

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE RUTAS SELECTIVAS PARA LA
RECO|LECCIÓN DE LOS RESIDUOS INORGÁNICOS APROVECHABLES EN EL
ÁREA URBANA COMERCIAL DEL MUNICIPIO DE PORE, CASANARE.**

EINER FRANCISCO FERNANDEZ PALACIOS



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA.
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA.
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
JUNIO, 2022**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE RUTAS SELECTIVAS PARA LA
RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS INORGÁNICOS APROVECHABLES EN EL
ÁREA URBANA COMERCIAL DEL MUNICIPIO DE PORE, CASANARE.**

EINER FRANCISCO FERNANDEZ PALACIOS

DIRIGIDO POR: MSc. HÉCTOR URIEL RIVERA ALARCÓN

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA.

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA.

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

JUNIO, 2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

1.1.1. _____

1.1.2. _____

1.1.3. _____

1.1.4. _____

JURADO 1

JURADO2

Pamplona junio de 2022

RESUMEN

En la actualidad el municipio de Pore, Casanare no cuenta con un diseño de rutas selectivas de recolección de residuos inorgánicos aprovechables que les permita realizar recorridos eficientes, por tal motivo se propone el diseño e implementación de rutas selectivas para la recolección de los residuos inorgánicos aprovechables en el área urbana comercial del municipio, como apoyo al programa implementado por la Empresa de Acueducto, alcantarillado y Aseo de Pore “Aguas de Pore”, en donde se logre el manejo adecuado y un aprovechamiento eficiente de residuos sólidos. La presente investigación se ejecuta a través de la realización de un diagnóstico del estado actual de la recolección de residuos sólidos en la zona de estudio, junto con una caracterización de la población habitante de las zonas comerciales dicha información se obtiene por medio de la georreferenciación a través del trabajo de campo y en la aplicación de encuestas semiestructuradas a la población en general; con lo anterior se establecieron las rutas de recolección considerando variables socioeconómicas dentro del diseño que permiten maximizar los beneficios económicos y ambientales. Para implementar las rutas de recolección diseñadas “Aguas de Pore S.A.E: S.P” asignó talento humano calificado para la recolección y aprovechamiento de estos residuos; posteriormente se realiza el análisis económico y financiero de la propuesta.

Esta investigación se realiza a través de las actividades realizadas en la empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Pore “Aguas de Pore S.A ESP” basados en lo dispuesto en la resolución 0754 de 2014, dónde los municipios dentro de su PGIRS claramente relacionan los componentes que se deben tener en cuenta en la recolección, transporte y transferencia exigidos por el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible para el área urbana.

GLOSARIO

Almacenamiento de residuos sólidos:

“Procedimiento de usuario para guardar temporalmente los residuos sólidos para su posterior recolección” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Almacenamiento no domiciliario:

“Procedimiento realizado por el generador para el almacenamiento temporal de residuos en centros comerciales, edificios públicos, edificios privados, bancos, instituciones sociales, centros recreativos, etc.” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Aprovechamiento:

“Otras actividades del servicio de limpieza que incluye la recogida de los residuos que el usuario ha clasificado en origen, el transporte selectivo a una planta o planta de tratamiento, así como su clasificación y pesaje” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Área de prestación del servicio: “Corresponde al área geográfica debidamente delimitada del municipio en el cual el prestador de servicios presta servicios de limpieza” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Barrido de vías y limpieza de áreas públicas: “Es un conjunto de actividades realizadas de forma manual o mecánica, encaminadas a retirar todos los residuos sólidos dispersos o acumulados que puedan ser vaciados de los lugares y vías públicas” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Caja o unidad de almacenamiento: “Recipiente metálico o de cualquier otro material adecuado, para uso municipal o para grandes fabricantes, para ubicar en los lugares necesarios para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Caracterización de los residuos: “Determinar las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos y determinar su contenido y características” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Centro de acopio: “Sitio donde después de haber realizado actividades de recogida, se lleva a cabo la disposición final con el fin de facilitar la adecuada gestión de residuos sólidos” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Disposición final de residuos sólidos: “Es el proceso de aislar y disponer permanentemente los residuos sólidos, especialmente los inservibles, en lugares especialmente diseñados y seleccionados para evitar la contaminación y cualquier daño o peligro para la salud humana y el medio ambiente” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Entidad prestadora del servicio público domiciliario de aseo: “Persona natural o jurídica, pública, privada o mixta, responsable de cada o más de las actividades que prestan los servicios públicos de saneamiento en el hogar”(MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Estaciones de transferencia: “Instalaciones designadas para el traslado de residuos sólidos de un vehículo de recolección a otro que cuenta con una mayor capacidad de carga para su transporte al sitio de disposición final” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Frecuencia del servicio: “Este es el número de veces en un período dado que se proporciona limpieza general durante las operaciones de barrido, limpieza, recolección, transferencia, siega y poda” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Gestión integral de residuos sólidos: “Conjunto de actividades encaminadas a minimizar la generación de residuos sólidos, y valorizar residuos sólidos teniendo en cuenta características, tamaño, origen, coste y tratamiento con fines de valorización energética, usabilidad y comercialización. También incluye la disposición final y disposición de residuos inservibles” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Micro ruta: “Describir detalladamente las calles y cuadras por donde circulan vehículos o cuadrillas de servicio público que barren, limpian, recogen, transportan, cortan y podan árboles en vías y lugares públicos, con una frecuencia predeterminada” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Residuo sólido: “Cualquier cosa, sustancia o elemento sólido que resulte del consumo o uso de una mercancía en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios que produce el generador para su recolección por un prestador de servicio público de aseo. Asimismo, se consideran residuos sólidos los generados por el barrido y limpieza de lugares y vías públicas, corte de césped y poda de árboles. Los residuos sólidos no peligrosos se dividen en aprovechables y no aprovechables” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Residuo sólido aprovechable: “Cualquier sustancia o elemento que no tiene valor de uso para su originador, pero que puede ser utilizado para reintegrarse al proceso productivo” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Residuo sólido especial: “Son todos los residuos sólidos que el prestador del servicio público de aseo no puede recolectar, tratar o disponer de forma natural, por su naturaleza, composición, volumen, necesidades de volumen, peso, transporte, almacenamiento y presión” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Relleno sanitario: “Es un sitio que ha sido técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final y controlada de residuos sólidos que no presenta peligro, daño o riesgo para la salud pública, minimiza y controla el impacto ambiental y utiliza principios de ingeniería para contener y separar los residuos sólidos en mínimo espacio, con compactación de residuos, y cobertura Diariamente uniforme, control de lixiviados líquidos, gases y recubrimiento final” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Ruta de reciclaje: “Ruta establecida para recolectar los residuos aprovechables, separándolos en la fuente” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

Servicio público de aseo: “Es un servicio de recogida de residuos domésticos de la ciudad, especialmente materiales sólidos. También se aplicará a las actividades adicionales de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de dichos residuos” (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2013).

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	19
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
3. JUSTIFICACIÓN	23
4. OBJETIVOS.....	24
4.1. OBJETIVO GENERAL	24
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	24
5. MARCOS DE REFERENCIA	25
5.1. ANTECEDENTES	25
5.2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	27
5.3. MARCO LEGAL	34
5.4. MARCO CONTEXTUAL	37
5.5. MARCO INSTITUCIONAL.....	42
6. METODOLOGÍA.....	44
6.1. Etapa 1: Diagnóstico del sistema actual de recolección de residuos del municipio de Pore.	2
6.2. Etapa 2: Desarrollo de campañas de sensibilización con la comunidad del área urbana del municipio de Pore, en temas como la separación de los residuos en la fuente y reciclaje	2

6.3. Etapa 3: Establecimiento de las rutas de recolección de sólidos aprovechables de la fracción inorgánica basado en las rutas existentes en el municipio y la caracterización de la población.	3
6.4. Etapa 4: Evaluar la viabilidad financiera de la estrategia diseñada para proponer la implementación en el municipio de Pore, Casanare	3
7. RESULTADOS	5
7.1. Diagnóstico del sistema actual de recolección de residuos del municipio de Pore.	5
7.2. Producción, transporte y disposición final de los residuos	20
7.3. Georreferenciación de las Rutas de recolección.	28
7.4. Diseño y Aplicación de Encuestas	31
7.5. Capacitación a los recuperadores la propuesta del diseño de rutas de recolección de residuos sólidos inorgánicos.	43
7.6. Sensibilizar a la comunidad sobre reciclaje y separación en la fuente	44
7.7. Socialización de la propuesta al personal de Aguas de Pore	45
7.8. Diseño de rutas de Recolección de Residuos Sólidos Reciclables	46
7.9. Evaluación de la viabilidad financiera de la estrategia diseñada para proponer la implementación en el municipio de Pore, Casanare	51
9. CONCLUSIONES	54
10. RECOMENDACIONES	55
11. BIBLIOGRAFÍA	56

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Antecedentes Nacionales e Internacionales	25
Tabla 2. Marco Legal	34
Tabla 3. Proyección Proyectada Pore 2020-2032, DANE.....	38
Tabla 4. Barrios, Municipio de Pore.....	40
Tabla 5. Marco metodológico	4
Tabla 6. Aspectos institucionales del Servicio de Aseo.....	6
Tabla 7. Aspectos para la evaluación del cumplimiento	7
Tabla 8. indicadores del componente Recolección, transporte y transferencia ...	8
Tabla 9. Especificaciones técnicas del vehículo compactador.....	10
Tabla 10. Análisis del estado actual del aprovechamiento de residuos en el municipio de Pore	10
Tabla 11. Mejoramiento y optimización de los procesos de recolección y transporte de los residuos mediante el diseño de microrutas de recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables en el casco urbano del municipio de Pore	13
Tabla 12. Disminución de la cantidad de residuos sólidos producidos por la comunidad urbana y dispuestos en el relleno sanitario, mediante la implementación de procesos de reúso y separación en la fuente.	15
Tabla 13. Toneladas dispuestas en el relleno sanitario El Cascajar	20
Tabla 14. Datos Producción Percápita	22
Tabla 15. Parámetros utilizados en la ecuación	24
Tabla 16. Número de viviendas por estrato socioeconómico	24

Tabla 17. Número de muestras por estrato	25
Tabla 18. Caracterización de los residuos sólidos	26
Tabla 19. Usuarios por calles -Ruta de Recolección Selectivas	46
Tabla 20. Longitud de rutas	47
Tabla 21. Velocidad de recolección.....	48
Tabla 22. Valor de generación de residuos sólidos.	51
Tabla 23. Precios RECICLA O PIERDE SAS.....	52
Tabla 24. Ahorro por no disposición en el relleno sanitario	53

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación geográfica del municipio de Pore, Casanare.....	37
Ilustración 2. Mapa Rural del municipio de Pore.	39
Ilustración 3. División Política Zona Urbana	41
Ilustración 4. Talento Humano Aguas de Pore	43
Ilustración 5. Esquema Metodológico	1
Ilustración 6. Toneladas dispuestas en el relleno sanitario El Cascajar 2016- 2022	21
Ilustración 7. Porcentaje de residuos.....	27
Ilustración 8. Mapa de usos de suelo Pore	29
Ilustración 9. Ruta de recolección del carro compactador	30
Ilustración 10. Grupo etareo al que pertenecen los encuestados	33
Ilustración 11. Género con el que se identifica	33
Ilustración 12. Estrato socioeconómico de la vivienda en que habita.....	34
Ilustración 13. Grado de escolaridad alcanzado.....	35
Ilustración 14. ¿Qué tan importante considera el medio ambiente?	35
Ilustración 15. ¿Tiene conocimiento acerca del reciclaje?	36
Ilustración 16. ¿Conoce la resolución 2184 del Ministerio de Ambiente, expedida el 26 de diciembre de 2020. Del nuevo código de colores para la separación de residuos sólidos?.....	36
Ilustración 17. ¿Actualmente hace separación de los residuos sólidos generados en su vivienda/local comercial?	37

Ilustración 18. ¿Qué tipo de residuos aprovechables genera usted en su vivienda?	38
Ilustración 19. De los siguientes residuos inorgánicos aprovechables. ¿Cuál es el de mayor generación en su vivienda?	38
Ilustración 20. ¿Estaría de acuerdo en que en el municipio de Pore, se implementarán rutas de recolección de residuos aprovechables (fracción inorgánica)?	39
Ilustración 21. Si se implementaran rutas de recolección de residuos aprovechables. ¿Ayudaría usted en la separación de residuos en la fuente?	40
Ilustración 22. ¿Tiene conocimiento de los tipos de residuos que recolectan los recuperadores y la forma en que deben entregarse?	41
Ilustración 23. Cree usted ¿Qué ésta metodología de recolección aportaría positivamente al mejoramiento del medio ambiente?	41
Ilustración 24. Considera usted ¿Qué ésta metodología de recolección aportaría positivamente al mejoramiento de la situación económica de los recuperadores?.....	42
Ilustración 25. Ruta de Recolección	48
Ilustración 26. Vehículos de transporte de residuos.	49

1. INTRODUCCIÓN

La generación excesiva de residuos sólidos se está convirtiendo, en un problema debido al alto consumo y a un hábito “usar y desechar”, esta insostenibilidad es una realidad de muchas partes del mundo, incluyendo al municipio de Pore. El nivel de generación y manejo de residuos sólidos es descontrolado, provocando graves problemas ambientales. Lo cual, de no ser tratado a tiempo, traerá consecuencias aún mayores.

Las diversas soluciones a la problemática expuesta radican en cambiar los hábitos de la comunidad, iniciando con acciones y compromisos desde lugares a los que acudimos con frecuencia, ya que se requiere controlar la generación de residuos y hacer la debida clasificación y almacenamiento de estos; evitando así que grandes volúmenes de residuos vayan a los rellenos sanitarios.

El aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos que tiene como objetivo la eliminación, reducción y aprovechamiento adecuado de estos, se enfoca en implementar acciones que contribuyan positivamente al manejo y aprovechamiento adecuado de los residuos sólidos, contribuyendo a la disminución del volumen de residuos que van al relleno sanitario El Cascajar, y generando y/o aumentando la conciencia y cultura ambiental de los Poreños, mitigando así, problemáticas ambientales en el municipio de Pore, Departamento de Casanare.

El objetivo de este trabajo fue establecer el diseño e implementación de rutas de recolección selectiva de residuos sólidos inorgánicos en la zona urbana comercial del municipio de Pore, partiendo de la recopilación de información referente a las empresas de aseo y población, en el documento se proporciona un diagnóstico del estado actual de la recolección de residuos inorgánicos aprovechables para el municipio de Pore, información recolectada para diseñar métodos de recolección que abarquen a todos los usuarios del centro comercial, teniendo en cuenta variables socioeconómicas en el diseño, y la creación de métodos de

recogida selectiva, y, a través de este producto realizar un análisis de la frecuencia de distribución y horario para implementar una operación efectiva.

