sostenible.	38
Actividad 3.3. Análisis Beneficio – Costo.....	38
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS	40
7.1. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES MEDIANTE EL MÉTODO DE CUARTEO EN EL CORREGIMIENTO DE VALENCIA DE JESÚS – VALLEDUPAR	40
7.1.1. Proyección Población Y Toma De Muestra Estadística	40
7.1.2. Caracterización De Los Residuos Sólidos.	42
7.1.3. Producción Per Cápita Y Densidad De Los Residuos.	49
7.2. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS Y TARIFAS EN LA GESTIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL CORREGIMIENTO DE VALENCIA DE JESÚS CONFORME AL RÉGIMEN TARIFARIO DEL MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR EN LA GESTIÓN	52

7.2.1. Costos De Referencia De Los Residuos Sólidos.	52
7.2.1.1. Costo Fijo Total.	52
7.2.1.2. Costos De Comercialización.....	53
7.2.1.3. Costo Variable De Residuos Sólidos Aprovechables.	53
7.2.2. Tarifa De Referencia De Los Residuos Sólidos.	59
7.3. FORMULACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES Y ORGÁNICOS DEL CORREGIMIENTO DE VALENCIA DE JESÚS – VALLEDUPAR.....	60
7.3.1. Encuesta Proyectiva.....	60
7.3.1.1. Componente Socioeconómico.	60
7.3.1.2. Componente Sustancial.....	64
7.3.1.3. Componente De Economía Circular.	67
7.3.2. Modelo De Aprovechamiento Sostenible.....	70
7.3.2.1. Modelo En La Gestión Interna.....	70
7.3.2.2. Modelo En La Gestión Externa.	71
7.3.2.2.1. Necesidad De Recursos Humanos.....	73
7.3.2.2.2. Necesidad De Recursos Materiales E Infraestructura.	74
7.3.2.2.3. Necesidad De Recursos Materiales Operativos.....	75
7.3.3. Análisis Beneficio – Costo.....	79
8. CONCLUSIONES.....	82
9. RECOMENDACIONES.....	84
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
ANEXOS.....	90



LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Código de Colores de los Residuos Sólidos en Colombia	23
Figura 2. Manejo Integral de los Residuos Sólidos	24
Figura 3. Economía Lineal y Economía Circular	25
Figura 4. Corregimiento de Valencia de Jesús, Valledupar, Cesar.....	30
Figura 5. Dimensiones de un cilindro	37
Figura 6. Distribución de Puntos de Interés en Valencia de Jesús.....	42
Figura 7. Programación de Trabajo para Cuarteo	42
Figura 8. Producción Semanal de Residuos Sólidos de 12 viviendas de Valencia de Jesús ...	47
Figura 9. Producción Semanal de Residuos Sólidos Aprovechables de 12 viviendas de Valencia de Jesús	47
Figura 10. Producción Semanal de Residuos Sólidos No Aprovechables de 12 viviendas de Valencia de Jesús	48
Figura 11. Producción Semanal de Residuos Sólidos Orgánicos de 12 viviendas de Valencia de Jesús	48
Figura 12. Cuantificación de las Clases de Residuos Sólidos Anuales del corregimiento de Valencia de Jesús	50
Figura 13. Cuantificación del Volumen de los Residuos Sólidos del corregimiento de Valencia de Jesús	51
Figura 14. Clasificación de las Edades de los Encuestados.....	61
Figura 15. Clasificación del Género de los Encuestados.....	61
Figura 16. Estadísticas de Número de Personas por Vivienda	62
Figura 17. Clasificación del Nivel Educativo del hogar	62
Figura 18. Clasificación de las Actividades Económicas de las que depende el Hogar	63
Figura 19. Clasificación del Ingreso Promedio Mensual de los Hogares	63
Figura 20. Consideración de Producción de los Residuos Sólidos.....	64
Figura 21. Clasificación de los Residuos Sólidos de Mayor Producción según Encuestados .	64
Figura 22. Consideración Respecto a Residuos Aprovechables y No Aprovechables	65
Figura 23. Número de Visitas que Recibe por Hogar	66
Figura 24. Extensión Temporal de las Visitas	66

Figura 25. Meses de Mayor frecuencia de Visitas	67
Figura 26. Consideración de Reducción de Valor Tarifario	67
Figura 27. Conocimiento de la Economía Circular	68
Figura 28. Elementos del Modelo 5R	68
Figura 29. Aplicación de los Elementos del Modelo 5R	69
Figura 30. Calificación de Realización de los Elementos del Modelo 5R.....	69
Figura 31. Consideración del Valor de Residuos Sólidos Aprovechables.....	70
Figura 32. Consideración de Participación al Modelo de Aprovechamiento Sostenible.....	70

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Bases normativas del presente estudio.....	31
Tabla 2. Registro Fotográfico de la práctica en campo	43
Tabla 3. Tablas de Pesos Registrados de los Residuos Sólidos Caracterizados	45
Tabla 4. Relación de Pesos por Unidades de Análisis por Semana	49
Tabla 5. Densidad de los Residuos Sólidos de la Muestra de 12 viviendas del corregimiento de Valencia de Jesús	51
Tabla 6. Gestión Interna de los Residuos Sólidos.....	71
Tabla 7. Costos de los Recursos Humanos del Modelo de Aprovechamiento Sostenible.....	73
Tabla 8. Gastos de los Recursos Materiales E Infraestructura del Modelo de Aprovechamiento Sostenible.	74
Tabla 9. Costos de los Recursos Materiales Operativos del Modelo de Aprovechamiento Sostenible.....	76
Tabla 10. Costos Debidos en el Modelo de Aprovechamiento Sostenible	77
Tabla 11. Análisis de Sostenibilidad Financiera.....	79
Tabla 12. Ajuste del déficit para la sostenibilidad financiera.....	80



INTRODUCCIÓN

El no aprovechamiento de los residuos sólidos es un gran problema, indicadores reflejan que la mayoría de los desechos producidos pueden ser recuperados reduciendo de manera importante el volumen, ya que los no aprovechables tienen un porcentaje muy bajo de producción, en cambio los aprovechables y orgánicos representan un grueso volumétrico y de peso que ayuda al aumento de los costos de operación y las tarifas de servicio de las empresas de aseo y recolección de residuos sólidos.

Considerando esto, la presente investigación se centra en crear un modelo de aprovechamiento sostenible a partir de la medición en campo de los valores de producción y generación de residuos sólidos del corregimiento de Valencia de Jesús, en zona rural de Valledupar y por último evaluando la viabilidad del proyecto mediante el análisis del beneficio respecto a los costos en sus ingresos y egresos estimados conforme a los mínimos y máximos de producción determinados.

Para esto se tomaron muestras poblacionales y se trabajó en la recolección de los residuos sólidos para estimar el peso por clases de residuos sólidos caracterizados y así obtener producción per cápita y la densidad de los desechos y proceder a obtener los costos y las tarifas de operación y usuarios, respectivamente.

Este documento se divide en tres capítulos esenciales:

Un primer capítulo que contiene el planteamiento y formulación del problema, donde se dan las generalidades, especificidades y síntomas de la situación actual, la justificación del proyecto donde se presentan la necesidad, el impacto y beneficio del proyecto y los objetivos de la investigación para tres fases metodológicas.

Un segundo capítulo que contiene los antecedentes de la investigación, el marco teórico referente a residuos sólidos, economía circular y análisis beneficio-costos, se presentan los conceptos, definiciones y términos más importantes, se realiza el contexto de la aplicación del proyecto y se dan los elementos legales más importantes.

Un tercer y último capítulo, en donde se presenta la metodología y como se hará este proyecto, los resultados esperados, cronogramas, costos y presupuestos y bibliografía.

1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN O PROYECTO

EVALUACIÓN DE MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR EN EL RECICLAJE
DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES EN EL CORREGIMIENTO DE
VALENCIA DE JESÚS – VALLEDUPAR



2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La gestión de los residuos sólidos y su adecuado manejo es un compromiso de todos y su progreso integral debe ser tal que permita garantizar la calidad de vida, sin embargo, este se ha transformado en un problema universal y los países de bajos ingresos y en vía al desarrollo presentan indicadores que señalan que aproximadamente el 90% de los desechos se vierten de manera irregular al agua o al suelo o se queman a cielo abierto. (Banco Mundial BIRF+AIF, 2018).

Por otra parte, el Banco Interamericano para el Desarrollo señala que en Latinoamérica y el Caribe el 40% de los residuos se envían a vertederos a cielo abierto que tienen escaso control, además, señalan que de las 216 millones de toneladas de residuos sólidos municipales generados el 19% son materiales con potencial para reciclarlos de los cuales el 12% son plásticos, mientras que el 50% son residuos orgánicos, estos datos son muy relevantes porque se encuentra una capacidad maximizada de trabajo que se puede ahorrar si existiesen modelos económicos que ayuden a reducir estos porcentajes de producción, sin embargo, actualmente solo el 4,5% de estos son reciclados. (Residuos Profesional, 2021).

En Colombia existen Políticas para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos, sin embargo, las empresas privadas o en concesión público-privada presentan altos costos y tarifas para la gestión de estos y también se ha convertido en una problemática, sobre todo para la accesibilidad de un servicio de calidad, por lo cual, la cobertura y continuidad del servicio es un factor de alto interés cuando se trata de evaluar de manera integral el trabajo de estas.

En concerniente, se tiene al corregimiento de Valencia de Jesús en el cual se han desarrollado principalmente la actividad económica de minería para la confección de ladrillos de arcilla, pero consecuentemente también se desarrolla vida doméstica y social, por lo cual hay consumo y producción de residuos sólidos, los cuales, por las costumbres y tradiciones nativas son enterrados, quemados o depositados de manera incorrecta porque aún no existen estrategias generalizadas que permitan implicar la población rural en la separación en la fuente.

Teniendo en cuenta esto se formula la siguiente pregunta de investigación ¿Será posible implantar un modelo de economía circular para el reciclaje de residuos sólidos aprovechables para el corregimiento de Valencia de Jesús en Valledupar?



3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO O INVESTIGACIÓN

Esta investigación es importante puesto que con el modelo de economía circular para reciclaje se establecen las pautas necesarias para conseguir aumentar el porcentaje del reciclaje de manera óptima y eficiente, cuyo objetivo será el beneficio de un grupo de familias recicladoras que dependen exclusivamente de este recurso como único medio de ingresos para su sostenimiento, por lo cual, se pretende estimar la rentabilidad ambiental.

Por otra parte, la pertinencia o necesidad de este proyecto se fundamenta en fortalecer la gestión y el manejo integral de los residuos sólidos del corregimiento de Valencia de Jesús, vinculando a la sociedad como activo útil para producir beneficios desde criterios de economía circular. En complemento, este proyecto es importante porque también permitirá tener una medición de la generación per cápita y el volumen de los residuos sólidos producidos.

Además, con esta investigación se tendrá un primer acercamiento a las características sociales y económicas relacionadas con el consumo y producción de residuos sólidos, siguiendo el análisis del ciclo de vida de los aspectos e impactos derivados de las actividades domésticas y sociales en el corregimiento de Valencia de Jesús.

Por lo tanto, el impacto de la investigación indica en tener una medida porcentual de posibles residuos sólidos aprovechables y orgánicos recuperables y estimar o proyectar la demanda futura si se da una solución, para estimar los beneficios en costos por los valores presentes netos a partir de la implantación de metodologías de costos y tarifas del servicio de recolección, aseo y disposición de los residuos sólidos.

Finalmente, el resultado más importante de este trabajo se relaciona con la posibilidad de constituir un negocio rentable y duradero con el principio de reducir los residuos sólidos aprovechables y orgánicos recuperables en su máximo posible y crear nuevos beneficios potenciales mediante el desarrollo de estrategias que conduzcan a la adquisición de buenas prácticas de manejo de los residuos sólidos en el corregimiento de Valencia de Jesús, para ser ejemplo e interpretar sus resultados en otros sitios o centros poblados.



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar Modelo de Economía Circular en el Reciclaje de Residuos Sólidos Aprovechables en el corregimiento de Valencia de Jesús – Valledupar.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estimar la Producción de Residuos Sólidos Aprovechables mediante el Método de Cuarteo en el corregimiento de Valencia de Jesús – Valledupar.

Determinar los Costos y Tarifas en la Gestión y Manejo Integral de los Residuos Sólidos Domiciliarios del corregimiento de Valencia de Jesús conforme al Régimen Tarifario del Modelo de Economía Circular en la Gestión.

Formular las Estrategias de Recuperación de Residuos Sólidos Aprovechables y Orgánicos del corregimiento de Valencia de Jesús – Valledupar.



5. MARCO REFERENCIAL

En este libro se presentarán los referentes teóricos más elementales para el desarrollo de este proyecto de investigación.

5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los antecedentes más relevantes son los siguientes:

La Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos de la Secretaría del Hábitat de la Alcaldía Mayor de Bogotá (2021) desarrollo de un Modelo de Aprovechamiento cuyo objetivo principal fue destinado a optimizar el aprovechamiento de los residuos sólidos priorizando los reciclables y también los residuos de construcción y demolición (RCD), para mejorar su gestión integral en el marco de la economía circular. Para lo cual se estudió de manera independiente como es el flujo de los residuos aprovechables, orgánicos y RCD, así como de otros, expresando las herramientas de gestión, infraestructura existente y necesarios, metas, indicadores y mapas de actores referentes a estos. En este proyecto se realizó el marco tarifario por las actividades de comercialización, limpieza urbana, barrido y limpieza, recolección y transporte, disposición final, tratamiento de lixiviados y aprovechamiento; el resultado es el cálculo del incentivo al aprovechamiento y tratamiento en las Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento – ECA, que recaudó para enero a octubre del año 2021 fue de \$11.271.559.582 sumando a la tarifa un costo de \$359 a \$624 pesos. De esta investigación se valora la estrategia de evaluación estratégica de los residuos sólidos de interés.

Santos Navarro (2021) desarrolló la investigación titulada Proyecto de Economía Circular para generar Desarrollo Local en Riobamba (Ecuador) para el cual se analizaron los agentes e intereses de estos así como los impactos del proyecto y debilidades y fortalezas, se creó el árbol de problema de la gestión inadecuada de los residuos sólidos y se presentaron cuatro alternativas de estrategias con similar impacto ambiental y diferentes presupuestos e impactos sociales. La sostenibilidad en el tiempo, viabilidad y tiempo también fueron variables consideradas. Se presentó la Matriz Lógica para cada una de las alternativas presentadas y se formularon las actividades e hipótesis en torno de la aplicación de los criterios de economía circular de manera fundamental. De esta investigación se resalta como

se abordan las estrategias y se manifiestan las actividades para mejorar la aplicación de los criterios.

Correal y Laguna (2018) desarrollaron el proyecto denominado Estimación de costos de recolección selectiva y clasificación de residuos con inclusión de organizaciones de recicladores para el Banco Interamericano de Desarrollo – BID, en el cual se presenta el Método de Cálculo para el dimensionamiento de la recolección y el transporte, así como de los centros de acopio, además de la estimación de los costos, ingresos y el balance entre estos dos. En este documento se presenta el análisis detallado de la implementación de las metodologías conforme a las características, criterios y variables que se deben considerar al momento de formular un modelo económico en el aseo y recolección. De la misma forma se presentan Anexos que ejemplifican el cálculo y uso de los instrumentos económicos. Este proyecto presenta los lineamientos de evaluación deseados para esta investigación.

Castiblanco y Rodríguez (2017) desarrollaron la investigación titulada Análisis del Manejo de los Residuos Sólidos Orgánicos y Reciclables, Generados en la Galería de Mercado Leopold Rhoter del Municipio de Girardot – Cundinamarca, para el cual se establecieron tres fases metodológicas iniciando por la determinación de la importancia histórica de la galería mencionada, reconstruyendo la línea de tiempo de la gestión de los residuos sólidos, seguidamente se clasificaron los residuos sólidos que generan los comerciantes aplicando el concepto de la separación en la fuente redistribuyéndoles en inorgánicos y orgánicos aprovechables estimando que diariamente por local se generan 0,351 kilogramos, o bien sea, 131,9 kilogramos para todos los locales, esperando que al mes se generen 47,5 toneladas. De esta investigación se resalta la forma práctica de como se planificó la estimación de los residuos sólidos, mediante la separación en la fuente, que ahorra un trabajo importante en grado operativo para los investigadores.

Osorio (2016) desarrolló la tesis titulada Valoración Costo-Beneficio, del Manejo Integral de los Residuos Sólidos, aplicable a Conjuntos Residenciales en la ciudad de Cali, el cual desarrolló en tres fases metodológicas iniciando con el diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos en los conjuntos residenciales que se realizó mediante visitas y entrevistas a líderes del comité de manejo integral de residuos sólidos, al operador de aseo, personal, administrador y recicladores demostrando que el residuo de comida es el

más común con un 37,3% del total. En segunda instancia se realizó la valoración de los costos y beneficios de la implementación de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos con el que se obtuvo un Valor Presente de Ingresos de \$117.117.685 y un Valor Presente de Egresos de 28.270.393 a seis años de estudio, lo que permite obtener una relación de 4,1 veces beneficios sobre los costos. Esta investigación es relevante en la forma como se calculan los beneficios y los costos del proyecto, relevante para el desarrollo de este trabajo de grado.

Díaz (2013) desarrolló la investigación titulada Gestión del Proyecto de Residuos Sólidos para la comunidad de San Pedro de Atlapulco, Ocoyoacac, con el cual se determinó que el 60,83% de los residuos producidos son orgánicos y un 10,26% son plásticos, se hicieron descripciones amplias de las etapas de recolección, transporte y disposición final. Considerando esto se proyectaron estrategias para el aprovechamiento de estos y la evaluación de su rentabilidad con un análisis de mercado de cuatro distintitos tipos de empresas, quienes manifestaron sus precios estimando valores de 2 a 2,8 pesos mexicanos para el kilogramo de plástico. Considerando esto se hizo un estimativo que concluye que el proyecto es factible de manera financiera puesto que cada año hay utilidades y el capital de trabajo y valor de la inversión se recuperan alrededor de un año y medio. De esta investigación se resalta la aplicabilidad de conceptos de estimación de precios a partir del mercado, lo que ayuda a entablar un modelo de aprovechamiento.

5.2. MARCO TEÓRICO

5.2.1. Residuos Sólidos

Los residuos sólidos tienen una amplia clasificación, pero son definidos como un subproducto elemental derivado del consumo de un producto que sin una gestión adecuada puede producir un aspecto e impacto ambiental.

5.2.1.1. Clasificación De Los Residuos Sólidos.

Los residuos sólidos tienen una amplia clasificación, según Tchoubanoglous (1994) estos pueden ser ordinarios, peligrosos y especiales. En los primeros se encuentran los que pueden ser aprovechados de manera práctica y fácil, los no aprovechables que necesitan poca inversión para hacerlos aprovechables y los orgánicos, derivados de residuos vegetales,

comidas entre otros similares, así que, como tal, estos residuos ordinarios son más comúnmente provenientes de las actividades domésticas y sociales.

Los residuos peligrosos y especiales tienen su clasificación y su proceso de recuperación y reutilidad requieren una gran inversión en todos los sentidos de tiempo, dinero, tecnología, conocimiento y recursos humanos y naturales.

Para mejorar la separación en la fuente, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MINAMBIENTE, 2020) presentó la nueva clasificación de etiquetas de colores para hacer más eficiente los procesos de aprovechamiento y tratamiento de los residuos sólidos.

Figura 1. Código de Colores de los Residuos Sólidos en Colombia



Nota: Tomado de *Residuos Profesional* (Colombia tendrá un código de colores para el reciclaje unificado en todo el país, 2020)

Los colores son (MINAMBIENTE, 2022):

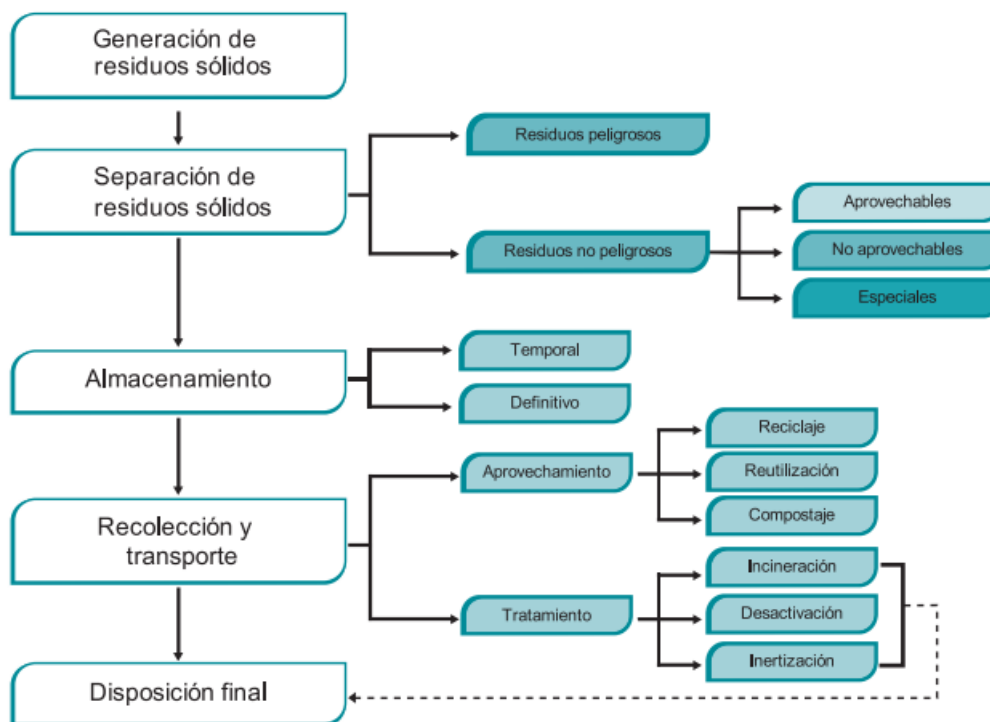
- ✓ **Blanco:** residuos aprovechables limpios y secos, como plástico, vidrio, metales, papel y cartón.
- ✓ **Negro:** residuos no aprovechables como el papel higiénico; servilletas, papeles y cartones contaminados con comida; papeles metalizados, entre otros. En esta bolsa o recipiente también deberán disponerse los residuos COVID-19 como tapabocas, guantes, entre otros.

- ✓ **Verde:** residuos orgánicos aprovechables como los restos de comida, residuos de corte de césped y poda de jardín, etc.

5.2.1.2. Etapas Del Manejo De Los Residuos Sólidos.

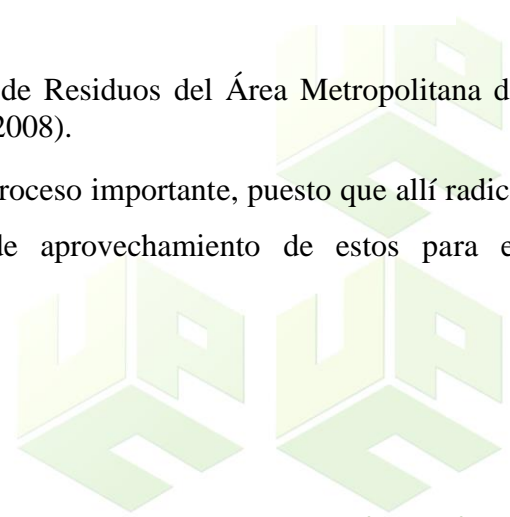
Se entiende como las etapas al proceso continuo y detallado del ciclo de vida de las actividades al manejo y gestión integral de los residuos sólidos. De acuerdo con el Grupo de Investigaciones Ambientales de la Universidad Pontificia Bolivariana (Área Metropolitana Medellín, 2008) este proceso se ve bien representado por el siguiente esquema:

Figura 2. Manejo Integral de los Residuos Sólidos



Nota: Tomado de la Guía para el Manejo Integral de Residuos del Área Metropolitana de Medellín por la Universidad Pontificia Bolivariana (2008).

La separación de los residuos sólidos es un proceso importante, puesto que allí radica el interés de esta investigación como objeto de aprovechamiento de estos para el establecimiento de un modelo de economía circular.

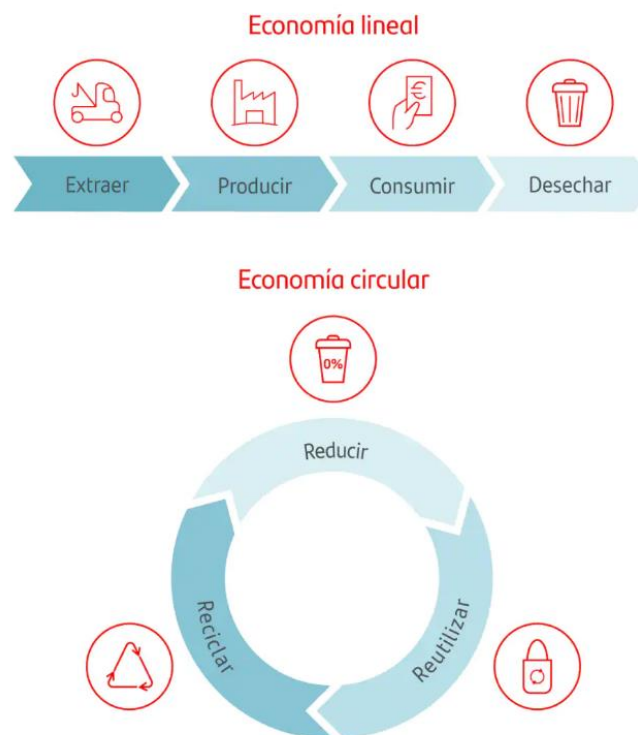


5.2.2. Economía Circular

La economía circular es una forma de dimensionar el aprovechamiento cíclico de los elementos utilizando alguna metodología que ayude a reducir el volumen estrepitoso de desechos que llegan a disponerse (Cerdá & Khalilova, 2015).

La economía circular persigue y apuesta por la sostenibilidad como principio máximo, mientras que la obsoleta economía lineal que aún por hoy sigue implementada en gran parte del mundo centra su foco en la rentabilidad, por lo cual, el desarrollo de la Economía Circular se fundamenta en producir con el mínimo impacto en contaminación (Banco Santander S.A., 2021). En la siguiente figura se esquematiza la intención de la economía lineal y circular:

Figura 3. Economía Lineal y Economía Circular



Nota: Tomado de *Economía lineal y circular: ¿a qué se refieren cada uno de estos términos y cuáles son sus diferencias?* De la página oficial del Banco Santander S.A. (2021).

5.2.3. Análisis Beneficio-Costo

De acuerdo con el Instituto Nacional de Contadores Públicos (INCP) de Colombia, la importancia del análisis beneficio-costo está en la planificación de proyectos de gran

magnitud y ayuda a determinar la viabilidad del proyecto identificando si el beneficio es mayor al costo o viceversa (INCP, 2015).

$$B/C = \frac{\text{Ingresos Totales Netos}}{\text{Costos Totales}}$$

Fórmula 1.

Como tal el costo-beneficio está dado por el cociente de los ingresos totales netos y los costos totales de un proyecto considerando todo su presupuesto e información financiera requerida. (David, Ngulube, & Dube, 2013).



5.3. MARCO CONCEPTUAL

Aprovechamiento: Es la actividad complementaria del servicio público de aseo que comprende la recolección de residuos aprovechables, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje por parte de la persona prestadora. (MINVIVIENDA, 2022)

Esta actividad puede ser Las organizaciones de recicladores de oficio que estén en proceso de formalización como personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento, de acuerdo con lo establecido en la sección 3 del Decreto 596 de 2016. (MINVIVIENDA, 2022).

Cambio climático: Se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. (IDEAM).

Contaminación visual: es un tipo de contaminación que alude a aquellos elementos que se caracterizan por perturbar o alterar la visualización armónica de un sitio. Es todo aquello que afecta la estética de un lugar, pudiendo ser un paisaje natural, rural o urbano. Los elementos que perturban la imagen de estos lugares son muchos, entre ellos, se encuentran: cableados eléctricos, postes, vallas publicitarias, antenas, entre otros elementos. (CEUPE).

Desarrollo sostenible: el desarrollo sostenible como la satisfacción de «las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. (UN).

Economía Circular: se presenta como un sistema de aprovechamiento de recursos donde prima la reducción de los elementos: minimizar la producción al mínimo indispensable, y cuando sea necesario hacer uso del producto, apostar por la reutilización de los elementos que por sus propiedades no pueden volver al medio ambiente. (Acciona Sostenibilidad, 2019).

Espacio público: Áreas requeridas para la circulación, tanto peatonal, como vehicular, las áreas para la recreación pública, activa o pasiva, parques, plazas, zonas verdes y similares, y uso de los elementos constitutivos del amoblamiento urbano en todas sus

expresiones, y en general por todas las zonas existentes o debidamente proyectadas en las que el interés colectivo sea manifiesto. (Alcaldía Mayor de Bogotá).

Gestión integral: La gestión integral es un sistema de manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU) que, basado en el desarrollo sostenible, tiene como objetivo primordial la reducción de los residuos enviados a disposición final. (MINAMBIENTE Argentina).

Reciclaje: cualquier proceso donde materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas. (Asociación Civil Argentina Pro Reciclado del PET)

Residuo sólido o desecho: De acuerdo con el Decreto 4741 de 2005 un Residuo sólido o desecho es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentre en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula. (MINVIVIENDA, 2005).

Separación en la fuente: Práctica utilizada para separar los diferentes tipos de residuos sólidos, orgánicos, inorgánicos e inservibles. (Alcaldía de Medellín, 2021).

5.4. MARCO CONTEXTUAL

Valledupar es una ciudad localizada en el norte de Colombia, Región Caribe y capital del departamento del Cesar, posee una extensión jurisdiccional de 4493 kilómetros cuadrados y según el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas posee 677941 habitantes, conformado por 25 corregimiento y 102 veredas (Alcaldía de Valledupar, 2020).

Es un importante sector para la producción agrícola, agroindustrial y ganadera y se localiza en el centro de la cuenca de explotación minera situando al Cerrejón al norte en el departamento de La Guajira (con el cual limita) y al sur por el complejo minero Glencor en La Loma – La Jagua. (Alcaldía de Valledupar, 2020).

Por otra parte, el corregimiento de Valencia de Jesús se encuentra ubicado a la zona suroccidental del municipio de Valledupar en las primeras estribaciones montañosas de la

Sierra Nevada de Santa Marta y es una zona histórica representado por su iglesia colonial y por sus tradiciones religiosas. (MININTERIOR, 2015).

Limita hacia el norte con el corregimiento de Azúcar Buena; hacia el occidente con la zona rural de la ciudad de Valledupar. Al sur limita con el municipio de San Diego y al occidente con el corregimiento de Aguas Blancas. (Contraloría de Valledupar, 2011).

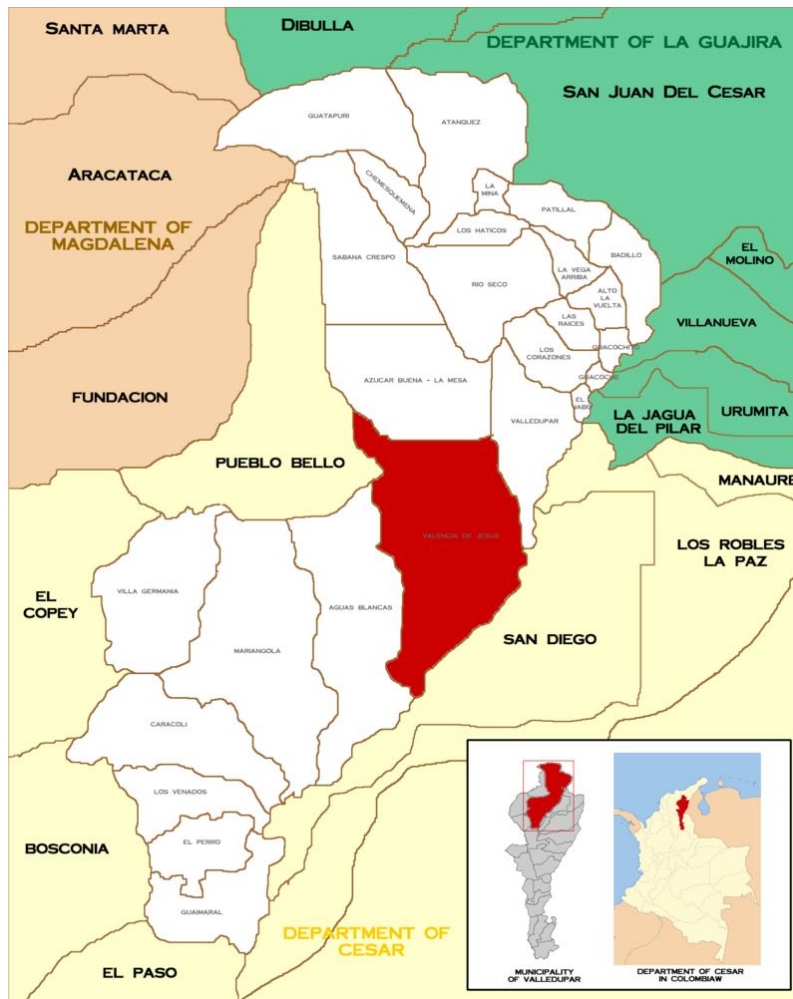
Las siguientes son las veredas que forman parte del corregimiento de Valencia de Jesús:

- Los Calabazos
- Nuevo Mundo
- El Callao
- El Cercao

En la siguiente figura se presenta al departamento del Cesar, Valledupar y Valencia de Jesús:



Figura 4. Corregimiento de Valencia de Jesús, Valledupar, Cesar.



Nota: Extraído de Internet (2022).



5.5. MARCO LEGAL

Las bases legales de este estudio se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Bases normativas del presente estudio

Normativa	Descripción	Aplicación
Constitución Política de Colombia 1991	Artículo 79. En referencia al desarrollo sostenible y el derecho de las personas.	La Constitución Política de Colombia, como norma de normas, regula los aspectos más importantes de nuestro Estado. Por lo tanto, garantiza el derecho de gozar de un ambiente sano a todas las personas.
Ley 09 del 1979	Por el cual dictan medidas sanitarias.	Presenta artículos específicos en materia de la gestión y manejo de los residuos sólidos.
Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.	Por el cual se cimentan las bases para la prestación de un servicio integral domiciliario y se especifican las etapas administrativas y organizativas.
Ley 99 de 1993	por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.	Se especifican las funciones que tienen las entidades en concepto de vigilancia y garantías del cuidado de las actividades y procesos relacionados al servicio de aseo.
CONPES 3530 de 2008	Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio Público de aseo en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos.	Se presentan los modelos que se deben adoptar para Colombia en materia de residuos sólidos.
CONPES 3874 de	Política Nacional Para La Gestión	Se presentan los compromisos que debe adoptar Colombia para el manejo

Normativa	Descripción	Aplicación
2016	Integral De Residuos Sólidos	integral de los residuos sólidos.
Decreto 1076 de 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Presenta los elementos e instrumentos existentes que se deben adoptar para el manejo integral de los residuos sólidos.
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Se presentan los conceptos necesarios para la protección al medio ambiente mediante instrumentos de gestión.
Decreto 2981 de 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.	Se presentan las obligaciones de los prestadores del servicio y de los usuarios para con el aseo locativo.
Decreto 596 de 2016	Esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones.	Se distingue el proceso vinculatorio de un grupo conformado de asociaciones de personas en referencia a materia de recicladores de oficio.
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	Se presentan las obligaciones de las empresas y los usuarios respecto a los costos y tarifas del servicio de aseo en pequeñas poblaciones.
Resolución 1407	Por la cual se reglamenta la gestión	Se dan los lineamientos que se

Normativa	Descripción	Aplicación
de 2018	ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones.	necesitan para el correcto manejo de los residuos aprovechables.
Resolución CRA 853 de 2018	Régimen y metodología tarifarios aplicable a las personas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de hasta 5.000 suscriptores y se dictan otras disposiciones.	Se presentan los métodos y consideraciones necesarias para estimar los costos y tarifas de atención de servicio referentes a la comercialización, recolección, aseo, limpieza, transporte, disposición final y tratamiento.
Norma Técnica Colombiana GTC 24	Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente.	Lineamientos para la separación de los residuos en su punto de generación.