Desde el punto de vista ambiental, esta es una solución inteligente que le permite al municipio organizar la recolección de residuos sólidos aprovechables por medio de rutas programadas que les permiten reducir el tiempo de recolección y mejorar el proceso con fines de lucro, no solo para las empresas de servicios públicos, sino para la población de Pore; Adicionalmente contribuye a las acciones contempladas en los programas del PGIRS.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los sistemas de producción no sostenibles existentes han llevado a un consumo excesivo de productos y a una generación masiva de residuos sólidos urbanos, que deben ser tratados de diversas formas para su disposición final adecuada, lo que genera impactos sociales, económicos y ambientales (Naciones Unidas, 1992). Es una realidad que se producen gran cantidad de residuos a lo largo de la cadena de producción y consumo, generando impactos, condición que puede ser mitigada mediante cambios en el proceso de producción en la disposición final, con medidas como la minimización de residuos y recuperación a través de la reducción, reutilización y reciclaje.

Uno de los problemas ambientales siempre ha sido el consumo indiscriminado y generación de residuos sólidos por la realización de cualquier actividad humana, los productos cada vez tiene menos vida útil, haciendo que el desecho incrementa proporcionalmente, para febrero de 2020 Según el Departamento Nacional de Planeación —DNP—, Colombia generaba más de 12 millones de toneladas de residuos sólidos al año, de las cuales tan solo el 17 % es reciclado (DNP, 2020). Teniendo en cuenta el más actualizado indicador recalca que si el país persiste en esta dinámica consumista y no implementa nuevas estrategias para estos procesos de recolección y aprovechamiento, en el año 2030 se enfrentará a una emergencia sanitaria en donde afectará el ecosistema por los gases de efecto invernadero y por ende la calidad de vida (Giraldo, 2021)

Pore no es ajeno a esta situación, el municipio a pesar de sus pocos habitantes en relación con otros de misma extensión, es epicentro de industrias arroceras y renglones económicos importantes como el turismo y es un hecho el incremento de la generación de residuos que se evidencia al realizar cualquier actividad relacionada con lo anterior, adicionándole los residuos generados por las zonas residenciales; en vista de ello es importante empezar a mitigar ese impacto negativo con la reducción, reutilización y reciclaje de estos

residuos generados, ya que el municipio tiene procesos operacionales desactualizados o no institucionalizados, mostrando una inexistencia de programas de recolección selectiva.

El principal problema que enfrentan los recolectores Aguas de Pore en cuanto a la recolección de residuos sólidos inorgánicos aprovechables es que no existen rutas selectivas diseñadas y formalizadas. Debido a la situación actual, los pocos recuperadores existentes en el municipio realizan la recolección de residuos de acuerdo a sus necesidades individuales, de manera informal y desestructurada, no se basan en aspectos técnicos, lo que aumenta el tiempo de actividad y disminuye el rendimiento.

El programa de aprovechamiento de residuos propuesto en PGIRS tiene como objetivo aumentar el volumen y la calidad de los residuos sólidos reutilizables que ingresan al proceso productivo para su comercialización, a través de la operación de vías selectivas. La recolección de residuos inorgánicos aprovechables se fundamenta en una distribución adecuada, con el fin de promover la gestión de residuos. En el PGIRS se brindan orientaciones sobre el adecuado tratamiento de los residuos sólidos y el cumplimiento de la prestación del servicio público en el municipio de Pore, donde se establecen programas para el aprovechamiento de los residuos. De acuerdo a este documento, el principal problema que atañe el aprovechamiento de residuos sólidos de la fracción inorgánica, es la ausencia de rutas de recolección selectiva diseñada y formalizada.

Con base en lo anterior, es necesario crear una herramienta concreta que permita a los actores comprender fácilmente la distribución de rutas selectivas de recolección de residuos sólidos inorgánicos y también le permita al Municipio de Pore mejorar la calidad ambiental y los procesos que a través de la empresa se ejecutan.

Se desea responder al siguiente interrogante ¿El diseño e implementación de una ruta de recolección selectiva, mejorará el aprovechamiento de los residuos sólidos inorgánicos en el área urbana comercial del municipio de Pore ?

3. JUSTIFICACIÓN

Los residuos sólidos generados en el municipio de Pore requieren de una adecuada gestión y tratamiento para disminuir la contaminación ambiental y los problemas sociales que se presentan con el paso del tiempo por la falta de cultura ambiental y el avanzado desarrollo que ha alcanzado el municipio.

La empresa de acueducto, alcantarillado y aseo de Pore, "Aguas de Pore S.A ESP" es la entidad que realiza actividades relacionadas con la recolección, transporte y transferencia de residuos sólidos municipales a través del Convenio de Cooperación N° 011 en 2015 sobre la implementación del Plan Maestro de Gestión de Residuos Sólidos. PGIRS 2016 – 2027. La actualización PGIRS contiene todos los programas relacionados con la gestión de los residuos generados por el municipio, en estos programas se encuentra la implementación de los métodos de operación selectivos.

El Diseño e Implementación de rutas de recolección selectiva de residuos reciclables en el municipio de Pore, Casanare mejora la recolección en la fuente de producción, reduce el volumen de residuos a disponer, gestiona y minimiza cualquier impacto en el entorno local y en el medio ambiente; Como la contaminación del suelo y los acuíferos, la propagación de vectores, la aparición de enfermedades y la contaminación del aire.

Otros factores clave a la hora de diseñar un modelo de recogida de residuos utilizable son la minimización de recursos mediante la reducción de la cantidad de residuos depositados y la inversión en máquinas, herramientas, etc. Aplicar buenas prácticas ambientales, reutilizar y producir nuevos productos a partir de residuos sólidos, y promover empleos mejor remunerados para quienes ejerzan la actividad.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar las rutas selectivas para la recolección de los residuos inorgánicos aprovechables en el área urbana comercial del municipio de Pore, Casanare.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diagnosticar el sistema actual de recolección de residuos del municipio de Pore.
- Desarrollar campañas de sensibilización con la comunidad del área urbana comercial del municipio de Pore, en temas como la separación de los residuos en la fuente y reciclaje
- Establecer las rutas de recolección de sólidos aprovechables de la fracción inorgánica basado en las rutas existentes en el municipio y la caracterización de la población.
- Evaluar la viabilidad financiera de la estrategia diseñada para proponer la implementación en el municipio de Pore, Casanare

5. MARCOS DE REFERENCIA

5.1. ANTECEDENTES

La implementación de nuevas rutas de recolección de forma clasificada la empresa municipal de servicios públicos, institución que hace parte del sector público, genera beneficios no sólo a la comunidad de recolectores, sino también a la comunidad en general, ya que maximiza la calidad del ambiente y disminuye la entrega de tonelaje de residuos a disposición final.

Partiendo de referencias e investigaciones realizadas, implementando programas de rutas clasificadas, se evidencian algunos ejemplos de análisis y diseños, contemplando diferentes metodologías: (ver **Tabla 1**):

Tabla 1. *Antecedentes Nacionales e Internacionales*

Título	Año	Objetivo
Diseño e implementación a escala piloto de la ruta de recolección selectiva de los residuos sólidos aprovechables en los barrios el nogal y jardín norte del municipio de Chiquinquirá	2010	Recolección selectiva de residuos aprovechables y reciclables generados en los barrios Jardín del Norte y El Nogal del municipio de Chiquinquirá, provincia de Boyacá. Esto responde a la necesidad de la ciudad de implementar su propio programa de reciclaje y así promover la segregación en el origen de la población de la ciudad y el posterior aprovechamiento de estos residuos. La selección de estos barrios se debe a la buena respuesta e interés de los vecinos de estas zonas en las actividades relacionadas con el reciclaje que realiza la empresa municipal de servicios públicos Empochiquinquirá.” (Osorio C & Guerra Rubio, 2010)
Diseño de un modelo de ruteo de vehículos para la recolección de residuos sólidos en el municipio de Zarzal Valle del Cauca	2015	Diseñar un modelo que permita obtener un plano vial que contribuya a reducir la distancia total recorrida en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos en la ciudad de Zarzal. (Guzmán y Pedraita Arana, 2015)
Diseño e Implementación de Rutas de recolección de Residuos para la Empresa EDEPSA S.A.S.	2014	Diseñar e Implementar de Rutas de recolección de Residuos hospitalarios para la Empresa EDEPSA S.A.S, a partir del análisis de un sistema de ruteo que permita reducir el costo y tiempo de transporte. (Parada & Vargas Saavedra, 2014)

Análisis y diseño de rutas de recolección de residuos sólidos en la USB seccional Medellín.	2013	Diseñar rutas de transporte interno de residuos sólidos que permitan cumplir las especificaciones señaladas por las autoridades ambientales. (Guzman, 2013)
Optimización de las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos del centro cantonal SÍGSIG Ecuador	2019	Optimizar las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos del centro cantonal SÍGSIG, Ecuador (Minga Quezada & Zhiminaycela León, 2019)
Diseño de un sistema de rutas de recolección de residuos sólidos en el cantón Cayambe Ecuador	2016	Optimizar y rediseñar las rutas de recolección de residuos sólidos del Cantón Cayambe, parroquia Cayambe, mediante el uso de Sistema de información Geográfica (SIG), Ecuador. (Arciniegas Ortega, Lucero Pastás, & Viñamagua Carrión, 2016)
Rutas de tratamiento en residuos inorgánicos Chile	2005	Resolución de la recolección de residuos urbanos sólidos mediante una flota de camiones con capacidad conocida y minimizando el tiempo y el número de recursos necesarios, Chile. (Moreno, Salinas, Sánchez, & Gabriel, 2008)

Fuente. Autor, 2022.

5.2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

5.2.1. *Residuos sólidos*

Según lo establecido por el (MINCIT, 2018) los residuos sólidos, constituyen aquellos materiales que son desechados después de cumplir su vida útil, y que dejan de tener un valor económico después de su uso. Estos residuos están compuestos principalmente de materiales que se utilizan en la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo, es de mencionar que este tipo de residuos pueden reaprovecharse o transformarse si son reciclados de manera correcta. Cabe aclarar que la raza humana es quien produce en su mayoría residuos sólidos, y estos se encuentran especialmente en las grandes ciudades.

De igual manera según los planteamientos de (Enger E & Smith B, 2006), los residuos sólidos son materiales que se encuentran en un lugar específico y la gente ya no necesita, por lo que, al estar descompuestos, rotos, ya no tienen valor.

Del mismo modo, en ley peruana llamada Ley general de los residuos sólidos de (CONGRESO DE LA REPÚBLICA, 2009) , la cual brinda el concepto de residuos sólidos en su artículo 14, donde se afirma que:

“estos se consideran sustancias en las que el generador dispone y un producto que puede ser sólidos o semisólido, en consecuencia, atenta contra la salubridad y el ambiente, según menciona en la normatividad nacional”

Ahora bien, en Colombia se cuenta con la que se considera una de las legislaciones más desarrolladas y mejor concebidas, en cuanto a los residuos sólidos se refiere, pues existe una serie de normas en las que se reglamentan los aspectos relacionados con la conservación y utilización de los recursos naturales.

Es indispensable resaltar que muchas de las normas existentes, se han creado con el fin de minimizar los problemas ambientales presentes en Colombia y que se han tenido en cuenta

leyes implementadas en otros países, donde el manejo de los residuos sólidos está más avanzado, en cuanto a reglamentación, aplicación y práctica, pero que estas han tenido poca acogida por su complejidad y poca eficacia. (ALUNA CONSULTORES LTDA, 2011)

Ante la evidencia de un inadecuado manejo de residuos sólidos, la poca eficiencia de los municipios frente a esta temática y la casi nula participación comunitaria y empresarial para la actualización y apoyo de los sistemas de aseo, surgió la necesidad de expedir normas que se encargaran de regular este manejo de residuos desde diferentes perspectivas tales como las económicas, sociales y ambientales, para hacer un uso integral de estos.

Es por lo anterior, que actualmente en Colombia se cuenta con un amplio desarrollo normativo que se enmarca en la Política Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos (1998) la cual fue actualizada en el CONPES y que se encuentra soportada por la Constitución Nacional, dentro de la Ley 99 de 1993 y la Ley 142 de 1994, donde se establecen unos objetivos que logran determinar las prioridades de la gestión en residuos, como primer objetivo se encuentra minimizar la cantidad de residuos que se generan, el segundo, aumentar el aprovechamiento racional de los residuos sólidos y por último, mejorar los sistemas de eliminación, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos. (Congreso de Colombia, 1993)

5.2.2. Clasificación de los residuos sólidos

Teniendo claro el concepto de residuos sólidos, se hace necesario reconocer la clasificación que estos merecen según su composición, origen, los usos que se les puede dar, estructura química y hasta su disposición final. Así pues, Barradas (2009) los clasifica así:

- **Residuos Orgánicos:** Este tipo de residuos son los materiales que han tenido vida, formaron parte de algún ser vivo o derivan de procesos de combustión fósil. estos residuos se dividen en:
- **Putrescibles:** son los que se obtienen de la transformación de materias naturales sin perder su estructura de manera general, pues tienen alto grado de

biodegradabilidad, dentro de estos se encuentran los: residuos forestales, animales, comida, heces de animales, agropecuarios, entre otros.

- **No putrescibles:** este tipo de residuos son los que han sido modificados que logran perder su biodegradabilidad. Generalmente son los combustibles. Y pueden ser naturales como el cartón, papel, madera, entre otros, y/o sintéticos como plásticos, fibras sintéticas, entre otros.

Residuos sólidos inorgánicos: Este tipo de residuos en general, no son biodegradables ni combustibles, y suelen provenir de la extracción y procesamiento de los minerales, por ejemplo, vidrios, tierras escombros, entre otros.

Es de afirmar que, tanto los residuos sólidos orgánicos e inertes Los dos tipos de residuos anteriores mencionado pueden ser peligrosos o no peligrosos.

Mezcla de residuo: estos son los desechos de residuos mezclados resultado de una combinación de materiales orgánicos e inorgánicos.

Residuo peligroso: Se refiere a todo residuo, orgánico e inorgánico, que tiene potencial peligroso, por ejemplo: los residuos patógenos de los hospitales, agujas, reactivos, tintas de impresoras, recipientes contaminados con sangre, etc.

5.2.3. Clasificación de los residuos sólidos según sus componentes.

Según sus componentes, los residuos sólidos se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- **Patógenos:** son organismos, quistes o bacterias, que entran en los cuerpos de los seres vivos, ya sean humanos, animales o vegetales. Y son capaces de causar enfermedades, es de vital importancia la buena higiene para evitar este tipo de

enfermedades.

- **Tóxicos:** toda sustancia química que perjudica un cuerpo, al momento de darle determinada sustancia, la sustancia puede ser producida por humanos, animales o plantas
- **Combustibles:** se pueden clasificar en sólidos, líquidos, gaseosos y fósiles, los cuales, por medio de procesos químicos, liberan energía, capaz de mover otro cuerpo, algunos procesos son más contaminantes que otros.
- **Inflamables:** son objetos que tiene la facilidad de arder, también hay gases, que al momento de contacto con calor o chispa tienden a quemarse rápido.
- **Volátiles:** son compuestos que se convierten fácilmente en vapores o gases, gracias a la quema de algún tipo de combustible.
- **Explosivos:** son las sustancias que alguna razón externase transforman en gases liberando calor, presión y radiación por poco tiempo.
- **Reciclables:** es la transformación de formas y presentaciones habituales de algunos elementos para que la industria pueda volver a utilizarlos.
- **Ordinarios:** objetos que no tienen una dedicación al momento de ser producidos, en nuestro caso de investigación residuos muy comunes de utilización por parte del ente que los produce.
- **Peligrosos:** sustancias que sin una buena manipulación son nocivas para los seres vivos, sean humanos, animales o vegetales, deben ser almacenadas para disminuir su daño. (Pineda, 1998)

5.2.4. *Manejo de residuos sólidos*

De manera general, a los residuos sólidos, no se les da un manejo adecuado, por lo que estos desencadenan problemas ambientales y de salud que se padecen actualmente, pero esto viene desde el alto índice demográfico y el elevado consumismo pues esto ha traído la

generación de más cantidad de residuos sólidos, que según lo mencionado por (Tchobanoglous y otros 2003), se suelen tirar en espacios a cielo abierto, donde no se tienen en cuenta las normas mínimas requeridas, que prevengan los impactos que estos traen sobre el suelo, agua, fauna, flora y el componente humano.

Cabe resaltar que actualmente, se suelen manejar de manera inadecuada los residuos sólidos, por lo que es indispensable buscar soluciones tecnológicas y crear políticas de manejo de residuos sólidos, para el aprovechamiento de los mismos, lo cual se deberá implementar desde los residuos del hogar y/o empresas, los cuales necesitan ser tratados por medio de la implementación de sistemas independientes donde se realice la separación en la fuente y por ende la recuperación de materiales, el procesamiento intermedio, por medio de la selección, embalaje y almacenamiento, transporte y comercialización para su procesamiento final. (Meza T, 2002)

5.2.5. *Diseño de rutas para la recolección de residuos*

En cuanto al diseño de las rutas de recolección de residuos es el estado el encargado tanto de diseñar como de mantener limpias las áreas públicas y además debe brindar el servicio de recoger la basura generada en cada ciudad o municipio, así pues, este propende proteger la salud pública y el medio ambiente de manera eficiente.

Ahora bien, para la recolección de residuos se hace indispensable la creación de rutas que permitan la optimización de la recolección de residuos con el fin de transportar de manera eficiente los residuos sólidos desde su almacenamiento en la fuente generadora hasta el vehículo recolector y luego trasladarlos hasta el sitio de disposición final o a la estación de transferencia.

Para llevar a cabo los métodos de recolección se puede realizar una clasificación en: métodos mecanizados, semi mecanizados y métodos manuales, los métodos mecanizados y semi mecanizados, son los que se usan generalmente altamente urbanizadas; mientras que los métodos manuales se suelen efectuar a través de equipos poco convencionales, y son utilizados

en zonas rurales o de difícil acceso.

5.2.6. Modelos de ruteo de vehículos

Cabe señalar que existen procesos muy importantes en la gestión de residuos como son la recolección, transporte, tratamiento, reciclaje, disposición y monitoreo. Por lo tanto, a través de él, es necesario tomar en cuenta factores ambientales, legales, sociales, económicos, técnicos y políticos para crear un marco de referencia en el que se puedan aplicar diversas herramientas. Tomar decisiones sobre la apertura de un centro de reciclaje, disposición, adquisición de camiones y desarrollo de métodos efectivos de eliminación, entre otras actividades.

El objetivo del diseño de ruta es: dividir una ciudad o municipio en distritos, de modo que cada distrito asigne una cantidad de trabajo más adecuada al equipo de montaje, y desarrollar una ruta para cada distrito, lo que permite que cada equipo haga el trabajo. Con menos tiempo y desplazamientos (Obras Públicas, 2005).

Es de resaltar que estas rutas generalmente se diseñan de manera intuitiva, lo que se convierte en un error, pues estas deben ser creadas a partir de un estudio técnico, determinando los tiempos y gastos, pero esto también se convierte en un problema social, pues las personas depositan en cualquier lugar sus residuos, lo que complica de manera directa los procesos de recolección (Obras públicas, 2005).

Para lograr lo anterior, se realizan zonificaciones, definiendo las áreas con un manejo o destino homogéneo, por lo que el modelo de zonificación es útil para distintos tipos de uso seleccionados, lo que implica una homogenización previa de las variables a detectar en terreno y un trabajo claro con respecto a la recopilación y análisis de esa información. (Sedesol, 1998).

5.2.7. Métodos de tratamiento

Para hacer frente a los residuos sólidos es necesaria una solución parcial al problema de los residuos, y cabe señalar que estos procesos no se dan con mucha rapidez porque Colombia

no está acostumbrada a reciclar ni clasificar los residuos, porque eso hay que señalarlo. Del problema que esto genera, por lo que estos residuos pueden ser dispuestos en:

Relleno sanitario. En América latina, se suelen tratar este tipo de rellenos para dar tratamiento a los residuos, esto se basa en enterrar la basura en capas de tierra compactándola, con esto se busca disminuir el daño al medio ambiente, evitar los malos olores, las quemaduras de gases en descomposición y el manejo de lixiviados. (Pineda 1998)

Incineración. Con este tipo de manejo se busca reducir toneladas de basura a cenizas, quemando residuos domésticos, esto también se puede realizar en algunos residuos hospitalarios por parte de entidades calificadas.

Reciclaje. Este proceso es más practicado ahora, ya que busca reducir la acumulación de productos inorgánicos en los rellenos sanitarios, que no son biodegradables y tardan más de cien años en ser absorbidos por la tierra, consúmalos, y estos productos pueden ser reutilizados si corresponde. (Tchobanoglous, 1996)

5.3. MARCO LEGAL

A continuación, se relaciona la normatividad aplicable a la temática de gestión ambiental corporativo (Ver **Tabla 2**)

Tabla 2. Marco Legal

Tipo de norma	Número	Año	Descripción
Constitución Política Nacioneal		1991	Artículo 49. La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se asegura a toda la gente la entrada a los servicios de promoción, custodia y recuperación de la salud. Artículo 79. Toda la gente posee derecho a disfrutar de un ambiente sano. La ley garantizará la colaboración de la sociedad en las elecciones que logren afectarlo. Es deber del Estado defender la variedad e totalidad del ambiente, mantener las superficies de particular trascendencia ecológica e impulsar la enseñanza para el logro de dichos objetivos. Artículo 80. El Estado planificará el desempeño y aprovechamiento de los recursos naturales, para asegurar su desarrollo sustentable, su conservación, reposición o sustitución. Además, tendrá que prevenir y mantener el control de los componentes de deterioro ambiental, obligar las sanciones legales y reclamar la compostura de los perjuicios generados. De igual manera, cooperará con otras naciones en la custodia de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas. Artículo 95. La calidad de colombiano enaltece a todos los miembros de la sociedad nacional. Todos permanecen en el deber de engrandecerla y dignificarla. El ejercicio de los derechos y libertades reconocidos en esta Constitución involucra responsabilidades. Artículo 365. Los servicios públicos son inherentes al fin social del Estado. Es deber del Estado afirmar su prestación eficiente a todos los pobladores de la región nacional. ... En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y la vigilancia de estos servicios. (Sistema Único De Información Normativa, 2022)

Ley	1801	2016	ARTÍCULO 111. Comportamientos contrarios a la limpieza y recolección de residuos y escombros y malas prácticas habitacionales. Los siguientes comportamientos son contrarios a la habitabilidad. (Sistema Unico De Información Normativa, 2022)
Ley	689	2001	ARTICULO 14.24 Servicio público de aseo. Es el servicio de recolección municipal de residuos, principalmente sólidos. También se aplicará esta ley a las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos. (Sistema Unico De Información Normativa, 2022)
Ley	632	2000	Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142, 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996 (Esquemas de prestación del servicio público domiciliario de aseo)
Ley	142	1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. ¹
Ley	9	1979	ARTICULO 35. El Ministerio de Salud reglamentará todo lo relacionado con la recolección, transporte y disposición final de basuras en todo el territorio colombiano. (Sistema Unico De Información Normativa, 2022)
Ley	2811	1974	ARTÍCULO 37.- Los municipios deberán organizar servicios adecuados de recolección transporte y disposición final de basuras. ARTÍCULO 34.- 4.- Perfeccionar y desarrollar nuevos métodos para el tratamiento, recolección, depósito, y disposición final de los residuos sólidos, líquidos o gaseosos no susceptibles de nueva utilización. (Sistema Unico De Información Normativa, 2022)
Ley	99	1993	
Decreto	1076	2015	ARTÍCULO 2.2.5.14.1.1. Objeto. Reglamentar el formato, presentación y contenido del comparendo ambiental de que trata la Ley 1259 de 2008, así como establecer los lineamientos generales para su imposición al momento de la comisión de cualquiera de las infracciones sobre aseo, limpieza y recolección de residuos sólidos, que adelante se codifican. (Sistema Unico De Información Normativa, 2022)
Decreto	2981	2013	Artículo 28. Requisitos de la actividad de recolección (Sistema Unico De Información Normativa, 2022)
Decreto	395	2009	De los criterios del plan de acción. Los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) deberán incorporar las acciones necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en el plan de acción establecido por el Gobierno Nacional, sin perjuicio de las obligaciones contractuales del operador público, privado o mixto del servicio de aseo. (Sistema Unico De Información Normativa, 2022)
Decreto	838	2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. (Sistema Unico De Información Normativa, 2022)
Resolución	0754	2014	Por la cual se adopta la metodología para la formulación, utilización, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Administración Integral de Residuos

Plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS		2016 – 2027	Firmes (Sistema Único De Información Normativa, 2022) La Gestión Municipal, según con lo dispuesto en el Decreto 2981 de 2013 y la Resolución 0754 de 2014, adelantó el proceso de revisión y actualización del Proyecto de Administración Integral de Residuos Firmes del municipio (Pore & FundeOrinoquia, 2015)
Decreto 1077 de 2015		2015	El Ministerio de Casa, Localidad y Territorio va a tener como objetivo fundamental conseguir, en el ámbito de la ley y sus competencias, formular, adoptar, guiar, coordinar y llevar a cabo la política pública, planes y proyectos en materia del desarrollo territorial y urbano planificado de la nación, la consolidación del sistema de metrópolis, con patrones de uso eficiente y sustentable del suelo, teniendo presente las condiciones de ingreso y financiación de casa, y de prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento elemental.

Fuente. Autor, 2022.

5.4. MARCO CONTEXTUAL

La presente investigación se desarrolló en el municipio de Pore, en seguida, se hace una explicación de las primordiales propiedades del área de análisis:

Pore es un municipio de Colombia del departamento de Casanare. Localizado a 71 kilómetros de Yopal, la ciudad más importante del departamento, y a 436 kilómetros de Bogotá. Este sitio es patrimonio cultural e histórico del país, identificado por las sólidas cárceles construidas por los españoles.

Límites del municipio: Limita al norte con el municipio de Tranquilidad de Ariporo, que es el límite natural del flujo de agua Guachiria. al sur con el municipio de Nunchia y San Luis de Palenque; Al oeste con el municipio de Támara y al este con los municipios de Trinidad y San Luis de Palenque.

Extensión área urbana: 1.088 Km²

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 250 m.s.n.m

En la **Ilustración 1**, se aprecia el mapa de la zona de estudio.

Ilustración 1. *Ubicación geográfica del municipio de Pore, Casanare.*



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Pore>

Tabla 3. *Proyección Projectada Pore 2020-2032, DANE*

POBLACIÓN PROYECTADA PORE 2020-2032 SEGÚN DANE			
año	Cabecera	Resto de territorio	Total de Población
2020	7.083	4.976	12.059
2021	7.218	4.883	12.101
2022	7.349	4.799	12.147
2023	7.479	4.714	12.193
2024	7.610	4.630	12.239
2025	7.740	4.545	12.285
2026	7.871	4.461	12.331
2027	8.001	4.376	12.377
2028	8.132	4.292	12.423
2029	8.262	4.207	12.469
2030	8.393	4.123	12.515
2031	8.523	4.038	12.561
2032	8.654	3.954	12.607

Fuente. DANE, 2018

La población del municipio de Pore (2015) total 10.001 habitantes en la zona urbana 4368 habitantes. En la **Tabla 3**, se evidencia las proyecciones de población para los años 2020-2032, para el 2022 se estima una población de 7349 habitantes de la zona urbana, así mismo se puede determinar comportamiento de la población año tras año tanto en la zona urbana como rural.

Esta zona tiene un clima especial donde se puede encontrar una variedad de flora y fauna local, gracias a la preservación del Cerro Zamaricote, un bosque húmedo de unas 8600 hectáreas, el cual es considerado un área de infiltración donde afloran corrientes hidrográficas importantes para Pore, Támara y Paz de Ariporo, este cerro es un ecosistema reconocido en la

región por su importancia estratégica en la entrega de los bienes y servicios ambientales que brinda.

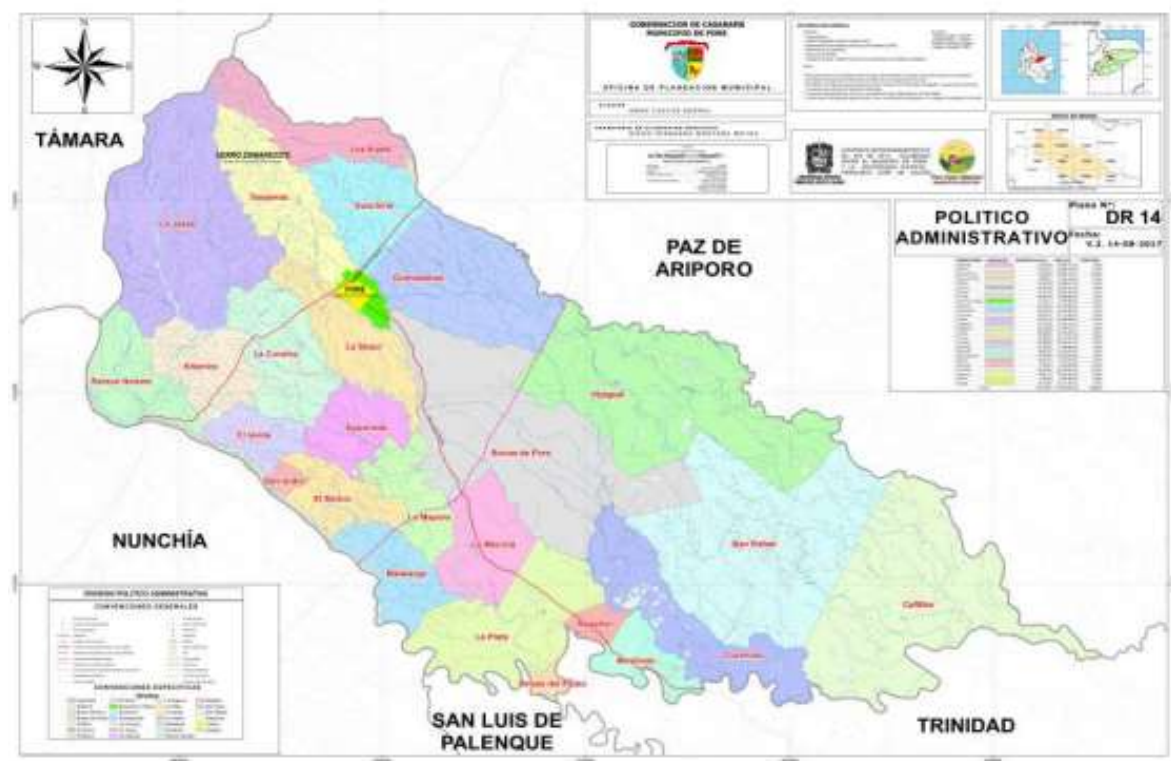
La temperatura media de Pore es de 27°C, debido a la orografía dada por el municipio, esta temperatura en las tierras altas puede llegar a los 18°C y en las tierras bajas puede llegar a los 30°C. La humedad relativa varía de 85 a 60% según la época del año con un promedio de 75%, por lo que se clasifica como semihúmedo cálido.