Nota: Tomado de la página oficial del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, sección Normativa.



6. MARCO METODOLÓGICO

6.1. LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La línea de investigación, sub línea y área temática en la cual se sustenta la presente investigación corresponde respectivamente a Sostenibilidad y Gestión Ambiental, Gestión Integral de los Residuos Sólidos y Líquidos, y, Transformación y Aprovechamiento de los Residuos Sólidos (Economía Circular) del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar. (UNICESAR, 2021).

6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con Sampieri y Mendoza (2018) el enfoque metodológico e investigativo de este estudio es cuantitativo, esto se explica porque se recopilará información de campo mediante la contabilidad o cuantificación de los elementos para tratar de explicar una situación o hecho que se presenta y que revela el estado actual o situacional de algún comportamiento o elemento distintivo.

6.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

En otra referencia, Sampieri et. Al. (2014) presenta los alcances metodológicos para los cuales la presente investigación se clasifica como descriptiva, ya que no se trata de relacionar variables o de ir profundamente a conocer los hechos que relacionan efectos producidos entre estas, sino, de definir las desde sus principios tal como se manifiestan y revelan.

6.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población de estudio corresponde a los habitantes del corregimiento de Valencia de Jesús que de acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) para el año 2005 correspondía a un aproximado de 2600 habitantes. (DANE, 2005). Esta población será proyectada al año de estudio que será 2022.

6.5. MUESTRA POBLACIONAL

La muestra de la población será aleatoria simple y probabilística teniendo en cuenta que el intervalo de confianza para dicha predicción será de 95% con un valor de la curva $Z = 1,96$ y un error experimental, $e = 5\%$. Además, se tiene una probabilidad de éxito de 50%. La fórmula para estimar la muestra es la siguiente (Bencardino M., 2012):

$$n = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

Fórmula 2.

Dónde,

n = Muestra Aleatoria Simple

N = Tamaño de la Población de Estudio

P = Probabilidad del Éxito

z = área de la curva Z

e = Error Experimental

6.6. DESARROLLO METODOLÓGICO

Fase 1 – Estimar La Producción De Residuos Sólidos Aprovechables Mediante El Método De Cuarteo En El Corregimiento De Valencia De Jesús – Valledupar

Actividad 1.1. Proyección Población Y Toma De Muestra Estadística.

Descripción: Se realizará la proyección de la población tomando como base las poblaciones del corregimiento de Valencia de Jesús distinguidas en el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) de los censos 2005 y 2018 para obtener una estimación aritmética de la población al año 2022.

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \times (T_f - T_{uc})$$

Fórmula 3.

Dónde:

P_f = población (número de habitantes) para el año que se quiere estimar.

P_{uc} = población (número de habitantes) último año censado con información.

P_{ci} = población (número de habitantes) correspondiente al censo inicial con información.

T_{uc} = último año censado con información.

T_{ci} = año correspondiente al censo inicial con información.

T_f = año al cual se quiere proyectar la información.

A partir de esta población proyectada se tomara una Muestra Aleatoria Simple utilizando la fórmula 2 presentada en este documento y serán escogidas el número de viviendas que participarán en este proyecto considerando que la densidad poblacional de la ciudad de Valledupar que estima que por cada vivienda hay aproximadamente 4 habitantes.

Actividad 1.2. Caracterización De Los Residuos Sólidos.

Descripción: Después de determinadas las viviendas implicadas en el estudio se procederá a realizar la caracterización de los residuos sólidos producidos para la muestra seleccionadas homogéneamente en el centro poblado de Valencia de Jesús.

Para esto se hará un estudio extendido por una semana en el cual se dotarán a las viviendas de bolsas para basura y se hará una recolección diaria y se tomará el peso de los residuos producidos, luego se verterán en una lona plástica, mezclados y serán separados en cuatro partes, para seleccionar dos de estas y clasificar los residuos encontrados en aprovechables, no aprovechables y orgánicos, discriminando además la naturaleza específica de estos: si son plásticos, poliestireno, vidrio, metal, etc., para posteriormente pesarlos.

Con estos resultados se harán estadísticas y gráficos representativos y se harán los estimativos poblacionales mediante interpolación lineal, exponencial y potencial.

Actividad 1.3. Producción Per Cápita Y Densidad De Los Residuos.

Descripción: conforme al valor muestral y el estimativo poblacional de los residuos sólidos producidos y clasificados, se realizará el cálculo de la Producción Per Cápita (PCP) mediante la siguiente formulación:

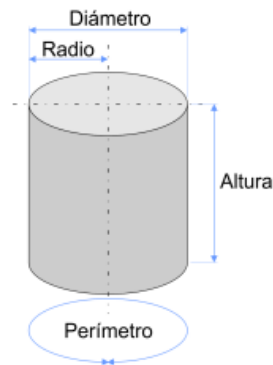
$$PCP = \frac{\text{Peso Residuos Sólidos por día}}{\text{N}^{\circ} \text{ Habitantes}}$$

Fórmula 5.

Además, se estimará la Densidad de los Residuos Sólidos mediante golpeteo en un cilindro metálico, que consta en verter los desechos, golpetearlo hasta que reduzcan la altitud interna y así tomar los datos y medidas que permitan definir la densidad de estos. Esta actividad se hace transversal a la anterior, sin embargo, su presentación se hace de forma independiente en otra sección del documento.

Del cilindro se tienen que tomar medidas como el peso promedio de los residuos sólidos (w), la altura total (H_T), el diámetro (D) y la altura que alcanzan los residuos antes (H_1) y después del golpeteo (H_2).

Figura 5. Dimensiones de un cilindro



Nota: Extraído de Internet (2022)

Conociendo estos valores medidos en el procedimiento de llenado y golpeteo se procede a determinar la Densidad de los Residuos Sólidos (ρ) así:

$$\rho = \frac{w}{\frac{\pi D^2}{4} * H_n} \quad \text{Fórmula 6.}$$

De igual manera, se harán los estimativos poblacionales mediante interpolación lineal, exponencial y potencial.

Fase 2 – Determinar los Costos y Tarifas en la Gestión y Manejo Integral de los Residuos Sólidos Domiciliarios del corregimiento de Valencia de Jesús conforme al Régimen Tarifario del Modelo de Economía Circular en la Gestión

Actividad 2.1. Costos De Referencia De Los Residuos Sólidos.

Descripción: se estimarán los costos de referencia mediante la metodología presentada por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) para Aseo en la resolución CRA 892 de 2019 y CRA 853 de 2018 Título IV para el Tercer Segmento, estimando el Costo Fijo Total por Suscriptor, Costo Variable por Tonelada de Residuo No Aprovechable y Aprovechable y el incremento por Comercialización por Actividad de Aprovechamiento, de Barrido y Limpieza, de Recolección y Transporte, de Disposición Final, de Tratamiento y de remuneración por Aprovechamiento.

Actividad 2.2. Tarifas De Referencia De Los Residuos Sólidos.

Descripción: se realizará la estimación las tarifas para suscriptores (sean aforados o no aforados), se calcularán las toneladas de residuos no aprovechables y de residuos efectivamente aprovechados y se procederá a aplicar los conceptos del Capítulo X de la resolución CRA 892 de 2019 y CRA 853 de 2018, en donde se presentan los factores de producción actualizados por estrato socioeconómico y se dan otros lineamientos de gestión y manejo integral de los residuos sólidos.

Fase 3 – Formular Las Estrategias De Recuperación De Residuos Sólidos Aprovechables Y Orgánicos Del Corregimiento De Valencia De Jesús – Valledupar

Actividad 3.1. Encuesta Proyectiva.

Descripción: Se aplicará una encuesta en la cual se pretende presentarle los resultados a la muestra poblacional de los habitantes del corregimiento de Valencia de Jesús y se les preguntará respecto a la población flotante y otras características que ayuden a comprender como, durante un año como periodo de análisis puede reducirse o maximizarse los volúmenes de generación de residuos sólidos, criterio que ayudará a estimar como podría variar el capital de trabajo en el modelo de aprovechamiento sostenible de la próxima actividad como un panorama o referente más concreto en caso se requiera un costo adicional de trabajo.

Actividad 3.2. Modelo De Aprovechamiento Sostenible.

Descripción: Se realizará la esquematización y descripción de los procesos, actividades y tareas del modelo de negocio de aprovechamiento sostenible para terminar el capital de trabajo y la inversión inicial, así como los costos operativos y de apoyo, como los gastos estratégicos, organizacionales y administrativos siguiendo los principios, criterios y protocolos en el marco de la economía circular.

Actividad 3.3. Análisis Beneficio – Costo

Descripción: se realizará el análisis de los beneficios de los costos considerando el Valor Neto Actual (VNA) de los ingresos y el VNA de los egresos y la inversión, así como se presenta en la siguiente fórmula:

$$\text{Costo-Beneficio } (C/B) = \frac{\text{VNA Ingresos}}{\text{VNA Egresos} + \text{Inversión}} \quad \text{Fórmula 7.}$$

El Valor Neto Actual se determina mediante la siguiente fórmula:

$$VNA = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} + \frac{VR_n}{(1+i)^n} \quad \text{Fórmula 8.}$$

El valor neto actual (VNA) de una inversión en un momento dado $t = 0$ (hoy) es igual a la suma del flujo de caja descontado (F) de $t = 1$ a $t = n$ más el valor residual descontado de la inversión (VR) en un momento dado n menos la suma de la inversión (I) al comienzo del periodo de inversión ($t = 0$).

Para ello es necesario conocer:

$$F_t = I_t - P_t \quad \text{Fórmula 9.}$$

El flujo de caja (también llamado presupuesto de flujo de efectivo) es la diferencia de todos los pagos e ingresos dentro de un periodo de estudio concreto.

El significado del operando expuesto se deduce así:

I_0 : Inversión en el momento inicial ($t = 0$)

n : Duración en años

t : Intervalo de tiempo

F_t : Flujo de caja

I_t : Ingresos en un momento dado t

P_t : Pagos en un momento dado t

i : Cálculo del tipo de descuento en %

VR_n : Valor residual

Si el Costo-Beneficio es mayor a la unidad se puede decir que el proyecto es viable, en caso dado sea igual a la unidad quiere decir que es indiferente, o bien sea, que los ingresos serán iguales a los egresos y por último, si es menor a la unidad entonces se rechaza el proyecto.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

7.1. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES MEDIANTE EL MÉTODO DE CUARTEO EN EL CORREGIMIENTO DE VALENCIA DE JESÚS – VALLEDUPAR

7.1.1. *Proyección Población Y Toma De Muestra Estadística*

El corregimiento de Valencia de Jesús se encuentra localizado al sur de la ciudad de Valledupar y es uno de los poblados más prósperos que se encuentran en la jurisdicción político administrativa. Este corregimiento tenía una población de 2600 habitantes para el año 2005 y su población estimada al 2018 es de 8401 habitantes (DANE, 2018), siendo estos los primeros datos e insumos para la proyección poblacional. Considerando esto procede a implementar la fórmula de proyección para un ciclo de estudio de 5 años del 2022 al año 2027:

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \times (T_f - T_{uc})$$

$$P_{2022} = 8401 + \frac{8401 - 2600}{2018 - 2005} \times (2027 - 2018)$$

$$P_{2022} = 10185 \text{ habitantes}$$

Proyectando al año 2027 (5 años) se obtendría:

$$P_{2027} = 8401 + \frac{8401 - 2600}{2018 - 2005} \times (2027 - 2018)$$

$$P_{2027} = 12417 \text{ habitantes}$$

Con una tasa relativa de crecimiento poblacional de 1,22%. De esta población del año 2027 se hizo una muestra aleatoria simple, implementando esta fórmula:

$$n = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

Se trabajará con un nivel de confianza de 95% para un valor de $Z = 1,96$, con error experimental de 10% y probabilidad de éxito de 50%

$$n = \frac{\frac{1,96^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)}{0,10^2}}{1 + \left(\frac{1,96^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)}{0,10^2 \times 12417} \right)}$$

$$n = 48$$

El resultado de la implementación de esta fórmula permitió definir que el número de habitantes que serán partícipes de este trabajo será de 48, sin embargo, el objeto de estudio de producción de los residuos sólidos es por vivienda, considerando esto se debe tener en cuenta la densidad por unidad residencial de aproximadamente 4 habitantes por vivienda, información conseguida del Plan de Desarrollo Municipal de Valledupar y estudio del DANE (2020):

Teniendo en cuenta esto, se relaciona que las viviendas de este trabajo serán:

$$\text{Viviendas} = \frac{\text{Número de Habitantes}}{\text{Densidad Residencial}} \quad \text{Fórmula 10.}$$

$$\text{Viviendas} = \frac{48 \text{ habitantes}}{4 \text{ habitantes/vivienda}}$$

$$\text{Viviendas} = 12$$

Conforme a esto se escogieron las viviendas de participación de este estudio:



Figura 6. Distribución de Puntos de Interés en Valencia de Jesús



Nota: Elaborado por los Autores, 2022

7.1.2. Caracterización De Los Residuos Sólidos.

Continuamente, se procedió a implementar la recolección de los residuos sólidos con el objeto de aplicar el método de cuarteo y poder conocer, de manera específica, la cantidad de residuos, desechos, basuras y desperdicios producidos en la muestra representativa, para esto se estableció un cronograma de medición y un proceso de trabajo, tal como se explica a continuación:

Primeramente, se invitó a las personas a participar del estudio a cambio de una dotación de bolsas de basura de 24 unidades, quienes voluntariamente accedieron a contribuir con la presentación diaria semanal de sus desechos.

Secundariamente, se estableció la recolección en la última semana del mes de agosto, del día 29 hasta el 04 de septiembre del presente año y se informó con antelación a las viviendas participantes.

En tercera instancia, se programó la recolección del producido y trabajos pertinentes de medición y otros así:

Figura 7. Programación de Trabajo para Cuarteo

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
-------	--------	-----------	--------	---------	--------	---------

Entrega de Bolsas de Basura	Toma de Muestra del día anterior	
	Separación y medición de los Residuos	
	Reporte y Tabulación de los datos	Estimación de la Densidad

Nota: Elaborado por los Autores, 2022

El lunes se entregaron las bolsas de basura e inmediatamente comenzaron a llenarlas, al finalizar el día los participantes la cerraban y el martes, los investigadores, iban por ella y la llevaban a sitio donde hicieron a la separación conforme a la naturaleza de los desechos e hicieron el pesaje de cada uno de estos. El domingo, finalizando se estimó la densidad de los residuos sólidos trabajados.

Por cuarta instancia, y retomando el tema de la densidad, esta fue desarrollada con un tanque plástico, con todas las basuras acumuladas, practicando técnica de golpeteo y reducción de volumen-contenido por ocupación de espaciados.

Toda esta descripción se ve materializada en las siguientes evidencias gráficas:

Tabla 2. Registro Fotográfico de la práctica en campo





Nota: Elaborado por los Autores, 2022

Concerniente a esto, se presenta la siguiente tabla, en donde se entrega una caracterización minuciosa y bastante específica de los pesos de los residuos, resaltando que hay muchos desperdicios y productos de un único uso como el plástico, que son los de mayor presencia. Esta clasificación fue considerada siguiendo los tipos de residuos descritos en las GTC 53 de la 2 a 8, GTC 86 y la GTC 24.



Tabla 3. Tablas de Pesos Registrados de los Residuos Sólidos Caracterizados

Clasificación de los Residuos Sólidos	Tipo de Residuos Sólidos	Peso (kg)						
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Aprovechables	Papel	1,4	0,8	0,02	0,01	0,53	0,01	0
	Cartón	2,34	1,05	0,04	0,05	1,01	0,65	0,65
	Vidrio	0,04	0	0	1,4	0	0,05	0,01
	Plástico PET	3,32	1,6	3,5	2,34	3,33	1,33	2,33
	Plástico Duro	0	0,6	0	0	0,01	0,1	0
	Bolsas	0,01	0	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01
	Tetra – pack	0	0,01	0	0,03	0	0,01	0,01
	Tecnopor y similares	0,02	0	0	0	0	0,01	0
	Metal	0	0,43	0	0	0,11	0,1	0
No Aprovechables	Telas, Textiles	0	0	0	0	0,01	0	0
	Caucho, Cuero, Jebe	0	0	0	0,01	0	0	0
	Baterías, Pilas	0,04	0	0,01	0,2	0	0	0
	Residuos Fármacos	0,01	0	0,02	0,02	0	0,02	0
	Bombillas	0,3	0	0	0	0	0	0,2
	Residuos Sanitarios	1,21	1,56	1,34	1,55	1,56	2,01	1,99
	Residuos Inertes	0	0	0	0	0	0	0
	Otros	0	0	0	0	0	0	0

Clasificación de los Residuos Sólidos	Tipo de Residuos Sólidos	Peso (kg)						
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Orgánicos	Materia Orgánica (residuos comida)	4,26	5,32	4,76	4,01	3,98	6,73	6,83
	Madera y Residuos de Corte	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

Considerando esto, los tres residuos que más se producen por semana son los desperdicios de comida con 35,89 kilogramos, el plástico PET con 17,75 kilogramos y los residuos sanitarios con 11,22 kilogramos. La comparativa con otros residuos, desechos, basuras y desperdicios se presenta en la figura 8.

Así mismo, dentro de este análisis, se determina que el día de mayor producción de residuos es el día 1: Lunes, con un acumulado de 12,95 kilogramos. El día de mínima producción es el día 4: Jueves, con un acumulado de 9,64 kilogramos y, por último, el día más cercano a la producción promedio es el día 6: Sábado, con un acumulado de 11,05 kilogramos, considerando que el valor promedio de producción es de 11,04 kilogramos por semana.