La topografía del municipio cambia a partir de moderadamente inclinada en las secciones más empinadas hasta sutilmente plana en las secciones más planas. En el territorio municipal se hallan cerros como: Monte de Zamaricote, Monte de los Curos, el borde del Verde y Loma El tablón. Tiene 2 cuencas hidrológicas importantes: la Cuenca Guachiria frente al área noreste del Municipio de Pore. El arroyo primordial es el flujo de agua Guachiria, que nace de la estrella de agua de los Cerros de Zamaricote y desemboca en el flujo de agua Meta y otros afluentes como el flujo de agua Curos, arroyo Guafalita, La Colorada y San Rafael. y la cuenca Pauto - Guanapalo, donde tenemos la posibilidad de mirar los caudales del flujo de agua Pore, el flujo de agua Curama, los manantiales de La Jase y La Sequi.

5.4.1. *División político – administrativa*

El área rural está compuesta por 25 veredas, y dos (2) Centros poblados, el Banco y La Plata. Ver **Ilustración 2**. La división político-administrativa urbana actual del municipio de Pore, está constituida por la cabecera Municipal o casco urbano, que a su vez se integra en ocho (8) barrios (Ver **Tabla 4** e **Ilustración 3**).

Ilustración 2. *Mapa Rural del municipio de Pore.*



Fuente. EOT Alcaldía de Pore,2019.

Tabla 4. Barrios, Municipio de Pore

Barrios y Urbanizaciones
La Esperanza
La Libertad
Libertadores
Panorama
Simón Bolívar
Centauros
Alcaraván
San José

Fuente. EOT Alcaldía de Pore,2019.

Ilustración 3. *División Política Zona Urbana*



Fuente. EOT Alcaldía de Pore,2019.

5.5. MARCO INSTITUCIONAL

AGUAS DE PORE E.S.P es una organización de servicio público que atiende a 2161 usuarios y se ocupa de mantener el control de la infraestructura de acueducto, alcantarillado y aseo con la intención de mejorar la prestación del servicio y por ende mantener el control de el buen uso del agua, esta organización es la primordial gestora de cualquier idea relacionada con la prestación de servicios de limpieza con calidad, responsabilidad y cumplimiento. (Aguas de Pore, 2020). Tiene experiencia en recolección y transporte hasta procedimiento final, barrido y limpieza.

El municipio genera alrededor de 111,3 ton/mes con una PPC promedio de 0,51 Kg/hab-día. (Aguas de Pore, 2020). Pore dispone el 98% de los residuos rígidos, dándole un aprovechamiento al 2% restante de estos residuos, la organización prestadora de servicio público de limpieza AGUAS DE PORE SA ESP es el delegado de recoger y mover en un vehículo transportador intentando encontrar un beneficio económico, los residuos son dispuestos en el relleno sanitario El Cascajar Aguas de Pore S.A. E.S.P. tiene como misión:

"Brindar a nuestros clientes, la prestación de los servicios públicos Domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de óptima calidad, eficiencia, economía y oportunidad en el casco urbano Municipio de Pore, Casanare, orientados hacia un mejoramiento continuo, dando cumplimiento a la normatividad vigente y respetando al medio ambiente; procurando así, satisfacer las necesidades de la comunidad con responsabilidad y compromiso"²

Una empresa con 13 años de servicio y eficiencia, cuenta con 9 empleados de planta y 27 prestadores de servicio.

² Tomado de: <http://www.pore-casanare.gov.co/directorio-institucional/aguas-de-pore>

Ilustración 4. *Talento Humano Aguas de Pore*



Fuente. Aguas de Pore, 2019

6. METODOLOGÍA

El tipo de investigación a desarrollar es mixto, debido a que se recopila información para determinar la estrategia a ejecutar y se establecen cantidades de generación de residuos y se evalúa la viabilidad financiera de la implementación de la estrategia.

A continuación en la **Ilustración 5**, se evidencia la metodología a llevar a cabo estructurándola en etapas y estas a su vez en actividades, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados en la ejecución del “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE RUTAS SELECTIVAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS INORGÁNICOS APROVECHABLES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE PORE, CASANARE”.

Ilustración 5. *Esquema Metodológico*



Fuente. Autor, 2022.

Teniendo en cuenta la metodología planteada en la Ilustración 5, a continuación, se enumeran las etapas y actividades a llevar a cabo

6.1. Etapa 1: Diagnóstico del sistema actual de recolección de residuos del municipio de Pore.

Actividad 1: A través del trabajo de Campo se realiza un acompañamiento a las rutas de recolección, de esta manera se puede diagnosticar los puntos claves para la recolección de estos residuos aprovechables/Caracterización de residuos sólidos y producción per cápita

Actividad 2: Georreferenciación de las Rutas de recolección.

Actividad 3: Diseñar y Aplicar encuestas para identificar el grado de conocimiento, compromiso y proyección de los habitantes al implementar la separación en la fuente y rutas selectivas.

Actividad 4: Analizar la información recolectada a través de la encuesta.

6.2. Etapa 2: Desarrollo de campañas de sensibilización con la comunidad del área urbana del municipio de Pore, en temas como la separación de los residuos en la fuente y reciclaje

Actividad 5: Capacitar a los recuperadores en la separación de residuos de acuerdo al nuevo código de colores y rutas selectivas para recolección de residuos sólidos inorgánicos en la zona urbana comercial del municipio de Pore.

Actividad 6: Sensibilizar a la comunidad sobre reciclaje y separación en la fuente

Actividad 7: Socializar la propuesta con los empleados de Aguas de Pore

6.3. Etapa 3: Establecimiento de las rutas de recolección de sólidos aprovechables de la fracción inorgánica basado en las rutas existentes en el municipio y la caracterización de la población.

Actividad 8: Diseño nuevas rutas de recolección de residuos sólidos inorgánicos aprovechables.

Actividad 9: Designación de personal y vehículo de transporte de residuos

Actividad 10: Tiempo de la Ruta

Actividad 11: Estimación de residuos recolectados por cuadrante

6.4. Etapa 4: Evaluar la viabilidad financiera de la estrategia diseñada para proponer la implementación en el municipio de Pore, Casanare

Actividad 12: Estimación de beneficios ambientales y económicos con la propuesta de diseño

En la **Tabla 5** se presenta el marco metodológico donde se establecen las técnicas de recolección de datos para llevar a cabo las actividades propuestas en cada una de las etapas

Tabla 5. *Marco metodológico*

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Diagnosticar el sistema actual de recolección de residuos del municipio de Pore.	A través del trabajo de Campo se realiza un acompañamiento a las rutas de recolección, de esta manera se puede diagnosticar los puntos claves para la recolección de estos residuos aprovechables.	• Observación • Cuarteo • Análisis de datos • Encuestas • Análisis de resultados • Revisión bibliográfica
	Georreferenciación de las Rutas de recolección	
	Diseñar y Aplicar encuestas para identificar el grado de conocimiento, compromiso y proyección de los habitantes al implementar la separación en la fuente.	
	Analizar la información recolectada	
Desarrollar campañas de sensibilización con la comunidad del área urbana del municipio de Pore, en temas como la separación de los residuos en la fuente y reciclaje	Capacitar a los recuperadores la propuesta del diseño de rutas de recolección de residuos sólidos inorgánicos.	• Capacitaciones • Sensibilización • Folletos • Socialización
	Sensibilizar a la comunidad sobre reciclaje y separación en la fuente	
	Socializar la propuesta con los empleados de Aguas de Pore	
Establecer las rutas de recolección de sólidos aprovechables de la fracción inorgánica basado en las rutas existentes en el municipio y la caracterización de la población.	Diseño nuevas rutas de recolección de residuos sólidos inorgánicos aprovechables	• Observación • Mapa • Tiempos de recorrido • Cantidad recolectada
	Designación de personal y Vehículo de transporte de residuos	
	Cálculo de Tiempos	
	Estimación de residuos recolectados por cuadrante	
Evaluar la viabilidad financiera de la estrategia diseñada para proponer la implementación en el municipio de Pore, Casanare	Estimación de beneficios ambientales y económicos con la propuesta de diseño	• Análisis de datos

Fuente. Autor, 2022.

7. RESULTADOS

7.1. Diagnóstico del sistema actual de recolección de residuos del municipio de Pore.

Inicialmente se realizaron los diagnósticos de los procedimientos de recolección, transporte, traslado y tratamiento final que están siendo realizados por la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del municipio de Pore “Aguas de Pore S.A. E.S.P. Para desarrollar el diagnóstico, se hizo necesario una revisión bibliográfica de los Estado del sistema de recolección, transporte y aprovechamiento de residuos sólidos en Pore. En las páginas siguientes se resume el resultado de la revisión realizada.

La Municipalidad de Pore, de conformidad con lo establecido en el Decreto 2981 de 2013 y la Resolución 0754 de 2014, ha potenciado el proceso de revisión y actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio, obteniendo elementos técnicos, operativos, estructurales e ingenieriles, por lo cual se espera dar respuesta a los diversos componentes del servicio de limpieza, recolección y disposición final.

El PGIRS de Pore contempla lo siguiente entre sus programas identificados relacionados con este proyecto:

- Programa institucional de la prestación del servicio público de aseo
- Programa de generación, presentación, recolección y transporte de residuos
- Programa de aprovechamiento, el cual tiene dentro de sus programas el Diseño de un modelo de recolección de las rutas selectivas de los residuos aprovechables
- Programa de disposición final

En la **Tabla 6**, se evidencia el análisis de parámetros del Servicio de Aseo prestado por Aguas de Pore

Tabla 6. Aspectos institucionales del Servicio de Aseo

Aspecto	Parámetro	Unidades	Fuente	Resultado
Aspectos Institucionales del servicio público de aseo	Esquema de prestación del servicio por cada actividad	Regional o municipal	"Aguas de Pore S.A. E.S.P."	MUNICIPAL/REGIONAL
	Prestadores del servicio público de aseo en el municipio o distrito	Número y denominación	"Aguas de Pore S.A. E.S.P."	uno (1)
	Se cobra tarifa del servicio público de aseo	Si/no	"Aguas de Pore S.A. E.S.P."	SI
	Estratificación socioeconómica aplicada para el cobro	Si/no	"Aguas de Pore S.A. E.S.P."	SI
	Nivel de riesgo según Resolución CRA 315 de 2005.	Bajo, Medio, Alto	N/A	N/A
	Coefficiente de cubrimiento de costos (CC) para analizar la suficiencia financiera: $CC = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Costos y Gastos}} \times 100$	%	N/A	N/A
	Fondo de Solidaridad y Redistribución del Ingreso vigente	Si/no	Acuerdo N°. 11 del 15 de Agosto de 2002	SI
	Equilibrio en el balance de subsidios y contribuciones del Fondo de Solidaridad y Redistribución del Ingreso.	Si/no	"Aguas de Pore S.A. E.S.P."	NO
	Normas expedidas por la administración municipal o distrital relacionadas con la gestión integral de residuos sólidos.	Listado de normas locales.	Establecido por el Municipio de Pore mediante decreto N°. 048 del 30 de Agosto de 2012	ACUERDO COMPARENDO AMBIENTAL

Fuente. Autor, 2022.

El convenio del fondo de solidaridad y contribución del ingreso actualmente no resulta ser sostenible para Aguas de Pore: así mismo presenta incumplimiento respecto a la Resolución CRA 315 de 2005, la cual establece la realización de la evaluación del nivel de riesgo de la empresa. La única norma identificada se basa en el marco del comparendo ambiental y adoptado bajo decreto Municipal N°. 048 del 30 de agosto de 2012.

7.1.1. Revisión y Análisis de la Recolección, transporte y transferencia de los residuos

A continuación, se presentan los diferentes aspectos evaluados para el cumplimiento de Recolección, Transporte y transferencia de los residuos ejecutado actualmente en el municipio de Pore, Casanare.

En la **Tabla 7**, se sintetiza la información analizada en cuanto a los aspectos, estos incluyen cobertura, frecuencia, puntos críticos, estaciones de transferencia, entre otros.

Tabla 7. Aspectos para la evaluación del cumplimiento

Aspecto	Parámetro	Unidades	Fuente	Resultado
Recolección, Transporte y Transferencia	Cobertura de recolección en la zona urbana	%	"Aguas de Pore S.A. E.S.P."	100%
	Frecuencia de recolección en la zona urbana	veces/semana	"Aguas de Pore S.A. E.S.P."	Bisemanal, los residuos se recogen 2 veces por semana.
	Censo de puntos críticos en área urbana	Número y ubicación	"Aguas de Pore S.A. E.S.P."	No se cuenta con censo de puntos críticos
	Existencia de estaciones de transferencia	Número y ubicación	"Aguas de Pore S.A. E.S.P."	Ausencia de estaciones de transferencia
	Capacidad de la estación de transferencia	Ton/día	"Aguas de Pore S.A. E.S.P."	Ausencia de estaciones de transferencia

	Distancia del centroide al relleno sanitario El Cascajar	Km	"Aguas de Pore S.A. E.S.P."	Aproximadamente 53 Km
	Distancia del centroide a la Estación de transferencia (cuando aplique)	Km	"Aguas de Pore S.A. E.S.P."	Ausencia de estaciones de transferencia
	Distancia de la estación de transferencia al relleno sanitario El Cascajar	Km	"Aguas de Pore S.A. E.S.P."	Ausencia de estaciones de transferencia

Fuente. Autor, 2022.

7.1.2. *Indicadores del componente Recolección, transporte y transferencia*

A continuación, en la Tabla 8 se presentan los criterios del componente de recolección, transporte y transferencia exigidos por la Resolución 0754 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para las zonas urbanas.

Tabla 8. *indicadores del componente Recolección, transporte y transferencia*

INDICADOR	RESULTADO	FUENTE
Cobertura de recolección	100%	AGUAS DE PORE S.A. E.S.P
Frecuencia de recolección	2 veces x semana	AGUAS DE PORE S.A. E.S.P
Frecuencia de recolección de rutas selectivas	No se cuenta con rutas selectivas	AGUAS DE PORE S.A. E.S.P
Censo de puntos críticos en área urbana.	No se ha realizado censo	AGUAS DE PORE S.A. E.S.P
Existencia de estaciones de transferencia	No cuenta con estaciones de transferencia	AGUAS DE PORE S.A. E.S.P
Distancia del centroide a la estación de transferencia.	53 km	AGUAS DE PORE S.A. E.S.P

Fuente. Autor, 2022.

Pore, ahora cuenta con una cobertura del 100% para los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3, en torno a la recolección de residuos sólidos urbanos, es función específica de la Empresa

Prestadora de Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, AGUAS DE PORE S.A. S.

Los residuos sólidos municipales se recolectan en las aceras de las viviendas o establecimientos comerciales e institucionales. Cuando las vías de acceso a las áreas no permiten vehículos recolectores, los usuarios los recogen en los callejones más cercanos, es decir, puntos estratégicos donde se pueden depositar los residuos con anticipación al momento de la recolección. Se realiza recolección bisemanal en la totalidad del área urbana, prestando el servicio a un total de 2.161 usuarios.

7.1.3. Almacenamiento y presentación de los residuos sólidos por los usuarios.

Se detecta la no conformidad porque algunos usuarios no manejan adecuadamente los residuos (las canecas sin tapa, bolsas sin cerrar), disposición en aceras antes del tiempo asignado; Además, la separación de los residuos aprovechables a nivel residencial, comercial e institucional no se realiza en la fuente, a pesar de los esfuerzos conjuntos de Aguas de Pore de mejorar la cultura y concientización ambiental a través de campañas de sensibilización.

El efecto que provoca esta actividad es diverso, y las razones también son numerosas, como se puede ver claramente en la falta de comprensión de algunos usuarios sobre la frecuencia de recogida, y los malos hábitos de la sociedad.

7.1.4. Macro rutas y Micro rutas de Recolección.

Las rutas de recolección de residuos se realizan los 2 días de la semana martes y viernes por todo el casco urbano del municipio de Pore.

Los horarios de las rutas de recolección son con una frecuencia de 2 veces por semana y cumpliendo a cabalidad con la ruta, las cuales han sido divulgadas a toda la comunidad.

7.1.5. Vehículos de Recolección y Transporte.

La empresa del servicio público de aseo, cuenta con un carro recolector para el cumplimiento de las rutas urbanas y rurales del municipio con las siguientes características:

Tabla 9. *Especificaciones técnicas del vehículo compactador.*

PLACA	MARCA	CAPACIDAD	No EJES	MODEL O	TIPO VEHICULO	AÑO DE USO
OSE 662	RAMONERRE	3 YD ³ 2.3 M ³	2 EJES	R1 – SLOPE	Recolector Compactador de Basura	2006

Fuente: Aguas de Pore S.A. E.S.P.

7.1.6. *Aprovechamiento*

El aprovechamiento es la recuperación eficiente de diferentes materiales presentes en los desechos, la cual puede realizarse mediante la reutilización, el reciclaje y la transformación entre otros. Para cumplir con el objetivo propuesto, la alternativa de manejo comprende la evaluación financiera del aprovechamiento acompañado del impulso de proyectos de valoración de residuos. En la siguiente tabla se realiza el análisis de los parámetros relacionados con el aprovechamiento de los residuos. Ver **Tabla 10**.

Tabla 10. *Análisis del estado actual del aprovechamiento de residuos en el municipio de Pore*

ITEM	PARAMETRO	UND	FUENTE	RESULTADO
Aprovechamiento	Cantidad de bodegas, centros de acopio y estaciones de clasificación y aprovechamiento, en la categoría de pequeño (Área menor a 150 metros ²).	Número	Información General de Aguas de Pore S.A E.S.P	En el Municipio no se cuenta con Bodegas y/o Centros de Acopio
	Cantidad de bodegas, centros de acopio y estaciones de clasificación y aprovechamiento, en la categoría de mediano (Área entre 150 y 999 metros ²).	Número		

	Cantidad de bodegas, centros de acopio y estaciones de clasificación y aprovechamiento, en la categoría de grande (Área igual o mayor a 1.000 metros ²).	Número			
	Cantidad total de recicladores de oficio.	Número			4
	Cantidad de recicladores de oficio que pertenecen a algún tipo de organización, asociación o agremiación.	Número			En el Municipio no se cuenta con recicladores de esta categoría
	Cantidad de recicladores de oficio que pertenecen a alguna de las figuras jurídicas previstas en el artículo 15 de la Ley 142 de 1994 para prestar el servicio público de aseo.	Número			

Fuente. Autor, 2022.

De acuerdo a lo anterior, el municipio a corto plazo debe realizar la evaluación sobre sus sistemas de aprovechamiento, paralelamente a este proceso se debe impulsar la valoración de residuos, entendiendo que dentro del aprovechamiento se encuentra el reciclaje y la reutilización. Por su parte a la comunidad le corresponde que, desde el inicio, desde la separación, contribuya con la clasificación de orgánico e inorgánicos a efectos de garantizar que la cadena de reciclaje, pueda cada vez más otorgar mayor valor agregado al material recuperado.

El procedimiento básico es el de clasificar los residuos de acuerdo a sus características, y reutilizar los que ofrezcan las propiedades y condiciones, para tal efecto. La alternativa anteriormente expuesta no es evaluada pues se considera que no requiere análisis técnico, ambiental y económico tal y como lo plantea la metodología, es una alternativa no excluyente.

Actualmente en el Municipio de Pore no se realiza ninguna actividad contemplada en el componente Aprovechamiento en la resolución 0754 de 2014.

7.1.7. Disposición final

En el Municipio de Yopal, el relleno Sanitario El Cascajar está como sitio de disposición final, este vertedero cumple con las condiciones técnicas, ambientales y operativas de un sitio de disposición final de residuos sólidos

7.1.8. Programas relacionados con la implementación de rutas selectiva

Adicionalmente se realizó la revisión de los programas contemplados en el PGIRS, resaltando los siguientes.

Tabla 11. *Mejoramiento y optimización de los procesos de recolección y transporte de los residuos mediante el diseño de microrutas de recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables en el casco urbano del municipio de Pore*

PROYECTO				
Mejoramiento y optimización de los procesos de recolección y transporte de los residuos sólidos, mediante el diseño de micro rutas de recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables en el casco urbano del municipio de Pore.				
OBJETIVO				
Garantizar calidad y continuidad del servicio de recolección y transporte mediante el cumplimiento de las rutas de recolección selectiva establecidas.				
ACTIVIDAD				
Realizar micro rutas selectivas que garanticen la optimización del proceso de recolección.				
INDICADORES				
CANTIDAD	CALIDAD	TIEMPO	LUGAR	GRUPO SOCIAL
Dos (2) rutas selectivas	Según lo establecido en la Resolución 2981/2013 en los artículos 31 y 81	Corto plazo	Municipio de Pore	Usuarios del servicio zona urbana del municipio de Pore
META FINAL				
Optimización del tiempo y recursos empleados para el cumplimiento de las rutas selectivas				
FUENTE DE INFORMACION				
Plano diseño micro rutas				
METODO DE RECOLECCION				
Análisis indicadores de cumplimiento de la micro ruta				
FRECUENCIA				
Anual				
RESPONSABLE				
Alcaldía Municipal y Empresa de Servicios Públicos				

ACTIVIDAD				
Compra de un vehículo recolector de residuos sólidos				
INDICADORES				
CANTIDAD	CALIDAD	TIEMPO	LUGAR	GRUPO SOCIAL
Un vehículo recolector	Cumplir con las características de acuerdo a lo establecido en la resolución 2981/2013 en su artículo 38	Corto plazo	Municipio de Pore	Usuarios del servicio zona urbana del municipio de Pore
META FINAL				
Vehículo que cumpla con las condiciones establecidas para la recolección				
FUENTE DE INFORMACION				
Orden de compra, documentos del vehículo e ingreso a inventarios de la Empresa				
METODO DE RECOLECCION				
Revisión de documentos del vehículo y de las actividades de mantenimiento y reparación				
FRECUENCIA				
Única				
RESPONSABLE				
Alcaldía Municipal de Pore				

Tabla 12. *Disminución de la cantidad de residuos sólidos producidos por la comunidad urbana y dispuestos en el relleno sanitario, mediante la implementación de procesos de reúso y separación en la fuente.*

PROGRAMA				
Disminución de la cantidad de residuos sólidos producidos por la comunidad urbana y dispuestos en el relleno sanitario, mediante la implementación de procesos de reúso y separación en la fuente				
OBJETIVO				
Disminuir la cantidad de residuos sólidos producidos por la comunidad empleando menos materiales y reutilizando los que sirvan				
ACTIVIDAD				
Identificación del potencial del material disponible a reutilizar				
INDICADORES				
CANTIDAD	CALIDAD	TIEMPO	LUGAR	GRUPO SOCIAL
100% del material disponible	parámetros establecidos en el Decreto 2981 de 2013	Corto, Mediano y Largo Plazo	Área urbana del Municipio de Pore	Población del municipio de Pore – Área urbana
META FINAL				
Realizar anualmente la identificación del potencial de residuos a reutilizar				
FUENTE DE INFORMACION				
Documentos, planillas e informes de la Empresa de servicios públicos				
METODO DE RECOLECCION				
Medición indicadores de recolección y reutilización				
FRECUENCIA				
Anual				
RESPONSABLE				
Empresa de servicios públicos de Pore				

ACTIVIDAD				
Realizar talleres de capacitación en transformación de materiales reciclables				
INDICADORES				
CANTIDAD	CALIDAD	TIEMPO	LUGAR	GRUPO SOCIAL
100% de los barrios del municipio	parámetros establecidos en el Decreto 2981 de 2013	Corto, Mediano y Largo Plazo	Área urbana del Municipio de Pore	Población del municipio de Pore – Área urbana
META FINAL				
80% de los jefes de hogar de los barrios del municipio, capacitados				
FUENTE DE INFORMACION				
Cronograma de capacitación				
METODO DE RECOLECCION				
Planillas registro de asistencia y evaluación de la capacitación				
FRECUENCIA				
Anual				
RESPONSABLE				
Empresa de servicios públicos de Pore y referente ambiental del Municipio				

ACTIVIDAD				
Realizar campañas de divulgación y socialización de la transformación de residuos aprovechables y reutilizables				
INDICADORES				
CANTIDAD	CALIDAD	TIEMPO	LUGAR	GRUPO SOCIAL
100% de las viviendas del municipio	Información parámetros establecidos en el Decreto 2981 de 2013	Corto, Mediano y Largo Plazo	Área urbana y rural del Municipio de Pore	Población del municipio de Pore
META FINAL				
100% de las viviendas del Municipio				
FUENTE DE INFORMACION				
Documentos soporte de la divulgación y la socialización				
METODO DE RECOLECCION				
Certificación medios de divulgación y socialización				
FRECUENCIA				
Anual				
RESPONSABLE				
Empresa de servicios públicos de Pore y Administración Municipal.				

ACTIVIDAD				
Brindar acompañamiento de la organización de recicladores en el proceso de la ruta selectiva y el proceso de reciclaje, capacitación y recolección				
INDICADORES				
CANTIDAD	CALIDAD	TIEMPO	LUGAR	GRUPO SOCIAL
100% de las viviendas del municipio, área urbana	Información parámetros establecidos en el Decreto 2981 de 2013	Corto, Mediano y Largo Plazo	Área urbana del Municipio de Pore	Población del municipio de Pore
META FINAL				
100% de los recicladores organizados				
FUENTE DE INFORMACION				
Documentos planillas de control				
METODO DE RECOLECCION				
Acta de reunión, planillas registro de asistencia y evaluación de la capacitación				
FRECUENCIA				
Anual				
RESPONSABLE				
Empresa de servicios públicos de Pore y Administración Municipal.				

ACTIVIDAD				
Informar a toda la comunidad del Municipio a través de los medios radiales, sobre la separación en la fuente, rutas selectivas y aprovechamiento de residuos				
INDICADORES				
CANTIDAD	CALIDAD	TIEMPO	LUGAR	GRUPO SOCIAL
100% de las viviendas del municipio, área urbana	Información parámetros establecidos en el Decreto 2981 de 2013	Corto, Mediano y Largo Plazo	Área urbana del Municipio de Pore	Población del municipio de Pore
META FINAL				
Una campaña anual de información				
FUENTE DE INFORMACION				
Documentos de información emitida				
METODO DE RECOLECCION				
Certificación de medios radiales				
FRECUENCIA				
Anual				
RESPONSABLE				
Empresa de servicios públicos de Pore y Administración Municipal.				

7.2. Producción, transporte y disposición final de los residuos

La cantidad de residuos sólidos en el municipio de Pore, se genera debido a los procesos de producción en el sector agrícola, industrial, comercial, institucional u oficial, domiciliario y a los hábitos de consumo de la comunidad.

En la **Tabla 13** se muestran las toneladas recolectadas en la zona urbana municipal y dispuestas en el relleno sanitario El Cascajar distribuidos por meses para los años 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 y lo que ha transcurrido del 2022.

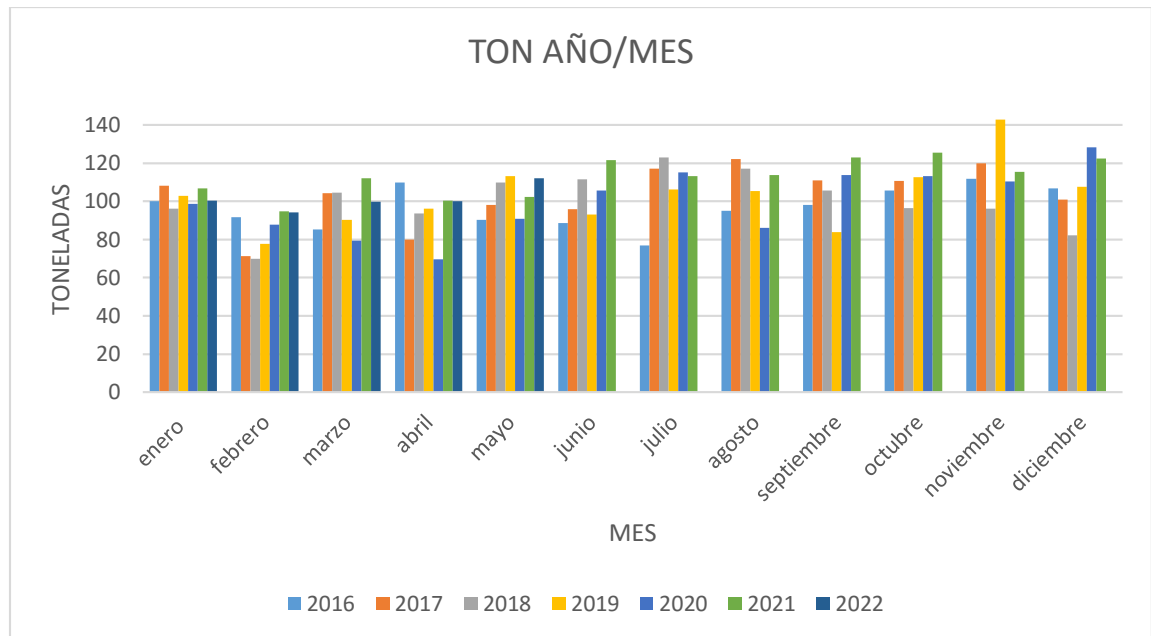
Tabla 13. Toneladas dispuestas en el relleno sanitario El Cascajar

Año/Mes	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total	%
2016	100.11	91.8	85.14	109.88	90.36	88.69	76.95	94.92	98.12	105.68	111.77	106.75	1160.2	15%
2017	108.14	71.21	104.33	80.01	98.16	95.92	117.18	122.21	111.07	110.6	120.01	100.96	1239.8	16%
2018	96.2	69.89	104.58	93.68	109.75	111.44	122.97	117.21	105.65	96.4	96.17	82.14	1206.1	15%
2019	102.88	77.69	90.16	96.18	113.14	93	106.27	105.32	83.75	112.75	142.9	107.65	1231.7	16%
2020	98.8	87.85	79.36	69.72	90.87	105.53	115.2	86.09	113.72	113.06	110.44	128.4	1199.0	15%
2021	106.85	94.63	112.11	100.44	102.22	121.62	113.12	113.71	123.1	125.55	115.55	122.41	1351.3	17%
2022	100.27	94.15	99.65	100.11	112.05	0	0	0	0	0	0	0	506.2	6%
TOTAL													7894.3	100%

Fuente. Autor, 2022.