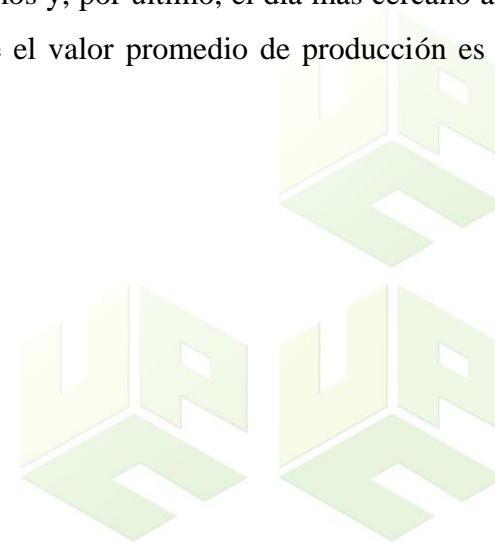
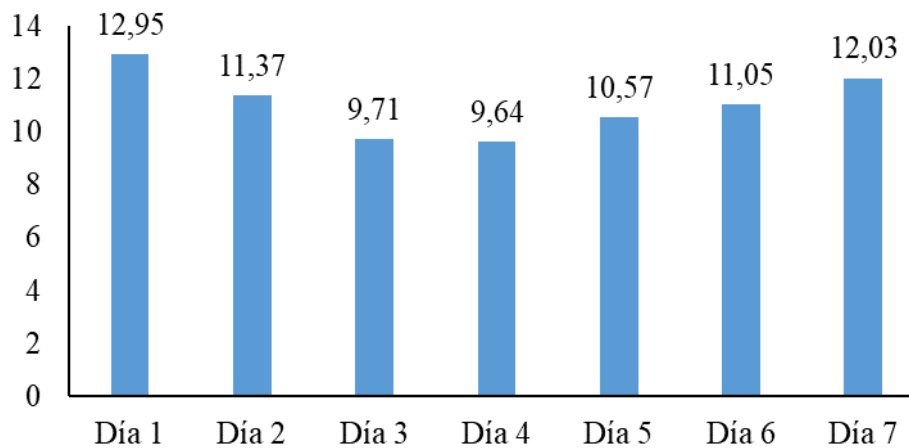


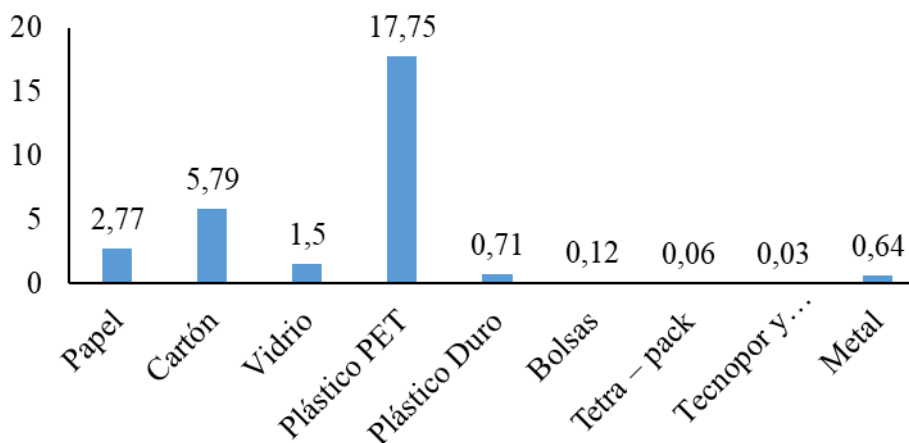
Figura 8. Producción Semanal de Residuos Sólidos de 12 viviendas de Valencia de Jesús



Nota: Elaborado por los Autores, 2022

Como se observa, la producción de residuos sólidos tiene una tendencia creciente a los fines de semana (día 6 y 7), repuntando al día 1 y cayendo nuevamente. Este comportamiento puede ser justificado con los hábitos cotidianos de la población, tanto domésticos como laborales.

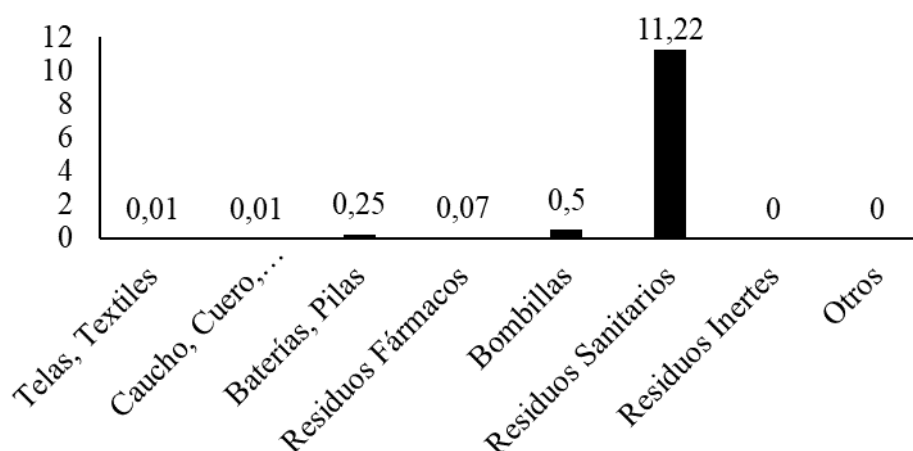
Figura 9. Producción Semanal de Residuos Sólidos Aprovechables de 12 viviendas de Valencia de Jesús



Nota: Elaborado por los Autores, 2022

Como se observa en la gráfica anterior, los tres Residuos Sólidos Aprovechables más producidos son el Plástico PET, el cartón y el papel. Se produce más vidrio que metal. En poca proporción se producen bolsas plásticas e icopor o papel metalizado.

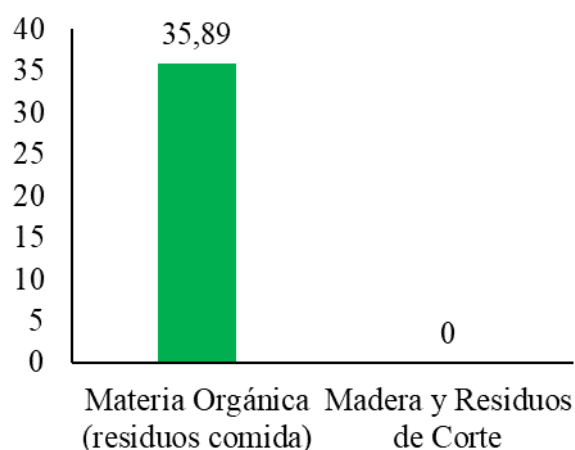
Figura 10. Producción Semanal de Residuos Sólidos No Aprovechables de 12 viviendas de Valencia de Jesús



Nota: Elaborado por los Autores, 2022

Los residuos sólidos no aprovechables más generados son los sanitarios. Como se aprecia, es muy poca la generación de residuos de esta clase, lo que es un aspecto positivo, puesto que la implementación de métodos educativos reforzaría la tendencia de producción y aminoraría la generación de otros como baterías, residuos fármacos y bombillas.

Figura 11. Producción Semanal de Residuos Sólidos Orgánicos de 12 viviendas de Valencia de Jesús



Nota: Elaborado por los Autores, 2022

Los residuos orgánicos que se producen, medidos en este periodo, fueron los desperdicios de comida, que, de todas las clases de desechos, son los más producidos en el corregimiento de Valencia de Jesús.

7.1.3. Producción Per Cápita Y Densidad De Los Residuos.

Conforme a los resultados de la Tabla 3, se tienen los siguientes comentarios: que el total de residuos trabajados para las 12 viviendas fue de 77,32 kilogramos, entonces, 1 vivienda producirá 6,443 kilogramos de residuos, o sea que, 1 habitante produce 1,611 kilogramos de residuos sólidos.

Tabla 4. Relación de Pesos por Unidades de Análisis por Semana

Peso Total (12 viviendas)	77,32 kg
Peso Total (1 viv. = 4 hab.)	6,443 kg
Peso Total (1 habitante/semana)	1,611 kg

Nota: Elaborado por los Autores, 2022

Considerando esto y haciendo una simple regla de tres se podría decir que los habitantes de Valencia de Jesús, en la actualidad, están produciendo por semana 16406,3 kilogramos de residuos sólidos (16,40 toneladas). Cabe mencionar que este es un valor estimado, puesto que se tendría que ampliar los periodos de caracterización, sin embargo, a partir de este dato se planificarán las futuras actividades de este trabajo de investigación.

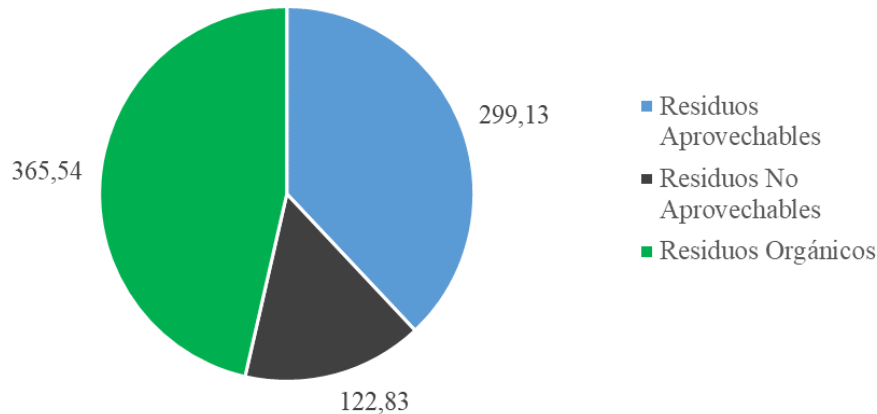
$$\text{Producción Anual} = 16,40 \frac{\text{ton}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}} * 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}}$$

Entonces, teniendo en cuenta esto, anualmente, el corregimiento de Valencia de Jesús está produciendo hipotéticamente 787,2 toneladas de las 192.000 que aproximadamente recibe el relleno Sanitario Los Corazones. (Semanario La Calle, 2020). O sea, que la población de este centro poblado objeto de estudio solo aporta el 0,41% anual del vertido en el punto de disposición final.

Por otra parte, al practicar un análisis de las proporciones de la clasificación de los residuos sólidos del corregimiento de Valencia de Jesús, se define que los Residuos Sólidos Orgánicos son los de mayor presencia con un 46% del total producido, seguido de los Residuos Sólidos Aprovechables con un 38%, y, por último, los Residuos Sólidos No Aprovechables, con un 16%.

Entonces, los Residuos Sólidos Anuales clasificados, estimados y aproximados producidos en el corregimiento de Valencia de Jesús asumen el siguiente valor:

Figura 12. Cuantificación de las Clases de Residuos Sólidos Anuales del corregimiento de Valencia de Jesús



Nota: Elaborado por los Autores, 2022 (los valores presentados en el gráfico están expresados en unidades de peso *toneladas*. 1 tonelada equivale a 1000 kilogramos).

Para la estimación de la *Producción Per Cápita* de los Residuos Sólidos del corregimiento de Valencia de Jesús se consideró el peso total por un habitante referenciado en la Tabla 4.

$$PPC = 1,611 \frac{\text{kg/hab}}{\text{semana}} * \frac{1 \text{ semana}}{7 \text{ días}}$$

$$PPC = 0,159 \frac{\text{kg/hab}}{\text{día}}$$

Lo que significa que 1 habitante produce 0,159 kilogramos de residuos sólidos por día, siendo este un valor mediano de referencia. Otra estimación relevante corresponde a la *Densidad de los Residuos Sólidos*, cuyos datos de entrada corresponden al peso de los residuos sólidos (w) en su numerados y a las dimensiones del tanque utilizado como el diámetro (D) y la altura de los residuos (H_n) en el cociente:

$$\rho = \frac{w}{\frac{\pi D^2}{4} * H_n}$$

Tal como se presentó en un apartado anterior, la densidad de los residuos fue el último de los procedimientos realizados, por lo cual, los desechos y basuras fueron almacenados para que perdiesen su contenido gaseoso y lixiviado, para luego introducirlas al tanque.

El tanque empleado es de 65 litros, cuyas dimensiones son 51,3 centímetros de largo (L), 44,2 centímetros de ancho (A) y 55,6 centímetros de alto (H), por lo tanto, e implicando en el cálculo los valores para la muestra tomada de las 12 viviendas se tendría el siguiente resultado:

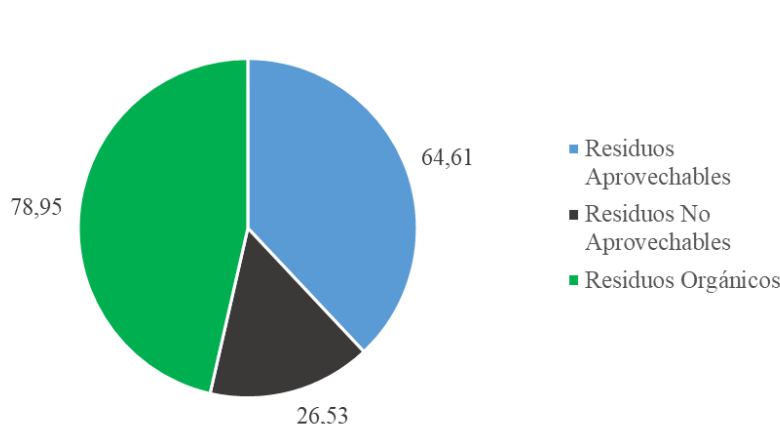
Tabla 5. Densidad de los Residuos Sólidos de la Muestra de 12 viviendas del corregimiento de Valencia de Jesús

Periodo	Peso (w)	H (m)	D (m)	H1 (m)	Hn (m)	ρ (kg/m ³)
Día 1	12,95	0,556	0,442	0,512	0,458	184,276
Día 2	11,37	0,556	0,442	0,501	0,422	175,596
Día 3	9,71	0,556	0,442	0,492	0,391	161,848
Día 4	9,64	0,556	0,442	0,474	0,392	160,272
Día 5	10,57	0,556	0,442	0,461	0,405	170,093
Día 6	11,05	0,556	0,442	0,508	0,453	158,975
Día 7	12,03	0,556	0,442	0,519	0,443	176,981

Nota: Elaborado por los Autores, 2022

En promedio, la densidad de los residuos sólidos de la muestra de 12 viviendas del corregimiento de Valencia de Jesús es de 169,72 kilogramos por metros cúbicos para una semana de estudio, sin embargo, el valor representativo poblacional de este centro poblado es igual a la mediana de los datos, que equivale a 170,09 kilogramos por metros cúbicos y será este el valor considerado para posteriores cálculos.

Figura 13. Cuantificación del Volumen de los Residuos Sólidos del corregimiento de Valencia de Jesús



Nota: Elaborado por los Autores, 2022 (los valores presentados en el gráfico están expresados en unidades de peso *kilogramos por metro cúbico*).

7.2. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS Y TARIFAS EN LA GESTIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL CORREGIMIENTO DE VALENCIA DE JESÚS CONFORME AL RÉGIMEN TARIFARIO DEL MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR EN LA GESTIÓN

Cabe mencionar que en esta etapa solo se tratan a los residuos sólidos aprovechables caracterizados, clasificados y cuantificados en la etapa anterior y que con la definición de los costos y tarifas obedecen, como define la resolución 853 de 2018 y 892 de 2019 de la Comisión de Regulación y Agua Potable, para empresas prestadoras del servicio. Sin embargo, en este trabajo se interpreta la estimación de costos y tarifas como precios que debe asumir el modelo de aprovechamiento de estos residuos sólidos. Aun, se desarrollarán todos los cálculos pert

7.2.1. Costos De Referencia De Los Residuos Sólidos.

La aplicación de la metodología de determinación de costos toma como base el título III para segundo segmento que define aplicaciones de los cálculos de hasta 5000 suscriptores, a la cual aplica el corregimiento de Valencia de Jesús.

7.2.1.1. Costo Fijo Total.

El costo fijo total es definido por la resolución CRA 853 de 2018, como:

$$CFT = CCS + CBLUS$$

Donde,

CFT: Costo Fijo Total por suscriptor del servicio público de aseo (pesos de julio de 2018/suscriptor-mes).

CCS: Costo de Comercialización por Suscriptor del servicio público de aseo, definido en el artículo 40 de la resolución CRA 853 de 2018 (pesos de julio de 2018/suscriptor-mes).

CBLUS: Costo de Barrido y limpieza de vías y áreas públicas y, Limpieza Urbana por Suscriptor, definido en el artículo 42 de la resolución CRA 853 de 2018 (pesos de julio de 2018/suscriptor-mes).

7.2.1.2. Costos De Comercialización.

Para definir los costos de comercialización no se considera el artículo 40 de la resolución CRA 853 de 2018, puesto que no se tiene especificación sobre las actividades concernientes a las operaciones estratégicas y misionales para la prestación del servicio, tampoco se realizará en conjunto con empresas de energía o acueducto. Por ende, el costo de comercialización (CCS) será igual a la multiplicación del porcentaje de residuos aprovechables por el costo tarifario actual que tiene la empresa de servicios públicos (EPS) para Valencia de Jesús, que equivale a \$2000.

$$\text{CCS} = \% \text{ Residuos Sólidos Aprovechables} \times \text{Tarifa ESP}$$

$$\text{CCS} = \%38 \times \$ 2.000$$

$$\text{CCS} = \$ 759,70$$

Esta relación empírica parte del hecho de la capacidad gestora de la empresa de servicio público y sería el criterio o valor máximo, sin embargo, se puede trabajar con valores inferiores a \$2.000; para esta investigación se considerará este valor de comercialización y se reducirá como método de ajuste para garantizar la solvencia de los costos.

Como este trabajo no considerará los residuos que provienen del Barrido y Limpieza, sino los generados residencialmente, entonces CBLUS es igual 0, por lo cual, el Costo Fijo Total (CFT) será igual al Costo de Comercialización (CCS).

$$\text{CFT} = \text{CCS} = \$ 759,70$$

7.2.1.3. Costo Variable De Residuos Sólidos Aprovechables.

Definido en la resolución CRA 853 de 2018, la fórmula para estimar el costo variable de residuos sólidos Aprovechables se practica con la siguiente formulación matemática:

$$\text{CVA} = \text{CRT} + \left(\frac{\text{CDFT} * \overline{\text{QRT}} + \text{CT} * \overline{\text{QRO}}}{\overline{\text{QRT}} + \overline{\text{QRO}}} \right)$$

Donde,

CVNA: Costo Variable por tonelada de Residuos Sólidos Aprovechables (pesos de julio de 2018/tonelada).

CRT: Costo de Recolección y Transporte de Residuos Sólidos definido en el artículo 46 de la presente resolución (pesos de julio de 2018/tonelada).

CDFT: Costo de Disposición Final Total por tonelada definido en el artículo 48 de la resolución CRA 853 de 2018 (pesos de julio de 2018/tonelada).