El comportamiento de la producción de residuos muestra una variación año a año, así mismo dentro de un año se presentan diferencias de producción de residuos en los diferentes meses. El incremento año a año, puede ser producto de una disminución de conciencia ambiental y aumento en el consumismo de la comunidad Poreña. Ver **Ilustración 6**.

Ilustración 6. Toneladas dispuestas en el relleno sanitario El Cascajar 2016-2022



Fuente. Autor, 2022.

7.2.1. Producción per cápita de residuos sólidos

Se calcula la PPC con respecto a la producción, en este caso usaremos la cantidad de residuos sólidos que genera el municipio con respecto al número de habitantes y la frecuencia de recolección; a continuación, se presenta la siguiente ecuación:

$$PPC: \frac{\text{Cantidad de residuos dispuestos}}{\text{habitantes} * \text{frecuenci}} = \frac{kg}{hab * día}$$

En la **Tabla 14**, se presentados se muestran los datos utilizados para el cálculo de la producción percápita. Así mismo se evidencia que diariamente se producen 3,7 Toneladas de residuos en la zona Urbana. La producción per cápita del municipio es de 0,51 kg/hab*día, es decir, que cada habitante produce en un día esta cantidad de residuos sólidos, los cuales son dispuestos en el Relleno Sanitario El Cascajar sitio de disposición final para su posterior

tratamiento. El cálculo fue hecho de acuerdo a un promedio de toneladas dispuestas entre Enero- Diciembre de 2021, como se refleja a continuación

Tabla 14. *Datos Producción Percápita*

MES 2021	TOTAL TONELADAS
Enero	106.85
Febrero	94.63
Marzo	112.11
Abril	100.44
Mayo	102.22
Junio	121.62
Julio	113.12
Agosto	113.71
Septiembre	123.1
Octubre	125.55
Noviembre	115.55
Diciembre	122.41
TOTAL TONELADAS:	1,351.3
TOTAL KILOGRAMOS	1.351.300
Tonelada Día:	1.351.300 /365 días
Total Toneladas/Nº. Días	= 3.70 Ton/día
Kilogramos Habitante Día:	1.351.300/(7218*365)
Total Ton / (Hab casco urbano*Nº. días)	= 0.51 kg/hab/día

Fuente. Autor, 2022.

7.2.2. Caracterización de residuos sólidos

La metodología empleada para la caracterización física de residuos sólidos domiciliarios ha sido recomendada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, CEPIS, que implementa un procedimiento estadístico para llevar a cabo la caracterización de residuos utilizando el cuarteo para la construcción de la muestra.

Durante la caracterización de residuos se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Recolección de bolsas con residuos sólidos en los diferentes sectores del municipio identificando cada uno de los estratos.
- Separación de residuos sólidos de acuerdo a la clasificación física.

- Pesaje de cada una de las clases de residuos sólidos.
- sumatoria de las masas obtenidas en cada tipo de residuos.
- Establecer que la fracción de residuos no cuantificada sea menor al 5%.

Para tener una realidad sobre el comportamiento de la producción o generación de los residuos sólidos no peligrosos en el área urbana de Pore, se realizó su caracterización física mediante un sistema de cuarteo. Se tomó una muestra aleatoria de varios usuarios cumpliendo con el tamaño de la muestra determinado de acuerdo a la cantidad de domicilios existentes.

A partir de los resultados obtenidos de la composición de los residuos sólidos, es posible estimar la producción de residuos (para cada tipo) y los datos de la cantidad de residuos sólidos a disponer en el relleno sanitario.

El diseño se realizó en base a información relacionada con la cantidad de usuarios , densidad poblacional, uso de cartografía, estratificación urbana, rutas de recolección establecidas por la empresa, frecuencia de recolección, distancia a centro de acopio y distribución espacial del sector comercial en el área urbana.

Diseño muestra

La fórmula utilizada para la determinación del número de usuarios de la muestra es la siguiente:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Siendo,

z =Percentil de la distribución normal que corresponda a la confiabilidad deseada

N =Tamaño de la población

ε =Error relativo de la estimación

p=Probabilidad que ocurra el evento estudiado

q=Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Aplicando la ecuación anterior, con los datos que se encuentran a continuación, el tamaño de la muestra es de 240.60, usando como tamaño de la población la cantidad de usuarios registrados en AGUAS DE PORE, debido a que la recolección de residuos se realiza dependiendo del número de domicilios con el fin de garantizar un 100% de cobertura.

Tabla 15. *Parámetros utilizados en la ecuación*

Parametro	Valor
N	2,161
Z	1.645
P	50.00%
Q	50.00%
E	5.00%

Fuente. Autor, 2022.

La cantidad de viviendas por estrato se evidencian en la **Tabla 15** y el número de muestras por estrato en la **Tabla 16**

Tabla 16. *Número de viviendas por estrato socioeconómico*

ESTRATO	Nº VIVIENDAS
1	1291
2	934
3	135
TOTAL	2161

Fuente. Autor, 2022.

Para los 2161 usuarios registrados en la base de datos de Aguas de Pore se estimó una muestra Total de 242 muestras dividas por estratos de acuerdo a la ecuación, la tabla resumen se muestra a continuación. Ver **Tabla 17**.

Tabla 17. *Número de muestras por estrato*

ESTRATO	MUESTRAS
1	135
2	48
3	59
TOTAL	242

Fuente. Autor, 2022.

El municipio de Pore generas 0,51 Kg de residuos por una persona al día.

Para determinar el tamaño de la muestra, se debe considerar un nivel de confianza, un error de estimación y un valor de variación.

El tamaño de la muestra está en función de:

- El error permisible (E) en la estimación, que por general debe ser entre 1% y 15% del valor de la media poblacional que va a estimar. En este caso se considera un error de estimación equivalente al 10% del promedio estimado.
- Se trabajará con un nivel de confianza $(1-\alpha)$ del 95%, lo cual genera un coeficiente de confianza $(Z_{1-\alpha/2})$ de 1,96.

Como resultado de las consideraciones, se obtuvo un tamaño mínimo de muestra de 242 usuarios.

La caracterización de los residuos sólidos producidos, permite conocer qué porcentajes de las materias actualmente enviadas a disposición final son aprovechables y cuáles no, también las características de las mismas, sean orgánicos, vidrio, papel, plásticos u otros, para que de esta manera se logre la implementación de las rutas selectivas de residuos inorgánicos aprovechables en la zona urbana del municipio, permitiendo el aprovechamiento y una adecuada disposición.

Para el municipio de Pore se realizaron 6 cuarteos para determinar el promedio de generación de residuos en el municipio. En las siguientes imágenes se presentan las evidencias del proceso realizado. Ver **ANEXO A**. Caracterización de residuos sólidos, Pore.

En la **Tabla 18** se registra la caracterización de residuos sólidos, que se realizaron en los seis cuarteos anteriormente mencionados:

Tabla 18. *Caracterización de los residuos sólidos*

Zona Urbana		Febrero		Marzo		Abril		Total	
N°	Categoría	Cantidad (kg)	Composición (%)	Cantidad (kg)	Composición (%)	Cantidad (kg)	Composición (%)	Cantidad (kg)	Composición (%)
1	Material Orgánico	28,33	48,01	125,15	65,86	42,0	60,0	195,48	61,28
2	Papel	13,39	22,69	7,85	4,13	5,1	7,28	26,34	8,26
3	Vidrio	0,15	0,25	0,6	0,32	0,1	0,14	0,85	0,27
4	Productos metálicos	6,48	10,98	0,4	0,21	1,2	1,71	8,18	2,56
5	Plástico	4,14	7,02	40,9	21,53	6,0	8,57	51,04	16
6	Desechos	2,71	4,59	3,90	2,05	4,1	5,86	10,71	3,36

	sanitarios								
7	Textiles	1,0	1,69	560	2,95	4,5	6,43	11,1	3,48
8	Cartón	2,30	3,90	4,1	2,16	4,0	5,72	10,4	3,26
9	Otros	0,5	0,85	1,5	0,79	2,9	4,14	4,9	1,54
	TOTAL	59,00	100	190	100	70	100	319	100

Fuente. Autor, 2022.

En los datos se determina la variabilidad de datos entre cada categoría de materiales y con respecto a la afluencia de producción, en la **Ilustración 7**, se observa la variabilidad de la generación de residuos con respecto a los días de cuarteos:

Ilustración 7. *Porcentaje de residuos*



Fuente. Autor, 2022.

7.3. Georreferenciación de las Rutas de recolección.

Inicialmente se participó en la mesa local de “Aguas de Pore” para difundir la iniciativa de propuesta para el Diseño e Implementación de Rutas Selectivas y obtener la aceptación para el desarrollo del presente trabajo.

Posteriormente se realizó, el levantamiento de información que se obtuvo desde el diagnóstico llevado a cabo en trabajo de campo, realizando el recorrido a todas las rutas de recolección de residuos implementadas por “Aguas de Pore”, la cual hace la recolección con un carro compactador. Se obtuvo un reconocimiento y análisis de las rutas que se siguen para la recolección de residuos.

Con la información obtenida en campo se realizó georreferenciación y digitalización de las rutas y fuentes generadoras de residuos aprovechables y estudio de resultados.

Georreferenciación y digitalización de rutas y fuentes

Para hacer la georreferenciación se hizo apoyo a los recorridos de los operarios que recolectan los residuos a disponer en el relleno sanitario El cascajar; haciendo uso del mapa en físico del municipio, y un GPS.

Para la identificación de las fuentes generadoras se usó el mapa de uso de suelo que establece la clasificación de la siguiente manera

1. Comercial
2. Dotacional
3. Residencial
4. Industrial artesanal
5. Recreacional
6. Sin asignación de uso

Una vez finalizado el trabajo de campo se procedió a la digitalización de la información recolectada, por medio de la utilización de herramientas de SIG, para eso se empleó el programa ArcGIS; otro programa empleado ha sido Magna Sirgas Pro 3 para la transformación de un Datum Geodésico Geocéntrico (elipsoidales) a un Datum Geodésico Local (planas cartesianas).

En la **ilustración 8**, se observa el mapa sobre el cual se trabajó para la identificación y actualización del uso de suelo en la zona urbana comercial del municipio de Pore

Ilustración 8. *Mapa de usos de suelo Pore*



Fuente. Autor, 2022.

7.3.1. Rutas

Actualmente el municipio de Pore no cuenta con rutas de recolección selectiva para residuos inorgánicos aprovechables. Por lo tanto, se realizó inicialmente el reconocimiento de la

ruta de recolección realizada por el compactador, haciendo una adaptación de esta ruta se propone plantear las rutas selectivas para la recolección en la zona comercial del casco urbano de Pore.

Para la digitalización de las rutas se utilizaron como soporte las grabaciones de My tracks las cuales tienen la posibilidad de visualizar en Google Earth y el mapa de la zona urbana en físico donde se iba trazando los recorridos.

Ilustración 9. *Ruta de recolección del carro compactador*



Fuente. Autor, 2022.

Luego de realizar el diagnostico mediante el trabajo de campo realizando el recorrido a cada una de las rutas de recolección de residuos sólidos del municipio de Pore se obtuvo como resultado que la ruta presenta debilidades como:

- El carro compactador, pasa dos (2) o más veces por un mismo punto.
- Poca participación ciudadana.

7.4. Diseño y Aplicación de Encuestas

Teniendo presente la magnitud de la muestra calculado por medio de la fórmula implementada previamente, se procede a hacer visitas aleatorias por el área urbana del municipio con el objeto de detectar cambiantes socioeconómicos, hábitos de consumo y generación de residuos, las prácticas diarias mediante las cuales los pobladores desechan los residuos y conocer si practican ocupaciones de separación en la fuente y/o reciclaje.

Las encuestas aplicadas buscaban obtener información a partir de los siguientes enfoques:

- **Separación en la fuente:** Se busca conocer el desempeño de los residuos al interior de los domicilios que se practican en la actualidad.
- **Residuos reciclables:** Establecer las fortalezas o desventajas que la población tiene frente al asunto de identificación de residuos y su debida disposición.
- **Motivación:** Decidir el interés de los pobladores para ayudar el plan.
- Entendimiento de las secuelas de la generación de residuos.

Para la preparación de la encuesta se tomó como base el formato de verificación en campo de recicladores de oficio de la UAESP. La encuesta aplicada se conforma de 3 secciones primordiales

Identificación: en esta parte se incluye datos particulares como nombre, tipo y número de identidad, dirección de residencia, celular, edad, correo, sexo y sitio de origen.

Caracterización social: incluye cuestiones como tipo de casa, conformación del núcleo familiar y estrato socioeconómico.

Caracterización de la actividad de reciclaje: incluye cuestiones como proporción de residuos generados, tipo de residuos, entendimiento de la categorización de residuos, separación en la fuente e interés por dividir y beneficiar la implementación piloto de reciclaje en el municipio.

7.4.1. *Aanálisis de encuestas*

Esta sección comprendió tres tipos de análisis, el primero de ellos es el univariado, que consiste en la presentación de las variables y sus frecuencias en valores absolutos y porcentajes, lo cual puede realizarse mediante gráficos o tablas.