CT: Costo de Tratamiento por tonelada definido en el artículo 54 de la resolución CRA 853 de 2018 (pesos de julio de 2018/tonelada).

QRT: Promedio mensual de toneladas de residuos sólidos recolectados y transportados al sitio de disposición final, de acuerdo con lo definido en el artículo 38 de la resolución CRA 853 de 2018 (toneladas/mes).

QRO: Promedio mensual de residuos orgánicos biodegradables recolectados y transportados a la planta de tratamiento, de acuerdo con lo definido en el artículo 38 de la resolución CRA 853 de 2018 (toneladas/mes).

El Costo de Recolección y Transporte de Residuos sólidos se define así:

$$CRT = \frac{\sum_{s=1}^3 (CRTS_s * \overline{QRT_s}) + \overline{CPE}}{\sum_{s=1}^3 \overline{QRT_s}} + CEG$$

Donde:

CRT: Costo de Recolección y Transporte por tonelada (pesos de julio de 2018/tonelada).

CRTS_s: Costo de Recolección y Transporte adoptado por la persona prestadora para cada sitio de disposición final, estación de transferencia o tratamiento s utilizado para el manejo adecuado de los residuos sólidos, el cual corresponde a \$62.624 por tonelada (pesos de julio de 2018/tonelada).

CPE: Promedio mensual del año fiscal inmediatamente anterior del valor pagado por concepto de los peajes de ida y vuelta, ubicados en el trayecto entre el centroide del APS y la entrada del sitio de disposición final, estación de transferencia o sitio de tratamiento (pesos de julio de 2018/mes).

CEG: Costo de transferencia y transporte a granel hasta el sitio de disposición final, el cual corresponde al valor cobrado por la persona prestadora de la estación de transferencia, de

conformidad con el parágrafo 6 del artículo 24 de la Resolución CRA 720 de 2015 o el artículo 147 de la resolución CRA 853 de 2018 (pesos de julio de 2018/tonelada).

QRT_s: Promedio mensual de toneladas de residuos sólidos recolectados y transportados al sitio de disposición final, estación de transferencia o sitio de tratamiento, de acuerdo con lo definido en el artículo 38 de la resolución CRA 853 de 2018 (toneladas/mes).

S: Sitio de entrega de residuos sólidos, donde, s = {sitios de disposición final, estaciones de transferencia, sitios de tratamiento}.

De acuerdo con la formulación anterior se tiene que el valor del CRTS_s es equivalente a \$62.624, el valor del CPE es igual a \$0 puesto que no hay ningún punto de recaudo que interfiera en los costos operacionales referidos aquí. El valor de QRT_s es equivalente a 10,23 toneladas / mes de residuos sólidos Aprovechables. (*obtenido de los datos presentados en la fase de resultados de estimación de la producción de los residuos sólidos*).

El valor del CEG se obtiene mediante la siguiente formulación matemática:

$$CEG = \min \left\{ 27.986; 9.530 + \frac{3.078.077}{Q_{ag}} \right\} + 22.504 + 330 * D_{et} + \frac{30.526.282}{Q_{ag}} + \overline{PRT}_g$$

Det: Distancia desde la estación de transferencia al sitio de disposición final (km). Cada kilómetro de vía despavimentada equivaldrá a 1,25 kilómetros de vía pavimentada.

Q_{ag}: Promedio de toneladas de residuos sólidos recibidas en la estación de transferencia, calculadas como el promedio de acuerdo con lo definido en el artículo 131 de la resolución CRA 853 de 2018 (toneladas/mes).

PRT_g: Promedio del valor de los peajes por mes que paga el vehículo de transporte a granel en su recorrido de ida y vuelta (pesos/tonelada-mes), de acuerdo con lo definido en el artículo 131 de la resolución CRA 853 de 2018.

Min(): Función que exige escoger el menor de los dos valores separados por punto y coma.

Considerando esto, Det equivale a 0 kilómetros, puesto que este trabajo se desarrolla en el mismo corregimiento. Q_{ag} sería igual a la producción factura medida en toneladas por mes equivalente a 65,62, puesto que no se tiene indicio de producción del periodo de enero y

junio. El valor de PRTg es equivalente a 0 kilómetros, puesto que este trabajo se desarrolla en el mismo corregimiento. Por lo tanto, el valor del CEG será igual a:

$$CEG = \frac{3.078.077}{65,62} + 22.504 + 330 * 0 + \frac{30.526.282}{65,62} + 0$$

$$CEG = \$ 534.609,44$$

Teniendo en cuenta esto el CRT, será igual a:

$$CRT = \frac{(\$62.624 * 10,23) + \$0}{10,23} + \$ 534.609,44$$

$$CRT = \$ 597.233,44$$

Seguidamente se define el costo de disposición final mediante la siguiente formulación matemática expuesta en la misma resolución:

$$CDFTD_d = CDF_VU_d + CDF_PC_d$$

Sus variables están definidas por las siguientes:

$$CDF_VU_d = \min \left\{ \left(55.782 + \frac{4.508.728}{QRS_d} \right); 134.096 \right\}$$

$$CDF_PC_d = \min \left\{ \left(1.339 + \frac{1.261.343}{QRS_d} \right); 23.249 \right\} * k_d$$

Donde:

CDF_VUd: Costo mínimo a reconocer por tonelada, por vida útil de 30 años, en el sitio de disposición final d (pesos de julio de 2018/tonelada).

QRSd: Promedio mensual de residuos sólidos que se reciben en el sitio de disposición final d, de acuerdo con lo definido en el artículo 38 de la resolución CRA 853 de 2018 (toneladas/mes).

CDF_PCd: Costo mínimo a reconocer por tonelada, por período de la etapa de posclausura de diez (10) años, en el sitio de disposición final d (pesos de julio de 2018/tonelada).

Min(): Función que exige escoger el menor de los dos valores separados por punto y coma.

k_d : Factor que involucra el costo adicional por una duración superior a diez (10) años de la etapa de posclausura del sitio de disposición final d , según la exigencia de la autoridad ambiental. En el caso en que la autoridad ambiental determine un período igual a diez (10) años de la etapa de posclausura, para el sitio de disposición final, $k_d = 1$.

$$k_d = 0,8576 * \ln(10 + \Delta T) - 0,9994$$

ΔT : Período adicional a diez (10) años de la posclausura del relleno sanitario, que ha sido aprobado por la autoridad ambiental.

Conforme a esto, entonces los QRS_d son igual a 65,62 toneladas producidas al mes. Se refiere el mismo valor que para las variables anteriores puesto que no anteceden estudios de caracterización de residuos sólidos, sin embargo, sobre estas se espera cambios de control futuro en el ajuste de la metodología de costos y tarifas para el dimensionamiento del modelo. Además, $K_d = 1$, puesto que la disposición final es una estación de aprovechamiento con vida útil extendida a lo largo del tiempo superior a 25 años.

El costo mínimo a reconocer por tonelada por vida útil de 30 años será igual a:

$$CDF_{VU_d} = 55.782 + \frac{4.508.728}{QRS_d}$$

$$CDF_{VU_d} = 55.782 + \frac{4.508.728}{65,62}$$

$$CDF_{VU_d} = \$ 124.491$$

El costo mínimo a reconocer por tonelada por periodo de posclausura será igual a:

$$CDF_{PC_d} = \left(1.339 + \frac{1.261.343}{QRS_d} \right) * k_d$$

$$CDF_{PC_d} = \left(1.339 + \frac{1.261.343}{65,62} \right) * 1$$

$$CDF_{PC_d} = \$ 20.560$$

Considerando esto, el costo de disposición final será igual a:

$$CDFTD_d = \$ 124.491 + \$ 20.560$$

$$CDFTD_d = \$ 145.051$$

Por otra parte, el costo de tratamiento por tonelada será como máximo el valor que se establece en la siguiente función:

$$CT = \min \left\{ \left(80.248 + \frac{2.152.111}{QRO} \right); 146.307 \right\}$$

Donde:

CT: Costo máximo a reconocer por tonelada, por vida útil de 30 años, en la planta de tratamiento (pesos de julio de 2018/tonelada).

Min (): Función que exige escoger el menor de los dos valores separados por punto y coma.

QRO: Promedio mensual de residuos orgánicos que se reciben en la planta de tratamiento, de acuerdo con lo definido en el artículo 38 de la resolución CRA 853 de 2018 (toneladas/mes).

Conforme a esto, entonces los QRO serán igual a 65,62 toneladas producidas al mes. Se refiere el mismo valor que para las variables anteriores puesto que no anteceden estudios de caracterización de residuos sólidos, sin embargo, sobre estas se espera cambios de control futuro en el ajuste de la metodología de costos y tarifas para el dimensionamiento del modelo.

$$CT = \frac{2.152.111}{65,62}$$

$$CT = \$ 32.796,57$$

Considerando esto, entonces se puede obtener el costo variable de residuos sólidos aprovechables, aplicando la formulación matemática respectiva:

$$CVA = CRT + \left(\frac{CDFT * \overline{QRT} + CT * \overline{QRO}}{\overline{QRT} + \overline{QRO}} \right)$$

$$CVA = \$ 597.233,44 + \left(\frac{\$ 145.051 * 10,23 + \$ 32.796,57 * 65,62}{10,23 + 65,62} \right)$$

$$CVA = \$ 645.169,93$$

Por lo tanto, el costo total de gestión y manejo en la recolección, transporte, disposición final y tratamiento de los residuos sólidos aprovechables será igual a:

$$CTRSA = CFT + CVA$$

$$CTRSA = \$ 759,70 + \$ 645.169,93$$

$$CTRSA = \$ 645.929,63$$

7.2.2. Tarifa De Referencia De Los Residuos Sólidos.

Conforme a la resolución CRA 853 de 2018, la tarifa final por suscriptor se calcula mediante la siguiente fórmula matemática:

$$TFS_u = [CFT + (CVNA * TRN) + (CVA * TRA)] * (1 \pm FCS_u)$$

Donde:

TFS_u: Tarifa Final por Suscriptor tipo u de la persona prestadora (pesos/suscriptor-mes).

CFT: Costo Fijo Total definido en el artículo 35 de la presente resolución (pesos/suscriptor-mes).

CVNA: Costo Variable por tonelada de residuos sólidos no aprovechables definido en el artículo 36 de la resolución CRA 853 de 2018 (pesos/tonelada).

CVA: Costo variable por tonelada de residuos efectivamente aprovechados definido en el artículo 37 de la resolución CRA 853 de 2018 (pesos/tonelada).

TRN: Toneladas de Residuos Sólidos No Aprovechables por suscriptor definidas en el artículo 59 de la resolución CRA 853 de 2018 (toneladas/suscriptor-mes).

TRA: Toneladas de residuos efectivamente aprovechados por suscriptor definidas en el artículo 59 de la resolución CRA 853 de 2018 (toneladas/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.

Considerando esto, CFT y CVA son valores calculados, CVNA no es aplicable al contexto de este trabajo por eso se asume como cero, TRN y TRA también se obtuvieron en los resultados de la primera fase metodológica de este trabajo. FCSu se asume como 0, puesto que no hay ningún subsidio aplicable.

$$TFS_u = [\$ 759,7 + (0 * 10,23 \text{ ton}) + (\$ 645.169,93 * 24,92 \text{ ton})] * (1 \pm 0)$$

$$TFS_u = \$ 15.671.937,3$$

Que sería el valor para los 12417 habitantes del corregimiento de Valencia de Jesús para el año 2027, o sea, que para cada habitante la tarifa final sería de \approx \$ 1300, que es un valor relativamente bajo y representa, si se hace una comparativa con la tarifa actual, el 65% de la tarifa total, o bien sea, sería el valor que se destinaría para con los residuos sólidos aprovechables.

7.3. FORMULACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES Y ORGÁNICOS DEL CORREGIMIENTO DE VALENCIA DE JESÚS – VALLEDUPAR

7.3.1. Encuesta Proyectiva

El propósito de diseñar una encuesta es de invitar a los habitantes del corregimiento de Valencia de Jesús a lograr la separación en la fuente de los residuos sólidos aprovechables para su presentación, se trató de evaluar el conocimiento de estos y también se buscó estimar los cambios tendenciales en la población y otros aspectos relacionados.

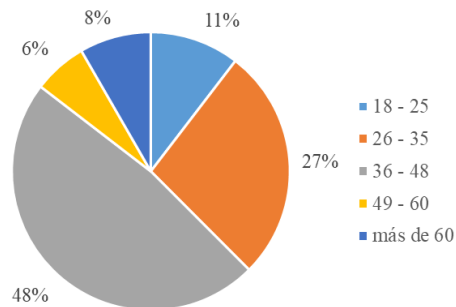
Para esto, la variable dependiente y de estudio tomada como base de dimensionamiento de las otras variables independientes fue la posibilidad de implementar un modelo de economía circular. La encuesta estuvo constituida por las siguientes preguntas (sus resultados se presentan de manera continua):

7.3.1.1. Componente Socioeconómico.

Pregunta 1. ¿Cuál es su edad?

El resultado de la evaluación de la edad de los cuarenta y ocho encuestados define que el 48% de ellos se encuentran clasificados entre los 36 a 48 años, seguido de un 27% representado por personas de 26 a 35 años, otras edades quedaron en otras proporciones así:

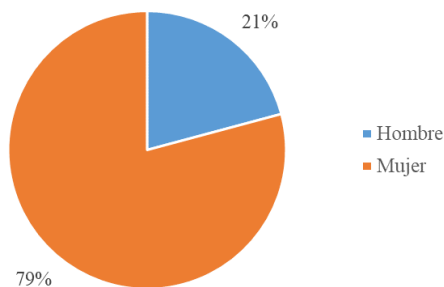
Figura 14. Clasificación de las Edades de los Encuestados



Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

Pregunta 2. ¿Cuál es su género u orientación sexual?

Figura 15. Clasificación del Género de los Encuestados



Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

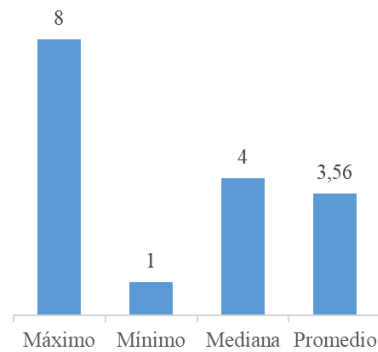
Como se aprecia, la mayoría de los encuestados son mujeres, con un 79% de respuestas y el otro 21% corresponden a hombres.

Pregunta 3. ¿Cuántas personas viven con usted?

Las personas respondieron a que comúnmente las viviendas y hogares del corregimiento de Valencia de Jesús se integran de entre uno (1) como mínimo con tres hogares reportados así; a ocho (8) como máximo, en un solo hogar.

La mayoría de las viviendas se integran con un valor mediano de 4 habitantes, rondando en un promedio de 3,56. Esta información también puede ser observada en la siguiente gráfica:

Figura 16. Estadísticas de Número de Personas por Vivienda

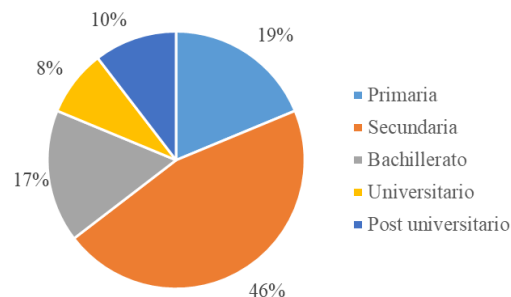


Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

Pregunta 4. ¿Cuál es nivel educativo en su hogar?

Las personas respondieron así:

Figura 17. Clasificación del Nivel Educativo del hogar



Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

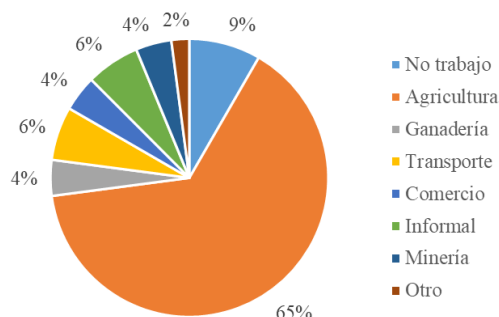
Como se observa, la mayoría de los encuestados tienen un grado educativo de conocimiento de secundaria sin culminar con un 46%, en segunda medida se encuentran agrupados los que tienen un grado de primaria sin culminar con 19%, de manera de análisis decreciente prosigue la categoría Bachillerato con un 17%, así mismo continua la categoría post universitarios con 10% y por último universitarios con 8%.

Pregunta 5. ¿Cuál es la actividad económica de la cual depende?

La mayoría de las personas trabajan en la agricultura, concentrando a los encuestados en un 65%, un porcentaje mucho menor pero distintivo manifiesta no trabajar con un 4%.

Otros valores de esta clasificación se pueden observar en la siguiente figura:

Figura 18. Clasificación de las Actividades Económicas de las que depende el Hogar

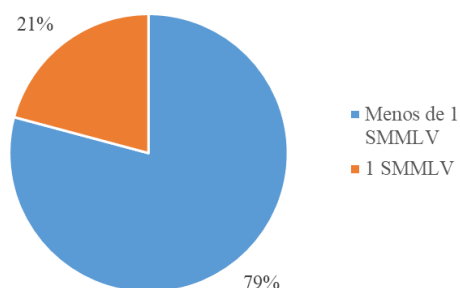


Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

Pregunta 6. ¿Cuál es el ingreso promedio mensual?

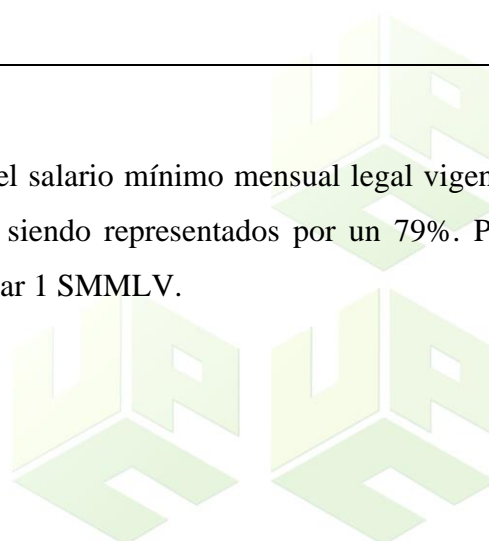
La siguiente gráfica presenta el comportamiento del ingreso promedio mensual de los encuestados en el corregimiento de Valencia de Jesús:

Figura 19. Clasificación del Ingreso Promedio Mensual de los Hogares



Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

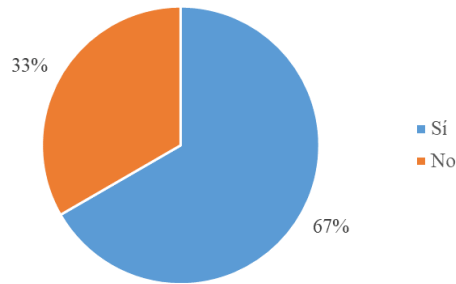
La mayoría de los habitantes ganan menos del salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV) que equivale actualmente a \$1.000.000, siendo representados por un 79%. Por otra parte, el 21% de los encuestados manifiestan ganar 1 SMMLV.



7.3.1.2. Componente Sustancial.

Pregunta 7. ¿Considera que produce muchos residuos, basuras, desechos y desperdicios?

Figura 20. Consideración de Producción de los Residuos Sólidos



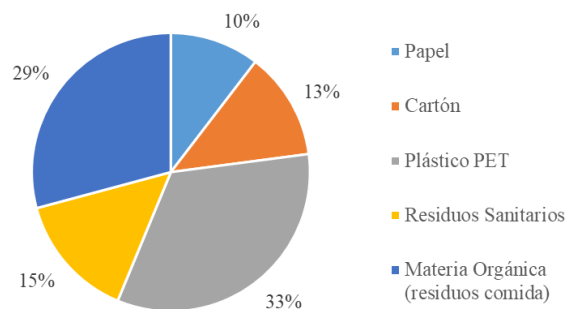
Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

La mayoría de las personas responden que Sí producen muchos residuos, basuras, desechos y desperdicios, representados en un 67%; por otra parte, el 33% de los encuestados dicen que no producen tanto.

Pregunta 8. ¿Cuál cree usted que es el residuo sólido que más produce?

En la siguiente representación se indica cuál es el residuo de mayor producción desde la percepción de los encuestados:

Figura 21. Clasificación de los Residuos Sólidos de Mayor Producción según Encuestados



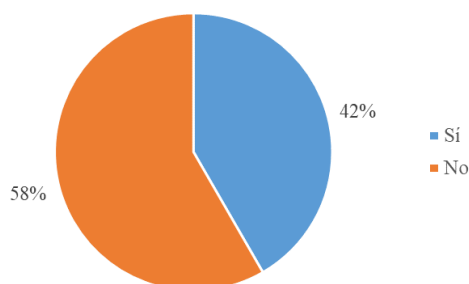
Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

De acuerdo con la figura anterior y con los datos obtenidos en este trabajo, se corrobora que los residuos de mayor producción son los presentados, con diferencias en sus porcentajes.

Pregunta 9. ¿Sabe distinguir entre residuos sólidos aprovechables y no aprovechables?

En la siguiente representación se indica el conocimiento de la separación de los residuos sólidos según los encuestados:

Figura 22. Consideración Respecto a Residuos Aprovechables y No Aprovechables



Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

El 58% de los encuestados manifiestan que no saben distinguir la diferencia entre los residuos aprovechables y no aprovechables. El 42% de los encuestados manifiestan que si lo saben hacer.

Pregunta 10. ¿Cuántas visitas recibe y aloja en su vivienda por más de un día?

En la siguiente figura se presenta el número de visitas que reciben y alojan por más de un día los habitantes del corregimiento de Valencia de Jesús. Como máximo reciben 4 personas y mínima 1.

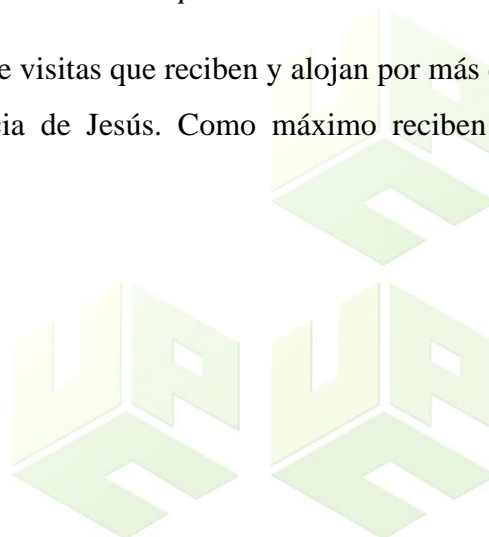
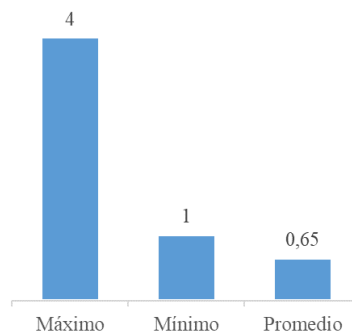


Figura 23. Número de Visitas que Recibe por Hogar

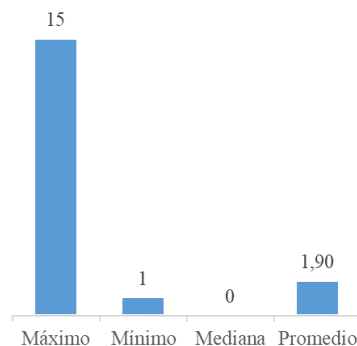


Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

Pregunta 11. ¿Cuánto tiempo (días) toma la visita?

La figura presentada a continuación presenta los valores de extensión temporal de las visitas expresadas en unidades de días. Señalando que hay personas que toman hasta 15 días de estadía y otros toman hasta 1 solo día, teniendo un promedio de 1,9 días.

Figura 24. Extensión Temporal de las Visitas



Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

Pregunta 12. ¿Escoja los meses en los que suele recibir las visitas?

Los meses en que se percibe mayor a menor visita, en orden secuencial, son diciembre, octubre, abril, enero y noviembre, tal como se observa en la siguiente figura:

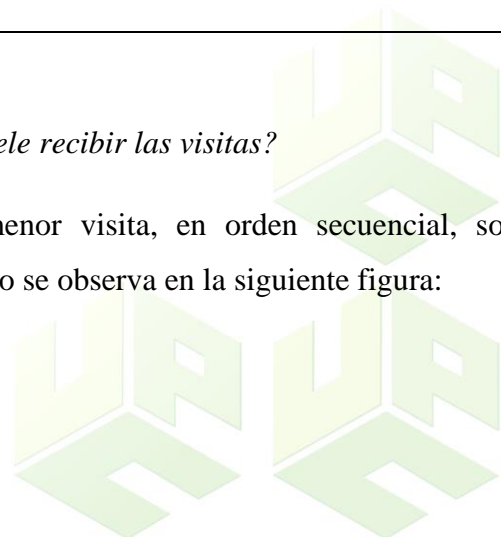
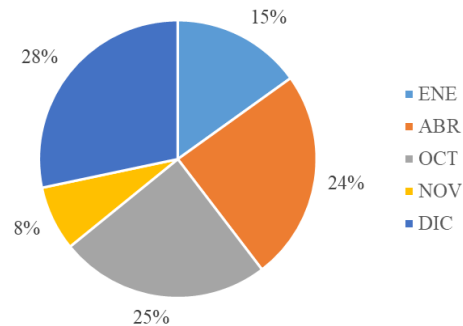


Figura 25. Meses de Mayor frecuencia de Visitas



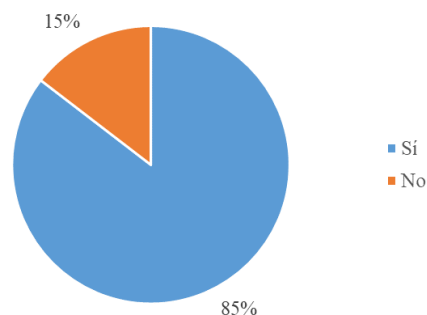
Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

Estos últimos tres cálculos sirven para discernir de la población flotante y los posibles cambios en la producción de residuos sólidos, así como el aumento de los aprovechables, no aprovechables y orgánicos.

Pregunta 13. ¿Separaría sus Residuos Sólidos si su tarifa se reduce de \$2000 a \$700?

Las personas responden positivamente a una reducción de la tarifa siempre y cuando separen los residuos sólidos aprovechables.

Figura 26. Consideración de Reducción de Valor Tarifario



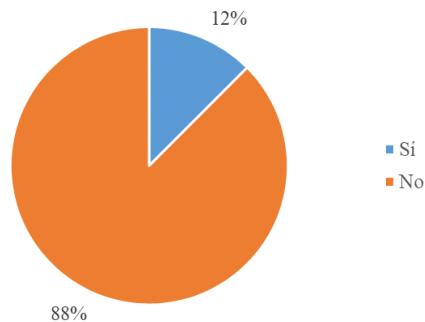
Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

7.3.1.3. Componente De Economía Circular.

Pregunta 14. ¿Conoce a que se refiere el término Economía Circular?

Las personas, en un porcentaje elevado desconocen a que se refiere la economía circular.

Figura 27. Conocimiento de la Economía Circular



Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

Pregunta 15. En la siguiente figura se presenta el modelo 5R, conforme a sus etapas, diga si las realiza y de 1 a 5 califique el nivel en que la realiza.

Las personas manifiestan, que, respecto al modelo, la actividad que más realizan es rechazar productos, tal como lo expone el modelo (ver Figura 28).

Figura 28. Elementos del Modelo 5R



Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

El resultado de esta pregunta de la encuesta se ve en la siguiente figura:

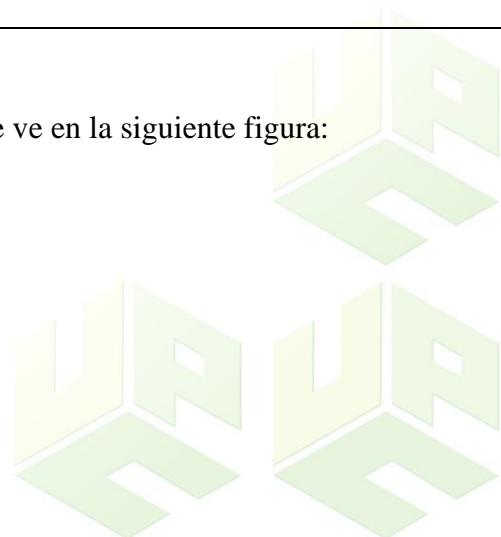
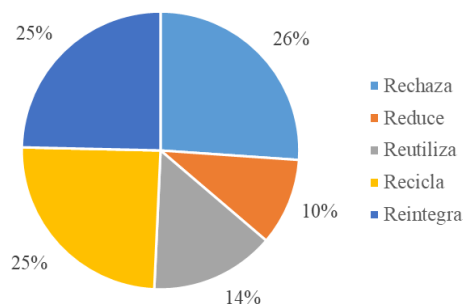


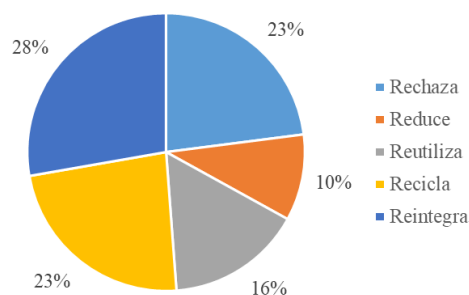
Figura 29. Aplicación de los Elementos del Modelo 5R



Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

También se distinguió si realizaban estas actividades en su hogar, respondiendo así:

Figura 30. Calificación de Realización de los Elementos del Modelo 5R



Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

De la figura anterior se puede inferir que los encuestados manifiestan hacer más continuamente la aplicación del elemento Reintegración del modelo 5R seguido del Reciclaje.

Pregunta 16. Considera que los Residuos Sólidos Aprovechables tienen algún valor para usted.

Los encuestados manifiestan, a un 65%, que los residuos sólidos aprovechables tienen un valor para ellos, sin embargo, un 35% piensan lo contrario:

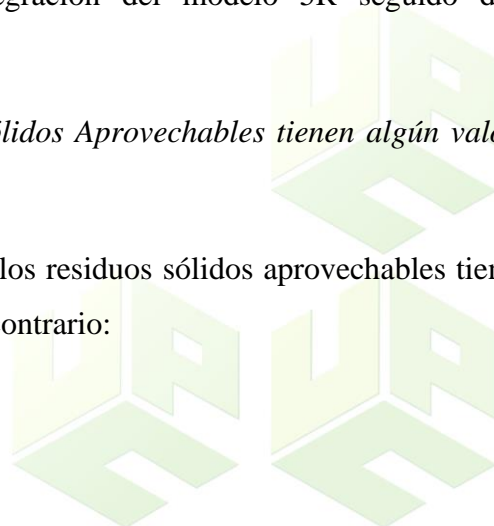
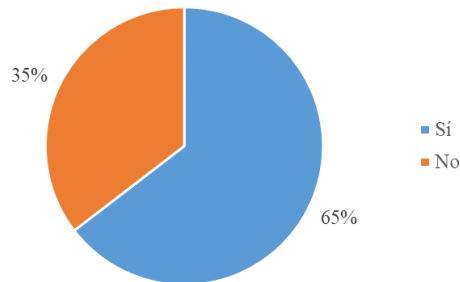


Figura 31. Consideración del Valor de Residuos Sólidos Aprovechables

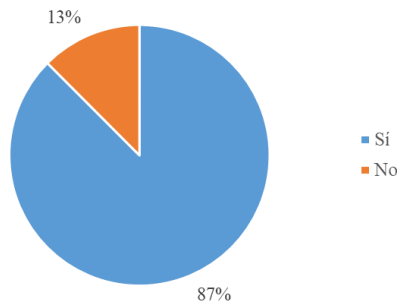


Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

Pregunta 17. ¿Le gustaría participar como aportante a un modelo de aprovechamiento sostenible separando desde casa y cumpliendo con criterios de economía circular del modelo 5R?

Las personas, en un porcentaje elevado, respondieron que sí a la participación para aportar al modelo de aprovechamiento sostenible, implementando los criterios de economía circular.

Figura 32. Consideración de Participación al Modelo de Aprovechamiento Sostenible



Nota: Elaborado por los Autores, 2022.

7.3.2. Modelo De Aprovechamiento Sostenible

7.3.2.1. Modelo En La Gestión Interna.

Este modelo va objetado a mejorar las condiciones de la gestión interna de los residuos sólidos del corregimiento de Valencia de Jesús, como primera experiencia de acercamiento a la implementación de las estrategias 5R.

Cuando se refiere a *Gestión interna* demanda las actividades que se desarrollan en el hogar, que es objeto principal de estudio de este trabajo; estas son la generación, separación, movimiento interno, almacenamiento temporal y presentación.

Tabla 6. Gestión Interna de los Residuos Sólidos

Gestión Interna	Criterios de Modelo 5R	Aplicación
Generación, Separación, Movimiento Interno, Almacenamiento Temporal y Presentación	Rechazar	Productos cuyo aspecto ambiental refiera al consumo de productos químicos y otros residuos especiales
	Reducir	Evitar el consumo de productos que apliquen a los “7 Pecados Capitales de Greenwashing”
	Reutilizar	Los elementos que podamos darle un nuevo uso que implique una alternativa para algún otro elemento u objeto del hogar.
	Reciclar	Almacenar hasta poder devolverlo a su proveedor y este pueda darle un uso dentro de sus procesos.
	Reintegrar	Darle un uso definitivo que garantice que su vida útil llegue hasta su final.

Nota: Elaborado por los Autores, 2022

La aplicación de este modelo a nivel interno es fácil, siempre y cuando las personas creen hábitos en pro de la reducción de sus desechos y residuos sólidos aprovechables, garantizando la presentación de estos de manera alternativa a la presentación de los no aprovechables, los cuales, en cuestión, como se apreció en análisis anteriores tiene un costo muy inferior para lo que representan los residuos aprovechables.

7.3.2.2. Modelo En La Gestión Externa.

Asumiendo un riesgo de recaudo equivalente del 7%, que representa el porcentaje de suscriptores que adquieren el servicio que no aportan su producción de residuos sólidos aprovechables, entonces se define que solo se financiará el 93% de los suscriptores del corregimiento de Valencia (valor definido de la resolución CRA 351 de 2005), estos serían:

$$SF = N^{\circ} \text{ Suscriptores} \times \text{Porcentaje Financiado}$$

El número de suscriptores al año 2027 será igual al cociente entre el número de habitantes proyectados de 12417 habitantes respecto a una densidad de 4 habitantes por vivienda, entonces el valor será de aproximadamente ≈ 3105 viviendas (suscriptores), entonces:

$$SF = 3105 \text{ suscriptores} \times 93\%$$

$$SF = 2888 \text{ suscriptores}$$

Conociendo que cada suscriptor quedaría exento de \$ 1.300, entonces al mes se estarían ahorrando \$3.754.400 por destinar sus residuos aprovechables, o bien sea, al año serían \$450.528.000, siendo un valor bastante significativo.

Además, los suscriptores producirían al mes 18607,39 toneladas de residuos sólidos, de los cuales el 38% equivalente a las 7070,81 toneladas son residuos aprovechables al mes, en un año estarían generando 84.849,72 toneladas.

En resumen, 84.849,72 toneladas de residuos aprovechables tienen un costo de \$450.528.000, o sea que la razón o tasa económica de estudio estaría dada por la siguiente formulación:

$$T_{ec-año} = \frac{CRSA}{\text{ton RSA}}$$

$$T_{ec-año} = \frac{\$450.528.000}{84.849,72 \text{ ton}}$$

$$T_{ec-año} = 5309,72 \frac{\$}{\text{ton}}$$

Quiere decir que cada tonelada de residuos sólidos aprovechables tiene un costo de 5309,72 pesos colombianos, que es un valor objetado viable.

Entonces, el modelo de aprovechamiento sostenible debe comenzar con un capital tal que satisfaga esa generación, por lo cual, las deducciones, a la cual aplica los conceptos del valor mensual refieren a una empresa pequeña o MyPyme, puesto que el capital de trabajo debe ser \$3.754.400, ya que es el recaudo mensual. Si se considera el aumento o variación de

la población flotante el cambio sería muy mínimo, por lo tanto, este será el primer valor de referencia.