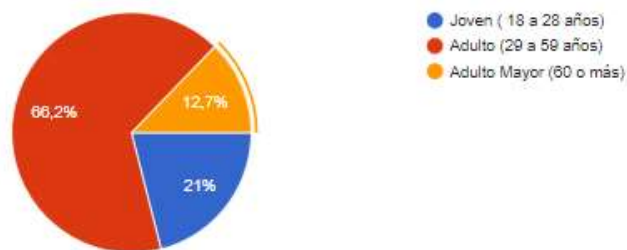
La encuesta realizada se aplicó a 242 usuarios de Aguas de Pore a través de un formulario de Google Forms (https://docs.google.com/forms/d/1flC4FyhTG-bmuEP58n04j8WrjR2viomcQOeJPoe_k_A/edit), cumpliendo con la Política de Cero papel establecida en la empresa., cumpliendo con el valor de la muestra calculado anteriormente. La información recolectada que a continuación se analiza es aquella relacionada con las preguntas que tienen mayor incidencia tanto en la prestación del servicio de recolección

1. Grupo etareo al que pertenece

Respecto a la edad, se realizó la categorización de acuerdo al DANE, excluyendo a la población infantil en la muestra encuestada. Gran parte de la muestra encuestada se encuentra

en edades desde los 29 a los 59 años de edad, correspondiendo al 66,2% (160 personas), en menor cantidad se encuentran los jóvenes (18-28 años) correspondiente al 21% (51 personas) y finalmente los adultos mayores, que para el caso de estudio se encuestaron 12,7% (31 Adultos Mayores)

Ilustración 10. Grupo etareo al que pertenecen los encuestados

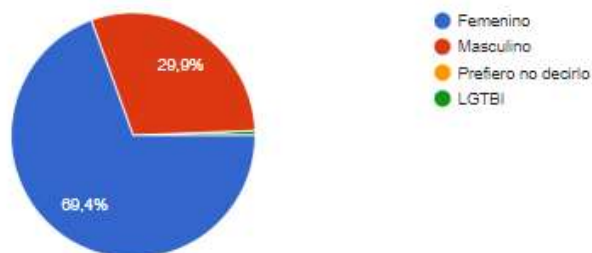


Fuente. Autor, 2022.

2. Género con el que se identifica

En la **Ilustración 11**, se evidencia que de la población encuestada el 69,4% (168) son mujeres y el 29,9 % son hombres (74), lo anterior se debe a que las encuestas fueron realizadas casa a casa, y en la mayoría de los hogares quien se encontraba en el horario de realización de la encuesta son mujeres.

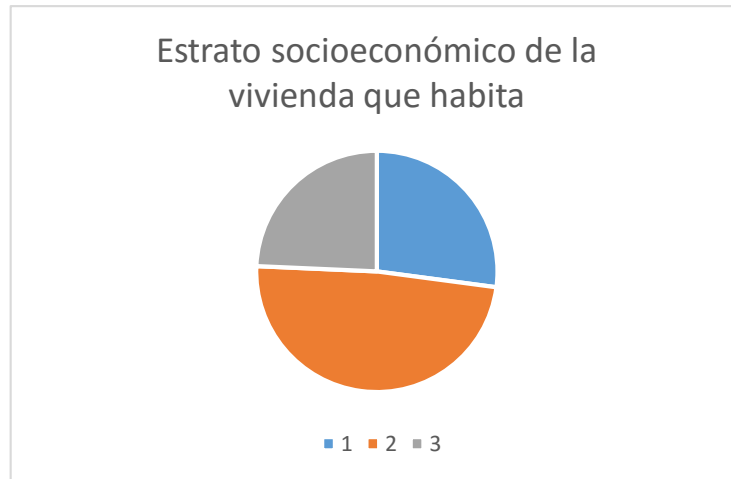
Ilustración 11. Género con el que se identifica



Fuente. Autor, 2022.

3. Estrato socioeconómico de la vivienda que habita

Ilustración 12. *Estrato socioeconómico de la vivienda en que habita*



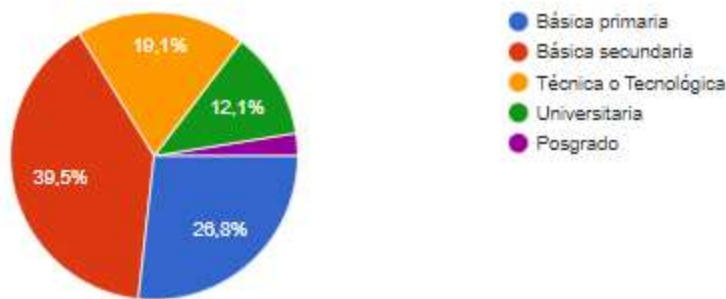
Fuente: Autor, 2022

De acuerdo a la **Ilustración 12**, el estrato en el que se encuentran la mayoría de las viviendas en las que habita la población encuestada es el estrato 2 con un 48% (116), seguido del estrato 1 con un 27 % correspondiente a 65 personas y el estrato 3 con un 25% correspondiente a 61 personas.

4. Grado de escolaridad alcanzado

En la **Ilustración 13**, se evidencia que el grado de escolaridad de la población es heterogéneo, encontrando un 39,5% de la población con un grado de escolaridad de Básica secundaria (96 encuestados), 65 encuestados que cuentan con básica primaria (26,8%), para el nivel de técnica o tecnología solo 46 personas tienen este nivel de escolaridad (19,1%), por su parte el nivel universitario es reportado por 29 personas y en menor cantidad el nivel de posgrado (6 personas).

Ilustración 13. *Grado de escolaridad alcanzado*

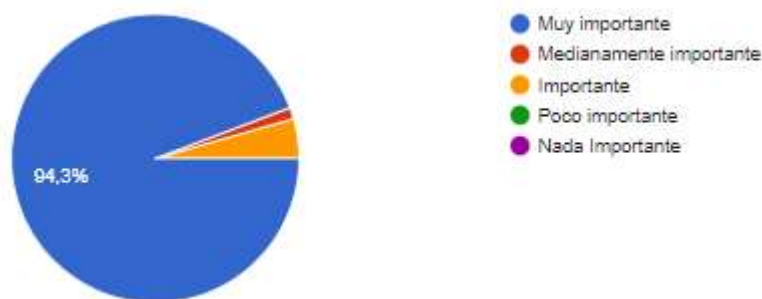


Fuente: Autor, 2022

5. Importancia del medio ambiente

La gráfica analizada posteriormente corresponde a ¿Qué tan importante considera el medio ambiente?, pregunta a la cual mayoritariamente un 94,3% (228 personas) considera que el ambiente es muy importante, un 1,2% lo considera medianamente importante y 10 personas lo consideran importante (4,5%). Ver **Ilustración 14**.

Ilustración 14. *¿Qué tan importante considera el medio ambiente?*

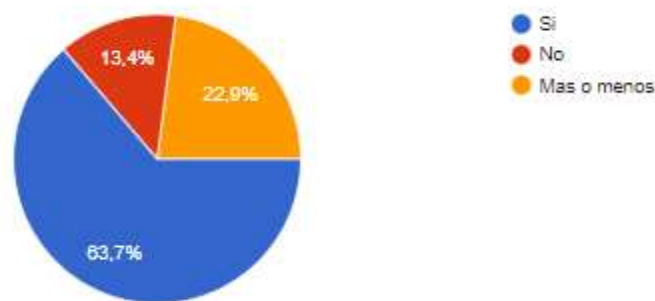


Fuente: Autor, 2022

6. Conocimientos sobre el reciclaje

En la **Ilustración 15**, se evidencia el grado de conocimiento respecto al reciclaje que dicen tener los encuestados en el cual la mayoría expresa que tiene conocimiento acerca del reciclaje, clasificación de los residuos y separación en la fuente correspondiente a un 63,7% (154 encuestados), el 22,9% correspondiente a 55 personas manifiestan que tienen medianos conocimientos acerca del reciclaje, pero no conocen con claridad la manera de separar, residuos que son reciclables y la clasificación; el 13,4 % restante (33 personas) dice no conocer acerca del tema.

Ilustración 15. *¿Tiene conocimiento acerca del reciclaje?*

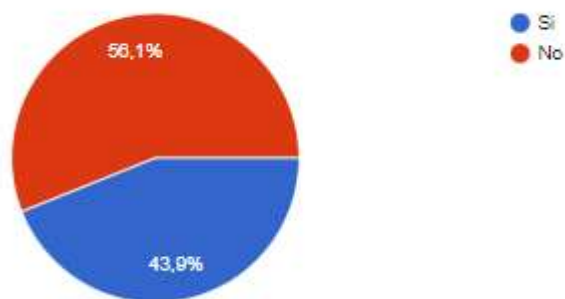


Fuente: Autor, 2022

7. Resolución 2184 del Ministerio de Ambiente

En cuanto a la indagación realizada correspondiente a la Resolución 2184 del 2020, más del 50% de la población encuestada dice tener desconocimiento de contenido de esta norma y su aplicación (56,1%, 166 personas), caso contrario al 43,9% correspondiente a 106 encuestados que manifiestan tener conocimiento de la norma. Ver **Ilustración 16**.

Ilustración 16. *¿Conoce la resolución 2184 del Ministerio de Ambiente, expedida el 26 de diciembre de 2020. Del nuevo código de colores para la separación de residuos sólidos?*

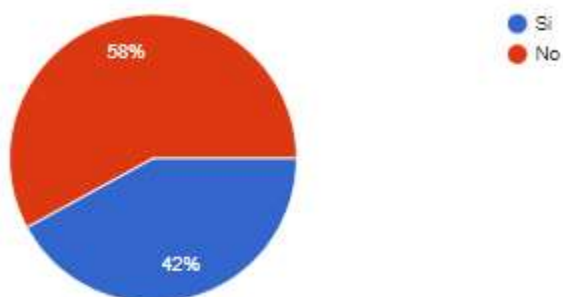


Fuente: Autor, 2022

8. Separación de residuos

De acuerdo a la **Ilustración 17**, menos del 50% realizan separación en la fuente de los residuos (42% correspondiente a 102 usuarios), el 58% que para el caso de estudio corresponde a 140 encuestados, manifiestan no realizar esta práctica debido a la inexistencia de plantas de reciclaje y asociaciones de reciclaje que recolecten por lo que hacen la entrega de la totalidad de los residuos generados sin separar.

Ilustración 17. *¿Actualmente hace separación de los residuos sólidos generados en su vivienda/local comercial?*



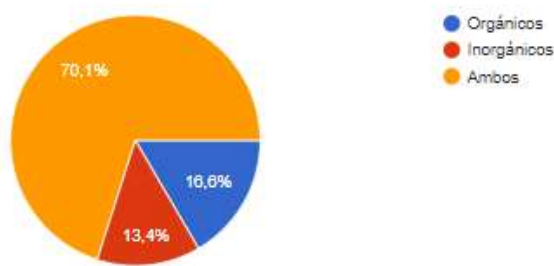
Fuente: Autor, 2022

9. Residuos Aprovechables generados

El 70,1 % de la población encuestada (170 usuarios) manifiesta generar tanto residuos orgánicos como inorgánicos, por su parte 40 usuarios (16,6%) manifiestan que disponen solo residuos orgánicos para ser recolectados por el compactador y llevados al relleno sanitario; el 13,4% restante, 32 personas manifiestan que dan uso a sus residuos orgánicos y solo disponen residuos inorgánicos para su recolección. Ver

Ilustración 18.

Ilustración 18. *¿Qué tipo de residuos aprovechables genera usted en su vivienda?*

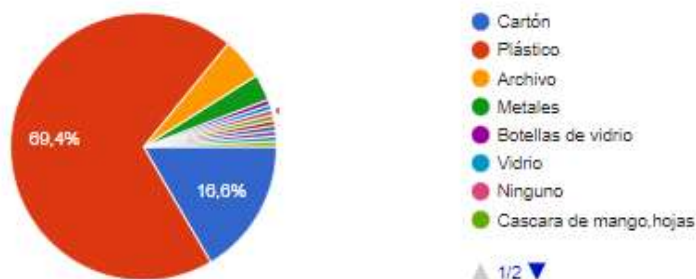


Fuente: Autor, 2022

10. Residuos inorgánicos aprovechables generados

En la **Ilustración 19**, se muestra la cantidad de residuos generados por los usuarios encuestados, de acuerdo a los datos recolectados los residuos producidos de mayor a menor cantidad son Plástico, Cartón, archivo, metales y vidrio.

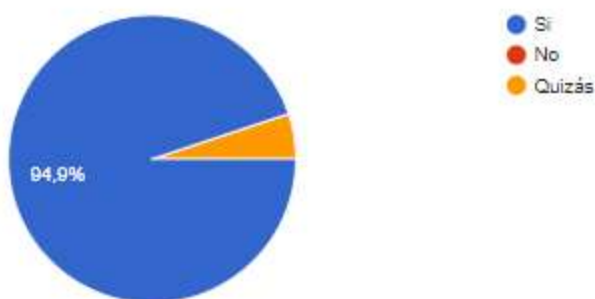
Ilustración 19. *De los siguientes residuos inorgánicos aprovechables. ¿Cuál es el de mayor generación en su vivienda?*



Fuente: Autor, 2022

11. Implementación de rutas de recolección.

Ilustración 20. *¿Estaría de acuerdo en que en el municipio de Pore, se implementarán rutas de recolección de residuos aprovechables (fracción inorgánica)?*



Fuente: Autor, 2022

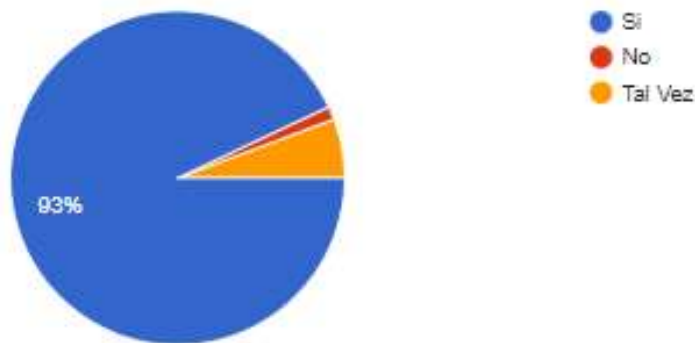
En la **Ilustración 20**, se evidencia que el 100% de la población concuerda con la implementación de rutas selectivas en el municipio, un 94,9% manifiesta estar muy de acuerdo y el 5,1% tiene algunas dudas debido a que o conocen muy bien que son las rutas selectivas.

12. Separación de residuos en la fuente

De los usuarios encuestados en su mayoría, el 93% correspondiente a 230 usuarios están dispuestos a entregar los residuos inorgánicos aprovechables, haciendo separación en la

fuentes. En menor porcentaje el 6,2 % posiblemente entregan los residuos aprovechables y el 0,8%, correspondiente a personas que realizan artesanías con material reciclable no entregarían estos materiales ya que le dan un uso. Ver **Ilustración 21**.

Ilustración 21. Si se implementaran rutas de recolección de residuos aprovechables. ¿Ayudaría usted en la separación de residuos en la fuente?