7.3.2.2.1. Necesidad De Recursos Humanos.

Siendo que mes a mes se recauda ese valor, inicialmente se piensa como valor humano 1 administrador, 1 contador y 2 auxiliares operativos (reciclador). Para el primero ganara el salario mínimo con todas las obligaciones puesto que su contrato debe ser a termino definido y debe cotizar salud, pensión y riesgos laborales, sin auxilio de transporte. Por otra parte, los otros tres tendrán contrato obra a labor y prestación de servicios, respectivamente, ganando el salario mínimo con obligaciones de cotización de riesgos laborales.

Tabla 7. Costos de los Recursos Humanos del Modelo de Aprovechamiento Sostenible

Recurso	Cantidad	Unidad	Tiempo (mes)	Costo Unitario	Costo Total
Administrador	1	costo / mes	1	\$ 1.085.000	\$ 1.085.000
Contador	1	costo / mes	1	\$ 1.043.500	\$ 1.043.500
Auxiliar Op.	2	costo / mes	1	\$ 1.043.500	\$ 2.087.000
				Subtotal	\$ 2.128.500

Nota: Elaborado por los Autores, 2022

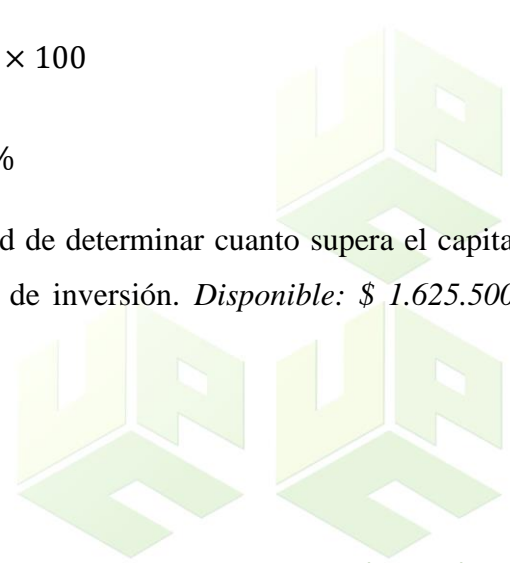
Conforme a este costo total de los recursos humanos se tiene entonces un consumo del capital mensual de:

$$C_{RH} = \frac{CTR_{RH}}{\text{Capital}} \times 100$$

$$C_{RH} = \frac{\$ 2.128.500}{\$ 3.754.000} \times 100$$

$$C_{RH} = 56,69\%$$

Estas deducciones se realizan con la finalidad de determinar cuanto supera el capital disponible y así poder determinar el gasto y costo de inversión. *Disponible: \$ 1.625.500.*



7.3.2.2.2. Necesidad De Recursos Materiales E Infraestructura.

En la siguiente tabla se enlistan los gastos que tendría la empresa, considerando que estos van atados a los procesos estratégicos de administración y organización para un mes de trabajo.

Tabla 8. Gastos de los Recursos Materiales E Infraestructura del Modelo de Aprovechamiento Sostenible.

Descripción	Tipo	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
Renta de Bodega	Variable	1	global	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Tarifa Servicio Agua	Variable	1	global	\$ 3.000	\$ 3.000
Tarifa Servicio Energía	Variable	1	global	\$ 25.000	\$ 25.000
Papelería y similares	Variable	1	global	\$ 75.000	\$ 75.000
Elementos de Oficina	Fijo	1	global	\$ 250.000	\$ 250.000
Silletería Atención	Fijo	4	global	\$ 28.000	\$ 112.000
Silletería Local	Fijo	4	global	\$ 100.000	\$ 400.000
Escritorios Integrales	Fijo	1	global	\$ 560.000	\$ 560.000
Archivo Locker	Fijo	2	global	\$ 670.000	\$ 1.340.000
Computadora	Fijo	1	global	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
Bombillas	Fijo	6	global	\$ 10.000	\$ 60.000
Cámara de Seguridad	Fijo	3	global	\$ 189.000	\$ 567.000
Extintores	Fijo	4	global	\$ 150.000	\$ 600.000
Camilla de Emergencia	Fijo	1	global	\$ 450.000	\$ 450.000
Botiquín Iros. Auxilios	Fijo	1	global	\$ 450.000	\$ 450.000
Publicidad y Señalización	Fijo	1	global	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Elementos de Mantenimiento	Fijo	1	global	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000
Subtotal					\$ 14.892.000

Nota: Elaborado por los Autores, 2022

Conforme a este costo total de los recursos materiales e infraestructura tiene entonces un consumo del capital mensual de:

$$C_{\text{RMI}} = \frac{\text{CTRMI}}{\text{Capital}} \times 100$$

$$C_{\text{RMI}} = \frac{\$ 14.892.000}{\$ 3.754.000} \times 100$$

$$C_{\text{RMI}} = 396,69\%$$

Esto indica que los recursos materiales e infraestructura, en su totalidad, superan aproximadamente casi cuatro veces el capital disponible, obteniendo una deducción negativa de \$11.138.000.

Si se analiza desde el contexto de los costos variables, que son los que necesariamente se deben proveer mensualmente, entonces, el valor de consumo de capital será de:

$$C_{\text{RMI-v}} = \frac{\text{CTRMI}_v}{\text{Capital}} \times 100$$

$$C_{\text{RMI-v}} = \frac{\$ 11.789.000}{\$ 3.754.000} \times 100$$

$$C_{\text{RMI-v}} = 314,04\%$$

Esto indica que los recursos materiales e infraestructura, en su totalidad, superan aproximadamente casi cuatro veces el capital disponible, obteniendo una deducción negativa de \$ 8.035.000.

7.3.2.2.3. Necesidad De Recursos Materiales Operativos.

Estos son recursos que se necesitan para la prestación de los servicios operativos, netamente directos en campo, en la siguiente tabla se presentan los costos, teniendo en cuenta que estos persiguen el objeto misional del modelo de aprovechamiento sostenible, que es el manejo y gestión externa de los residuos sólidos aprovechables en la recolección, transporte, disposición y tratamiento de estos.

Tabla 9. Costos de los Recursos Materiales Operativos del Modelo de Aprovechamiento Sostenible.

Descripción	Tipo	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
Carretilla	Fijo	2	global	\$ 500.000	\$ 1.000.000
Guantes Carnaza	Fijo	4	global	\$ 35.000	\$ 140.000
Overol Industrial	Fijo	4	global	\$ 135.000	\$ 540.000
Tapabocas N95	Variable	2	global	\$ 30.000	\$ 60.000
Pala de Asta	Fijo	2	global	\$ 34.000	\$ 68.000
Palustre	Fijo	2	global	\$ 12.000	\$ 24.000
Machetilla	Fijo	2	global	\$ 12.000	\$ 24.000
Imán Industrial	Fijo	2	global	\$ 7.600	\$ 15.200
Botas Largas	Fijo	4	global	\$ 18.000	\$ 72.000
Recipiente Tasado	Fijo	2	global	\$ 45.000	\$ 90.000
Báscula de Gancho	Fijo	2	global	\$ 185.000	\$ 370.000
Neumático N17	Fijo	4	global	\$ 13.000	\$ 52.000
Bomba Manual de Aire	Fijo	2	global	\$ 20.000	\$ 40.000
Arnés de Fuerza	Fijo	4	global	\$ 26.000	\$ 104.000
Escoba de Serdas Poliméricas	Fijo	2	global	\$ 7.000	\$ 14.000
Subtotal					\$ 2.613.200

Nota: Elaborado por los Autores, 2022

Conforme a este costo total de los recursos materiales operativos se tiene entonces un consumo del capital mensual de:

$$C_{\text{RMO}} = \frac{\text{CTRMO}}{\text{Capital}} \times 100$$

$$C_{\text{RMO}} = \frac{\$ 2.613.200}{\$ 3.754.000} \times 100$$

$$C_{\text{RMO}} = 69,61\%$$

Esto indica que los recursos materiales operativos son el 69,61% del capital de trabajo, obteniendo una deducción positiva de \$ 1.140.800.

Si se analiza desde el contexto de los costos variables, que son los que necesariamente se deben proveer mensualmente, entonces, el valor de consumo de capital será de:

$$C_{\text{RMO-V}} = \frac{\$ 60.000}{\$ 3.754.000} \times 100$$

$$C_{\text{RMO-V}} = 1,60\%$$

Esto indica que los recursos materiales operativos variables generan una deducción positiva bastante voluminosa \$ 3.694.000.

Conforme a lo anterior, se tiene el siguiente análisis:

Tabla 10. Costos Debidos en el Modelo de Aprovechamiento Sostenible

Etiqueta	Costo	Valor
Costo Recursos Humanos*	CTRH	\$ 2.128.500,00
Costo Recursos Materiales e Infraestructura	CTRMI	\$ 14.892.000,00
Costo Recursos Materiales e Infraestructura Fijo	CTRMI-F	\$ 3.103.000,00
Costo Recursos Materiales e Infraestructura Variable	CTRMI-V	\$ 11.789.000,00
Costo Recursos Operativos	CTRO	\$ 2.613.000,00
Costo Recursos Operativos Fijo	CTRO-F	\$ 2.553.000,00
Costo Recursos Operativos Variable	CTRO-V	\$ 60.000,00

Nota: Elaborado por los Autores, 2022 (*los costos por recursos humanos son variables, puesto que el salario mínimo mensual vigente es objeto de cambio conforme al PIB y el IPC).

Practicando un balance financiero con el capital y los costos se obtiene:

$$\text{Deducción} = \text{Capital} - (\text{CTRH} + \text{CTRMI} + \text{CTRO})$$

$$\text{Deducción} = \$ 3.754.000 - (\$ 2.128.500 + \$ 14.892.000 + \$ 2.613.000)$$

$$\text{Deducción} = -\$ 15.879.500$$

Que representa un déficit importante de 4,23 veces el capital. Este valor se debe comparar con la sumatoria de los costos fijos no continuos (que no se renuevan en corto y medio plazo):

$$\text{Relación}_F = \frac{\text{Deducción Total}}{\sum CF}$$

$$\text{Relación}_F = \frac{-\$ 15.879.500}{\$ 2.128.500 + \$ 3.103.000 + \$ 2.553.000}$$

$$\text{Relación}_F = -2,04$$

La deducción relativa sería de:

$$\text{Deducción}_F = |\text{Deducción Total}| - \sum CF$$

$$\text{Deducción}_F = \$ 15.879.500 - (\$ 2.128.500 + \$ 3.103.000 + \$ 2.553.000)$$

$$\text{Deducción}_F = \$ 8.095.000$$

Ahora se procede a compararlo con la sumatoria de los Costos Variables:

$$\text{Relación}_V = \frac{\text{Deducción Total}}{\sum CV}$$

$$\text{Relación}_V = \frac{-\$ 15.879.500}{\$ 11.789.000 + \$ 60.000}$$

$$\text{Relación}_V = -1,34$$

La deducción relativa sería de:

$$\text{Deducción}_V = |\text{Deducción Total}| - \sum CV$$

$$\text{Deducción}_V = \$ 15.879.500 - (\$ 11.789.000 + \$ 60.000)$$

$$\text{Deducción}_V = \$ 4.030.500$$

7.3.3. Análisis Beneficio – Costo

Como se observa, las deducciones de costos fijos es mayor que la deducción de costos variables, esto indica que la inversión inicial sería igual a la sumatoria del capital más la deducción y la deducción de los costos fijos:

$$\text{Inversión Inicial} = \text{Capital} + \text{Deducción Total} + \text{Deducción}_F$$

$$\text{Inversión Inicial} = \$ 3.754.000 + \$ 15.879.500 + \$ 8.095.000$$

$$\text{Inversión Inicial} = \$ 27.728.500$$

Realizando la suposición de inversión inicial, entonces el comportamiento de los costos a satisfacción de las necesidades iniciales en los presupuestos fijos y a posterioridad, para los variables, permite observar que el ciclo acabaría a los tres meses, porque no habría sostenibilidad financiera.

Tabla 11. Análisis de Sostenibilidad Financiera

Costo	Valor	Mes 1	Mes 2	Mes 3
CTRH	\$ 2.128.500,00	\$ 25.600.000,00	\$ 11.849.000,00	\$ 3.754.000,00
CTRMI	\$ 14.892.000,00	\$ 10.708.000,00		
CTRMI-F	\$ 3.103.000,00			
CTRMI-V	\$ 11.789.000,00		\$ 60.000,00	-\$ 8.035.000,00
CTRO	\$ 2.613.000,00	\$ 8.095.000,00		
CTRO-F	\$ 2.553.000,00			
CTRO-V	\$ 60.000,00		\$ -	-\$ 8.095.000,00
	Patrimonio	\$ 8.095.000,00	\$ -	\$ 4.281.000,00
	Déficit			\$ 16.130.000,00

Nota: Elaborado por los Autores, 2022

Al mes 3 se necesitarían \$16.130.000, lo que indica que el capital de recaudo será mayor, al hacer un análisis de balance en los flujos de caja sumando el capital de \$3.754.000 más la diferencia entre el déficit y el patrimonio del mes 3, entonces se tendrá un valor corregido que permite la estabilidad financiera de la empresa, alcanzada a partir del mes 4 y prolongada por durante los otros 8 meses.

Definiendo que la necesidad, para el equilibrio financiero del modelo de aprovechamiento sostenible, con las condiciones preliminares dadas, con el 95% de recaudo y una generación del 38% de residuos sólidos aprovechables y una población esperada de 12417 habitantes al año 2027 sería de un capital mensual equivalente a \$27.979.000.

Tabla 12. Ajuste del déficit para la sostenibilidad financiera

Costo	Valor	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 3*	Mes 4	Mes 5
CTRH	\$ 2.128.500,00	\$ 25.600.000,00	\$ 11.849.000,00	\$ 3.754.000,00	\$ 15.603.000,00	\$ 27.979.000,00	\$ 27.979.000,00
CTRMI	\$ 14.892.000,00	\$ 10.708.000,00					
CTRMI-F	\$ 3.103.000,00						
CTRMI-V	\$ 11.789.000,00		\$ 60.000,00	-\$ 8.035.000,00	\$ 3.814.000,00	\$ 16.190.000,00	\$ 16.190.000,00
CTRO	\$ 2.613.000,00	\$ 8.095.000,00					
CTRO-F	\$ 2.553.000,00						
CTRO-V	\$ 60.000,00		\$ -	-\$ 8.095.000,00	\$ 3.754.000,00	\$ 16.130.000,00	\$ 16.130.000,00
Patrimonio	\$ 8.095.000,00	\$ -	\$ 4.281.000,00	\$ 3.754.000,00	\$ 16.130.000,00	\$ 16.130.000,00	\$ 16.130.000,00
Déficit				\$ 16.130.000,00			

Nota: Elaborado por los Autores, 2022

Consiguiendo esto se logra un ciclo idóneo, el recaudo máximo permitirá tener una desviación estándar del patrimonio generado del 7%, lo que podría permitir la acumulación de ganancias entre \$0 a \$1.129.100, considerando la variabilidad de las variables de control que son el número de habitantes y su población flotante y la estabilidad del porcentaje de generación de residuos sólidos aprovechables.

Este aumento del valor del capital referiría un aumento en los costos y un impacto en los beneficios del proyecto, por lo cual, los usuarios deben satisfacer el funcionamiento del modelo con el aumento en la tarifa mensual. Se recuerda que el valor de la tarifa final del usuario era de \$15.671.937,3 obtenido en la fase de resultados anterior y que el capital a manejar será de \$27.979.000 (recaudo al 93%), por lo que su incremento será de \$12.307.062,7, entonces la tarifa final del usuario modificada será equivalente a (consideración de recaudo máximo):

$$TFS_{u-m} = \text{Capital} * (1 + 0,07)$$

$$TFS_{u-m} = \$ 27.979.000 * (1 + 0,07)$$

$$TFS_{u-m} = \$ 29.937.530$$

Por lo tanto, cada usuario será subsidiado en un valor por suscriptor de aproximadamente $\approx \$ 2450$, lo que significa que no es rentable el modelo de aprovechamiento sostenible, puesto que la tarifa local es de \$ 2000 por usuario.

$$ACB = \frac{\text{Costo Modelo}}{\text{Beneficio Actual}}$$

$$ACB = \frac{\$ 2450}{\$ 2000}$$

$$ACB = 1,225$$

Como los Costos del Modelo de Aprovechamiento sostenible $>$ Beneficios Actuales del modelo de prestación de servicio de recolección de residuos sólidos, entonces, desde el punto de vista económico no es viable implementar una alternativa al modelo actual.



8. CONCLUSIONES

El propósito de esta investigación fue evaluar un modelo de economía circular en el reciclaje de Residuos Sólidos Aprovechables en el corregimiento de Valencia de Jesús, corregimiento de jurisdicción de la ciudad de Valledupar, para el cual se tiene una tarifa de los residuos sólidos de \$ 2000 por suscriptor. Teniendo en cuenta esto se llevó a cabo tres fases metodológicas, comenzando por la estimación de la producción de los residuos sólidos aprovechables mediante cuarteo.

Para alcanzar esta primera fase se realizó proyección aritmética de la población hacia el año actual y a cinco años (año 2027), consiguiendo estimar 10185 habitante para el año 2022 y 12417 habitantes para el año 2027, que es el horizonte de implementación del modelo de aprovechamiento sostenible, seguidamente, se implementó un muestreo aleatorio simple con un intervalo de confianza del 95% y un error del 10% consiguiendo 48 unidades muestrales que para el análisis de este estudio equivale a 12 viviendas participantes, las cuales fueron seleccionadas y que participaron de siguientes actividades.

Continuo a esta actividad se practicó la caracterización de los residuos sólidos del corregimiento, definiendo que los residuos de mayor demanda son los desperdicios de comida, el plástico y los residuos sanitarios. Inmediatamente se estimó que los residuos más producidos son de tipo orgánicos, seguido de los aprovechables con un 38% y los no aprovechables. Además, se estimó la Producción Per Cápita en 0,159 kilogramos por habitantes al día y una densidad de producción mediana de 170,09 kilogramos por metro cúbico.