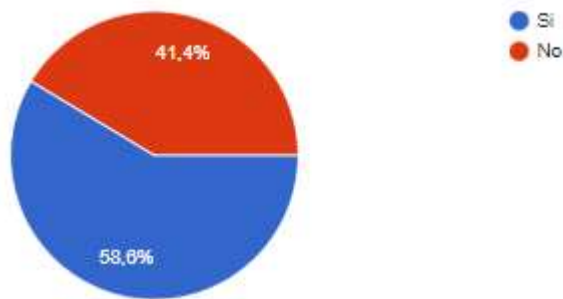


Fuente: Autor, 2022

13. Residuos recolectados por recuperadores

Aunque el 63,7 de los encuestados manifestó tener conocimiento del reciclaje, solo el 58,6% (142 usuarios), conoce acerca de los residuos recolectados por los recuperadores y la forma de entrega de los mismos (Residuos limpios y secos), por el contrario el 41,4% no conoce los residuos aprovechables y la forma de entrega. Ver **Ilustración 22**.

Ilustración 22. *¿Tiene conocimiento de los tipos de residuos que recolectan los recuperadores y la forma en que deben entregarse?*

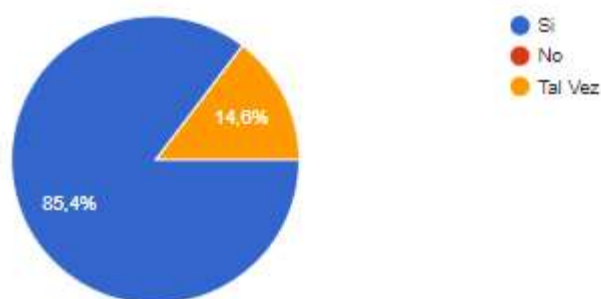


Fuente: Autor, 2022

14. Impacto positivo en el medio ambiente

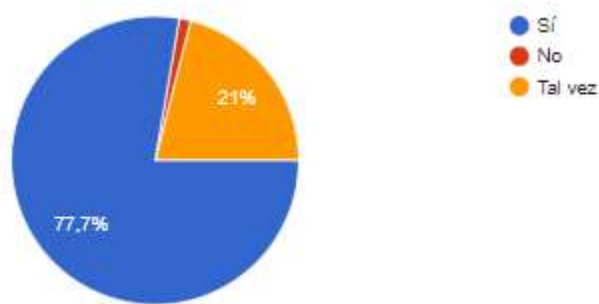
En la **Ilustración 23** e **Ilustración 24**, es claro que la población encuestada considera que la implementación de esta metodología generará impactos positivos al medio ambiente y a los recuperadores, respectivamente.

Ilustración 23. *Cree usted ¿Qué ésta metodología de recolección aportaría positivamente al mejoramiento del medio ambiente?*



Fuente: Autor, 2022

Ilustración 24. *Considera usted ¿Qué ésta metodología de recolección aportaría positivamente al mejoramiento de la situación económica de los recuperadores?*



Fuente: Autor, 2022

En la **Ilustración 25**, se evidencian algunos comentarios de los encuestados

Ilustración 25. *Algunos comentarios*

Me parece bien el mejoramiento de recolección de residuos en el municipio ya que ayuda el ambiente y fomentamos cultura ciudadana
Que se escoja diferentes días de la semana para recoger los 3 típicos de residuos sólidos Para así separar todo de un solo típicos de basura y no se reúna todo
Esto q piensan aser me parece muy buena idea
La mayoría de los reciduos que recicló los vuelvo a utilizar en artesanías etc.
Muy de acuerdo con el método ya hace falta
Que se le informe a la comunidad del horario de recolección
Es una gran propuesta para educar a los ciudadanos y contribuir al planeta
Que ojala se realice

Fuente. Autor, 2022.

Ver **ANEXO B.** Aplicación de encuestas.

7.5. Capacitación a los recuperadores la propuesta del diseño de rutas de recolección de residuos sólidos inorgánicos.

Teniendo en cuenta que por parte de la Empresa de Servicios Públicos “Aguas de Pore”, se dispone de talento humano para la implementación de las rutas selectivas a través de la recolección de residuos inorgánicos aprovechables, se hizo necesario la capacitación del personal en cuanto a

- Caracterización de residuos
- Clasificación de residuos sólidos
- Materiales a recolectar
- Forma adecuada de entrega de los residuos por parte de la comunidad
- Transporte
- Acopio

Ver **ANEXO C.** Campañas de Sensibilización

7.6. Sensibilizar a la comunidad sobre reciclaje y separación en la fuente

Una vez analizados los resultados de las encuestas y determinadas las falencias en conocimientos y saberes a cerca del reciclaje, con el fin de sensibilizar a la población para fortalecer los conocimientos y garantizar la eficiencia de la implementación de las rutas selectivas se realizaron campañas educativas enfocadas en la sensibilización y en brindar conocimientos básicos en separación de la fuente clasificación de residuos, estado de entrega de los residuos a recuperar

Ver **ANEXO C.** Campañas de Sensibilización

La cultura ambiental, sensibilización y conciencia ambiental por parte de la ciudadanía permite que las rutas selectivas de residuos sólidos aprovechables sea un proceso efectivo y tenga aceptación y apoyo por parte de la comunidad, lo cual garantiza la separación en la fuente y entrega de material a los recuperadores. Por lo anterior a través de distintas herramientas se dio a conocer a la población como clasificar y separar en la fuente; disposición de estos y el horario de las rutas propuestas para la recolección de residuos sólidos aprovechables, la cual fue suministrada a cada uno de los hogares que se encuentran en el trazado de las rutas selectivas del municipio de Pore.

7.7. Socialización de la propuesta al personal de Aguas de Pore

En **ANEXO C.** Campañas de Sensibilización se evidencia la información correspondiente a la socialización de la propuesta.

7.8. Diseño de rutas de Recolección de Residuos Sólidos Reciclables

Para el diseño de cada una de las rutas de recolección de residuos sólidos inorgánicos aprovechables se tomaron en cuenta diferentes parámetros como:

- Delimitación de barrios y predios
- Topografía del municipio.
- Distancias entre barrios.
- Usuarios

Para obtener la información necesaria y diseñar las rutas selectivas se utilizaron herramientas informáticas como Global Mapper, ArcGis y Google Earth además de cargar la información recolectada durante el trabajo de campo.

Inicialmente se tomó la distancia recorrida en un día laboral, el número de viviendas y la generación de residuos por cuadrante, dependiendo del uso de suelo residencial, comercial o servicio.

Tabla 19. *Usuarios por calles -Ruta de Recolección Selectivas*

Ubicación	Usuarios
Carrera 15 entre Calle 4 y Calle 11	49
Calle 4 entre Carrera 7 y Carrera 21	140
Carrera 21 entre Calle 3 y Calle 11	36
Carrera 20 entre Calle 4 y Calle 6	13
Calle 11 entre carrera 16 y 21	29

Fuente: Autor, 2022

La **Tabla 19** contiene la cuantificación de usuarios por cada una de las calles y carreras por las que pasará la ruta selectiva en la zona comercial del municipio de Pore, en total se tiene una cobertura de 267 usuarios.

A continuación, en la **Tabla 20** se muestra el resumen de la longitud de cada una de las rutas. La Ruta 1 comprende

- Calle 4 entre carrera 7 y 15
- Carrera 15 entre calles 4 y 11
- Calle 11 entre carrera 16 y 21

La Ruta 2 Comprende

- Calle 4 entre carrera 7 y 21
- Carrera 15 entre calles 3 y 11
- Carrera 20 entre Calle 4 y Calle 6

Tabla 20. *Longitud de rutas*

RUTA	LONGITUD (m)
Ruta 1	2185,58
Ruta 2	2839,89

Fuente: Autor, 2022

La **Tabla 21**, contiene información acerca de la velocidad, distancia y el tiempo que tarda cada uno de los recuperadores que realizan ruta en la zona de estudio. A partir de estos datos se hizo un estimado de distancia versus la velocidad.

Tabla 21. *Velocidad de recolección*

Fuente: 2022	RUTA		Longitud(km)	Tiempo	Velocidad	Autor,
	Ruta 1	2,185	3,1 h	0,70 km/h		
	Ruta 2	2,839	2,9 h	0,97 km/h		

Los cuadrantes se diseñaron teniendo en cuenta las distancias seleccionadas teniendo en cuenta los usuarios de tipo comercial y de servicios, el número de domicilios por cuadrantes, el cálculo de la generación de residuos y la capacidad del vehículo a implementar.

En el diseño de la ruta selectiva no fue necesario diferenciar las zonas planas a las zonas escarpadas ya que la zona urbana se encuentra en una zona plana, con pendientes muy cercanas a 0.

Ilustración 25. *Ruta de Recolección*



Fuente: Autor, 2022

VER ANEXO D. PLANO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN SELECTIVAS

Se propone una frecuencia de recolección de dos días a la semana, lunes y jueves por la Ruta 1 y Ruta 2 mencionada anteriormente, una vez se implemente la ruta selectiva en toda la Zona Urbana por “Aguas de Pore” será necesario un cambio de horario y día de recolección.

La ruta selectiva incluye 57 cuadrantes para la zona comercial del municipio de Pore, con un total de 245,1 Kg/día residuos generados total día, recolectando aproximadamente 4,3 kg por cada cuadrante establecido en la ruta selectiva.

Las rutas se diseñaron para que fueran realizadas por dos recuperadores, donde uno recoge el material y el otro conduce el vehículo y va realizando la separación y clasificación de los residuos.

Vehículo de transporte de residuos

La capacidad máxima del vehículo para zonas bajas es de 1,5 metros cúbicos en un día (m³/día).

Ilustración 26. *Vehículos de transporte de residuos.*



Fuente: Autor, 2022

En la Ilustración 25 se observa el modelo base que consta de una caja con capacidad máxima de 2 m³/día que es tirada por un operario.

7.9. Evaluación de la viabilidad financiera de la estrategia diseñada para proponer la implementación en el municipio de Pore, Casanare

A través de este proyecto se diagnosticó la situación de recolección de residuos aprovechables en la zona urbana de Pore y se diseñaron rutas para mejorar la prestación del servicio, mejorar los ingresos, reducir la cantidad de residuos enviados al sitio de disposición final, Relleno Sanitario El cascajar.

Una vez conocida la situación actual, se procedió al diseño de las rutas para la prestación del servicio, dando cumplimiento al objetivo principal de un servicio de aseo, que se preste a todos los usuarios, con calidad y constancia, para el presente estudio, se debía asegurar la prestación del servicio a la de la Zona urbana comercial del municipio de Pore; una vez diseñada las rutas, se estimaron los beneficios que económicos que la propuesta traería.

Para determinar los ingresos que representa prestar el servicio a toda la zona urbana comercial de Pore, se halló el valor económico de lo que representa en promedio 78.000 pesos diarios, equivalentes a 2.340.000 pesos en el mes; partiendo del supuesto en el que se realice la separación en la fuente de todos los domicilios y restando el 10% de material rechazado.

Para hallar el valor económico total se tomó el valor de generación de residuos de cada cuadrante en Kg/mes, este valor se multiplico por el valor económico promedio de los residuos aprovechables en el mercado. Ver **Tabla 22**

Tabla 22. *Valor de generación de residuos sólidos.*

Generación Total kg/día	Generación Total kg/mes	Generación Total pesos/día	Generación Total Pesos/mes
245,1	7350kg	78.677	2.360.313

Fuente: Autor, 2022

La **Tabla 23** se muestran los precios de los materiales en el mercado, los valores que se encuentran en la Tabla 22 fueron suministrados por RECICLA O PIERDE SAS.

Tabla 23. *Precios RECICLA O PIERDE SAS*



MATERIAL	PRECIO
PET CRISTAL	\$ 1.000
PET VARIADO	\$ 150
SOPLADO	\$ 800
CONTAMINADO	\$ 500
PASTA	\$ 1.000
BOLSA	\$ 600
PVC TECHO	\$ 400
PVC RIGIDO	\$ 600
PVC BLANDO	\$ 600
CARTON	\$ 210
ARCHIVO	\$ 350
CLAUSEN	\$ 4.500
CHATARRA	\$ 500
ALAMBRE	\$ 300
MANGUERA	\$ 400
BOTAS	\$ 600
TAPAS DE PET	\$ 300
POLICARBONATO	\$ 1.000
MAYA	\$ 300
TAPAS DE CERVEZA	\$ 300

Fuente: RECICLA O PIERDE, 2022

Adicionalmente se presenta disminución de residuos llevados al vertedero, lo cual representa disminución en cantidad de residuos dispuestos y en el pago que se debe hacer

por tonelada dispuesta. En la **Tabla 24**, se muestra el total del ahorro mensual por los residuos inorgánicos aprovechables que no van a vertedero y que son reciclados.

Tabla 24. *Ahorro por no disposición en el relleno sanitario*

Generación Total Ton/mes	Valor por Ton Dispuesta	Total Pesos/mes
7,350 Ton	67.000	492.450

Fuente: Autor, 2022

El beneficio económico total obtenido por la implementación de rutas selectivas únicamente en la zona comercial del área urbana del municipio de Pore es de aproximadamente \$2.852.763.

9. CONCLUSIONES

La actual contaminación ambiental en Pore por diversas actividades comerciales, institucionales y residenciales frente al consumo excesivo de materiales y servicios genera diariamente una gran cantidad de residuos sólidos, los cuales son dispuestos en el Relleno Sanitario El Cascajar que podría exceder su vida útil sin cumplir el plazo de diseño para el que estaba destinado, provocando problemas aún mayores como la ampliación de un vertedero en los nuevos terrenos municipales y el deterioro del paisaje.

La separación adecuada de los residuos sólidos recuperables beneficia al personal recuperador destinado a esta actividad, mejorando su calidad de vida, ya que evita que los operadores estén expuestos a residuos no recuperables que pueden generar afecciones a la salud.

De acuerdo a la caracterización realizada, tomando como base la distribución de la muestra de residuos sólidos generados en un día en el municipio de Pore, se encontró que la cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos no es muy diferente ya que los residuos orgánicos representaron el 48,01% y los inorgánicos el 51,99%.

La sensibilización realizada, enfocada en la importancia de realizar una adecuada separación en la fuente de los residuos que pueden ser reciclados y/o reutilizados, permitió generar sentido de pertenencia y aceptación del proyecto planteado, lo cual se demuestra en la colaboración de los usuarios y su aporte con material reciclable.

La viabilidad financiera del proyecto realizada, se vería aumentada si se implementan las rutas de recolección en toda la zona urbana del municipio y no solo en la zona comercial.

10. RECOMENDACIONES

Realizar un seguimiento periódico en el que se controle cada actividad a través de rutas selectivas de residuos sólidos valorizables.

Proporcione una campana o un medio audible para que el operador haga sonar una alarma en el momento de la recolección haciendo el llamado para la entrega de los residuos.

Tener continuidad en las rutas implementadas con una frecuencia semanal fija, con el fin de crear un hábito en la comunidad de clasificar los recursos como utilizables.

Prolongar las campañas de sensibilización ciudadana, ya que cultura ciudadana en la comunidad facilita la recuperación de residuos sólidos inorgánicos aprovechables y eficiencia del proceso.

Se necesita un trabajo continuo para mejorar la separación en la fuente, ya que esto mejorará la recolección y la acción del precio y disminuirá el volumen de material que llega al sitio de disposición final en El Cascajar.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Aguas de