El desarrollo de estas actividades lograron el alcance esperado, puesto que todas cumplieron con los resultados esperados planteados con antelación. Seguidamente se llevó a cabo la determinación de costos y tarifas de la gestión y manejo de los residuos sólidos mediante la resolución CR 853 de 2018, consiguiendo estimar los costos fijos y variables, tasados en \$ 759,70 y \$ 645.169,93 respectivamente. Igualmente se llevó a cabo la definición de la tarifa, que, para este caso, se interpreta como subsidio por la donación voluntaria de los residuos sólidos aprovechables, consiguiendo estimar que por habitante el valor sería de \$1300, un 65% de la tarifa total del modelo de prestación actual.

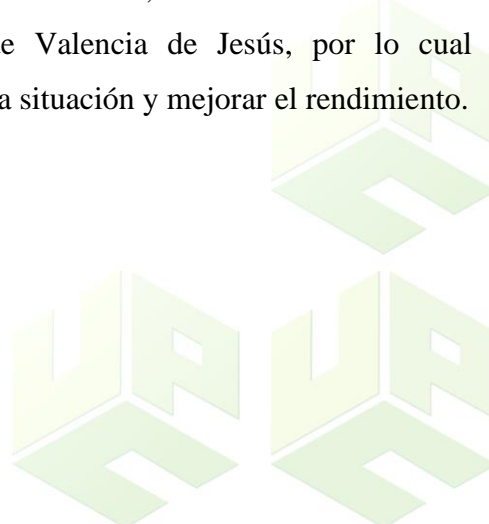
Este resultado permitió satisfacer a cabalidad la segunda fase de este trabajo.

Por último, la fase tercera de este trabajo constó en formular estrategias de recuperación de residuos sólidos mediante la mención del actuar en la gestión interna y externa, siendo la primera descriptiva considerando el modelo 5R y la segunda más económica, presupuestando las necesidades de recursos humanos, materiales e infraestructura y operativos.

El desarrollo de esta etapa permitió definir que el costo por tonelada de residuos sólidos aprovechable es de \$ 5309,72 y que el capital de trabajo inicial sería de \$ 3.754.400, para este último valor se planificaron las necesidades ya mencionadas, obteniendo presupuestos de \$ 2.128.500 para recursos humanos (56,69% del capital), \$ 14.892.000 para recursos materiales e infraestructura (396,69% del capital) y \$ 2.613.200 para recursos operativos (69,61% del capital), esto indicó que se tenían que hacer unos ajustes del valor del subsidio.

Para esto se hizo la extracción de las referencias y deducciones financieras, para un ciclo de análisis mensual, logrando la estabilidad financiera al cuarto mes de funcionamiento hipotético de recolección y venta de los residuos sólidos aprovechables del 93%, consiguiendo aumentar el capital vertiginosamente hasta los \$ 27.929.000, lo que modificaría el costo del modelo de aprovechamiento sostenible \$450 pesos aproximadamente por encima del modelo de prestación de servicio actual, lo que significó que los Costos > Beneficio en 1,225 veces, que indica inviabilidad financiera.

Finalmente, se concluye que la evaluación del modelo es, desde criterios económicos, inviable para implementar en el corregimiento de Valencia de Jesús, por lo cual se presentarán recomendaciones que ayuden a disolver la situación y mejorar el rendimiento.



9. RECOMENDACIONES

Conforme a los resultados alcanzados en esta investigación son recomendaciones pertinentes para la mejora continua de este trabajo las siguientes:

- ✓ Que la población sea proyectada con otros métodos como el geométrico, el exponencial y Wappus, que también explican otros comportamientos de crecimiento que ayudaría a mejorar la tendencia y aminoraría el sesgo investigativo.
- ✓ Que la caracterización de los residuos sólidos se lleve a cabo multiplicidad de veces al año, recomendando 8 caracterizaciones para los 12 meses teniendo en cuenta aquellos en donde se registró más población flotante.
- ✓ Que los costos de referencia de los residuos sólidos también sean evaluados con las modificaciones practicadas a la resolución CRA 853 de 2018, además, se incluya el cálculo a los residuos sólidos no aprovechables y a los orgánicos, como una manera de mejorar la solvencia de los costos y el rendimiento de las tarifas (subsidios) que aplican a los habitantes.
- ✓ Que con las modificaciones en los cálculos se estime la pertinencia del modelo presentado aquí y que se verifique si cumple a excepciones tributarias por actividad, que también permitiría la solvencia de los costos y el rendimiento de las tarifas (subsidios).
- ✓ Que se hagan más y mejores especificaciones de las necesidades de recursos humanos, materiales e infraestructura y operativos, que ayuden de mejor manera a conocer los costos del modelo de aprovechamiento sostenible y su posible impacto en los beneficios del modelo actual, esperando que sea idóneo y adecuado para el propósito de este trabajo.
- ✓ Finalmente, se espera que este trabajo sea base para el desarrollo de otros relevantes y que ayuden a comprender la oportunidad de los residuos sólidos aprovechables y los residuos orgánicos, como una manera de mejorar las condiciones socioambientales de los corregimiento y pequeños municipios del departamento.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acciona Sostenibilidad. (2019). *¿EN QUÉ CONSISTE LA ECONOMÍA CIRCULAR?* Obtenido de Acciona Sostenibilidad: https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/en-que-consiste-la-economia-circular/?_adin=02021864894
- Alcaldía de Medellín. (21 de Agosto de 2021). *¿Qué es la separación en la fuente?* Obtenido de Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación: <https://www.medellin.gov.co/es/preguntas-frecuentes/que-es-la-separacion-en-la-fuente/>
- Alcaldía de Valledupar. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal “Valledupar en orden 2020 – 2023”*. Valledupar, Colombia: Gobierno Municipal de Valledupar.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (s.f.). *Glosario Ambiental*. Recuperado el 23 de Agosto de 2022, de Secretaría de Ambiente Bogotá D.C.: <https://www.ambientebogota.gov.co/web/transparencia/glosario>
- Área Metropolitana Medellín. (2008). *Guía para el Manejo Integral de Residuos*. Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Asociación Civil Argentina Pro Reciclado del PET. (s.f.). *La Importancia de Reciclar*. Buenos Aires, Argentina: ARPET.
- Banco Mundial BIRF+AIF. (20 de Septiembre de 2018). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*. Obtenido de Banco Mundial BIRF+AIF: <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Banco Santander S.A. (15 de Septiembre de 2021). *Economía lineal y circular: ¿a qué se refieren cada uno de estos términos y cuáles son sus diferencias?* Obtenido de SANTANDER: <https://www.santander.com/es/stories/economia-lineal-y-circular-a-que-se-refieren-cada-uno-de-estos-terminos-y-cuales-son-sus->

David, R., Ngulube, P., & Dube, A. (2013). A cost-benefit analysis of document management strategies used at a financial institution in Zimbabwe: A case study. *Journal of Information Management*, 15(2). doi:10.4102/sajim.v15i2.540

Díaz, E. (2013). Gestión del Proyecto de Residuos Sólidos para la comunidad de San Pedro de Atlapulco, Ocoyoacac. *Estudios sobre la Universidad maestra en Desarrollo Municipal*, 3-55.

Hernández S., R., & Mendoza T., C. (2018). *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México D.F.: McGraw Hill.

Hernández S., R., Fernández C., C., & Baptista L., P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México D.F.: McGraw Hill.

IDEAM. (s.f.). *CAMBIO CLIMATICO*. Recuperado el 23 de Agosto de 2022, de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>

INCP. (25 de Diciembre de 2015). *Relación Beneficio/Costo, ¿por qué es importante tenerla en cuenta para la planeación de un proyecto?* Obtenido de Instituto Nacional de Contadores Públicos: <https://incp.org.co/relacion-beneficiocosto-por-que-es-importante-tenerla-en-cuenta-para-la-planeacion-de-un-proyecto/>

MINAMBIENTE. (30 de Diciembre de 2020). *Colombia iniciará el 2021 con nuevo código de colores para la separación de residuos*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible : <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/colombia-iniciara-el-2021-con-nuevo-codigo-de-colores-para-la-separacion-de-residuos/#:~:text=Bogot%C3%A1%2C%2030%20de%20diciembre%20de%202020%20%2DMADS%2D.&text=Los%20colores%20son%3A>,

MINAMBIENTE Argentina. (s.f.). *Etapas de la gestión integral de residuos sólidos urbanos*. Recuperado el 23 de Agosto de 2022, de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Argentina): <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/control/rsu/etapas#:~:text=La%20gesti%C3>

B3n% 20integral% 20es% 20un,residuos% 20enviados% 20a% 20disposici% C3% B3n% 2
Ofinal.

MININTERIOR. (2015). *Programa Indígenas Tayrona*. Santa Marta, Colombia: Ministerio del Interior y Justicia.

MINVIVIENDA. (2005). *Decreto 4741 - 2005 Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral*. Bogotá D.C.: Imprenta Nacional de Colombia.

MINVIVIENDA. (03 de Agosto de 2022). *Aprovechamiento*. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio: <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/gestion-institucional/gestion-de-residuos-solidos/aprovechamiento>

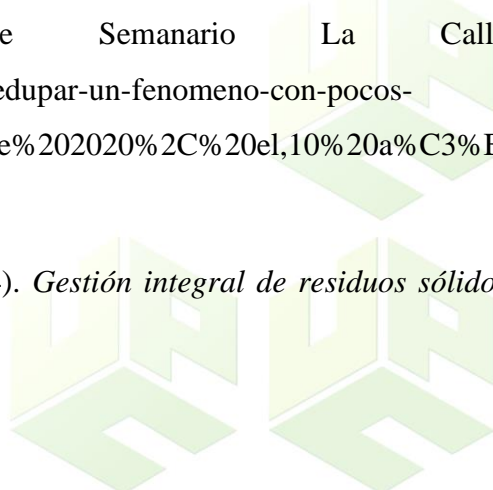
Osorio, E. (2016). *Valoración Costo-Beneficio, del Manejo Integral de los Residuos Sólidos, aplicable a Conjuntos Residenciales en la ciudad de Cali*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.

Residuos Profesional. (09 de Junio de 2021). *La Tasa de Reciclaje en América Latina y el Caribe apenas llega al 4,5%*. Obtenido de Residuos Profesional: <https://www.residuosprofesional.com/tasa-reciclaje-en-america-latina-caribe/>

Santos Navarro. (2021). *Proyecto de Economía Circular para generar Desarrollo Local en Riobamba (Ecuador)*. Riobamba, Ecuador: Universidad de Jaén.

Semanario La Calle. (14 de Noviembre de 2020). *Residuos en Valledupar: un fenómeno con pocos dolientes*. Obtenido de Semanario La Calle: <https://semanariolacalle.com/residuos-en-valledupar-un-fenomeno-con-pocos-dolientes/#:~:text=Hasta%20septiembre%20de%202020%2C%20el,10%20a%C3%B1os%20de%20vida%20C3%BAtil>.

Tchoubanoglous, G., Vigil, S., & Theisen, H. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. Madrid, España: McGraw-Hill.



UAESP Bogotá D.C. (2021). *Modelo de Aprovechamiento de Bogotá Distrito Capital*. Bogotá D.C.: Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos de la Secretaría del Hábitat - Alcaldía Mayor de Bogotá.

UN. (s.f.). *Desarrollo sostenible*. Recuperado el 23 de Agosto de 2022, de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml#:~:text=Se%20define%20%20%20ABel%20desarrollo%20sostenible,para%20satisfacer%20sus%20propias%20necesidades%20BB>.

UNICESAR. (2021). *Acuerdo N°003 del 08 de julio de 2021 “por medio del cual se adoptan las líneas de investigación de los programas de Pregrado de la Facultad de Ingeniería y Tecnológicas sede Valledupar, y se dictan otras disposiciones”*. Valledupar, Cesar: Universidad Popular del Cesar.



ANEXOS

Resultados de la tabulación de la encuesta:

N	EDAD	GENE	N_PERS	MIN_EDC	MAX_EDC	ACTECN	IPM	S/N_PROD
1	1	2	5	1	5	1	2	2
2	5	1	4	2	2	1	1	1
3	3	2	2	2	2	2	1	2
4	3	2	2	2	2	2	1	1
5	2	2	2	2	2	7	1	2
6	2	1	3	2	2	1	2	2
7	3	2	4	2	3	2	1	1
8	3	2	1	2	2	2	2	1
9	2	2	3	2	2	2	2	2
10	3	2	2	1	3	2	1	1
11	3	2	5	1	1	2	1	1
12	5	1	4	2	2	2	1	2
13	3	2	4	1	1	2	1	1
14	3	2	3	2	2	2	1	1
15	1	2	2	2	2	5	1	1
16	3	1	4	2	2	2	1	2
17	4	2	5	2	5	4	1	2
18	2	2	4	2	4	2	1	1
19	1	1	2	2	2	6	1	1
20	5	2	6	2	2	2	1	1

N	EDAD	GENE	N_PERS	MIN_EDC	MAX_EDC	ACTECN	IPM	S/N_PROD
21	3	2	2	2	2	6	1	1
22	3	2	2	2	2	2	1	1
23	3	2	3	2	2	4	2	1
24	3	1	4	1	1	2	1	1
25	2	2	7	1	5	2	1	1
26	1	2	4	2	2	2	1	1
27	2	2	1	2	2	2	1	2
28	2	2	4	2	3	8	2	1
29	3	1	4	1	3	6	2	2
30	3	2	3	1	1	3	1	2
31	3	2	7	1	4	2	1	1
32	3	2	3	1	4	2	1	2
33	4	2	3	1	1	2	1	1
34	3	2	8	1	5	4	1	1
35	2	2	3	1	3	5	1	1
36	3	2	4	1	1	2	1	1
37	3	2	4	2	5	2	1	1
38	2	1	4	2	2	3	2	1
39	2	2	4	1	1	2	2	2
40	2	2	4	1	3	2	1	1
41	2	1	4	1	1	1	1	1
42	3	2	2	1	1	2	2	1
43	5	2	2	2	2	2	1	2
44	1	1	3	2	2	2	1	1

N	EDAD	GENE	N_PERS	MIN_EDC	MAX_EDC	ACTECN	IPM	S/N_PROD
45	3	2	3	1	4	2	1	2
46	3	2	7	1	3	7	1	1
47	4	2	4	2	3	2	1	1
48	2	2	1	2	2	2	1	2

RS+PROD	RSA_NA	VISIT	T_VISIT	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
15	2	0	0	0	0	0	0	0
5	2	0	0	0	0	0	0	0
18	1	0	0	0	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0	0	0	0
15	2	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0
5	2	0	0	0	0	0	0	0
5	2	1	1	1	0	0	0	0
18	2	2	2	0	0	0	1	0
5	1	2	2	0	0	0	1	0
2	2	1	2	0	0	0	1	0
18	2	2	2	0	0	0	1	0
18	1	1	3	0	0	0	1	0
5	1	2	2	0	0	0	1	0
2	2	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0

RS+PROD	RSA_NA	VISIT	T_VISIT	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
15	1	0	0	0	0	0	0	0
15	1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	4	15	1	0	0	1	0
5	2	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0
15	2	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0
15	2	1	2	0	0	0	1	0
1	1	2	1	0	0	0	0	0
5	2	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0
18	2	1	10	1	0	0	0	0
18	2	1	1	0	0	0	0	0
15	2	2	1	0	0	0	0	0
18	2	1	11	1	0	0	1	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0
18	2	1	8	0	0	0	1	0
2	2	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0	0	0
5	2	0	0	0	0	0	0	0
5	2	0	0	0	0	0	0	0
18	2	2	10	1	0	0	1	0

RS+PROD	RSA_NA	VISIT	T_VISIT	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
18	2	0	0	0	0	0	0	0
5	1	2	10	1	0	0	0	0
18	1	0	0	0	0	0	0	0
18	1	1	3	1	0	0	0	0
18	2	1	4	1	0	0	1	0
5	2	0	0	0	0	0	0	0
18	2	0	0	0	0	0	0	0

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TARIFA	ECN_CIRC
0	0	0	0	0	0	0	2	1
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	2	1
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	0	1	1	2
0	0	0	0	1	0	1	2	2
0	0	0	0	1	0	1	1	2
0	0	0	0	1	0	1	2	2
0	0	0	0	1	0	1	1	1
0	0	0	0	1	0	1	1	2

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TARIFA	ECN_CIRC
0	0	0	0	0	0	1	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	2	2
0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	2	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	1	1	1	2
0	0	0	0	1	1	1	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	1	1	1	2
0	0	0	0	0	1	0	1	2
0	0	0	0	1	0	0	1	2
0	0	0	0	1	0	1	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	1	1	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	1	1	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TARIFA	ECN_CIRC
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	0	1	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	0	1	1	2
0	0	0	0	1	0	1	1	2
0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	2	2

Rechaza	Reduce	Reutiliza	Recicla	Reintegra	Rechaza	Reduce	Reutiliza	Recicla	Reintegra	VALOR	S/N_MEC
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1
1	0	0	0	1	3	0	0	0	2	2	2
0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	1	1
0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	2	1
1	0	0	0	1	1	0	0	0	3	1	1
0	0	1	1	1	0	0	1	3	2	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1	2

Rechaza	Reduce	Reutiliza	Recicla	Reintegra	Rechaza	Reduce	Reutiliza	Recicla	Reintegra	VALOR	S/N_MEC
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	1	1
0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	1
1	0	0	1	0	3	0	0	1	0	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
1	0	1	1	1	3	0	2	4	4	1	1
1	0	0	1	0	2	0	0	3	0	1	1
1	0	0	1	0	4	0	0	4	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	1	0	0	1	0	2	0	0	4	1	1
1	0	0	0	1	2	0	0	0	3	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	2	1
0	0	1	0	1	0	0	5	0	4	1	1
0	0	1	1	1	0	0	4	3	1	1	1
1	0	0	1	0	5	0	0	1	0	1	1
1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1
0	0	1	1	0	0	0	4	5	0	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0	3	3	4	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	0	4	4	0	0	1	1
0	0	0	1	1	0	0	0	2	5	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1	1

Rechaza	Reduce	Reutiliza	Recicla	Reintegra	Rechaza	Reduce	Reutiliza	Recicla	Reintegra	VALOR	S/N_MEC
1	0	0	1	0	3	0	0	2	0	1	1
1	0	1	0	0	4	0	4	0	0	2	2
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
1	1	0	1	1	3	2	0	2	5	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	1
1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	5	0	1	0	1	1
0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	1	2
0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	1	0	0	1	0	1	0	0	4	2	1

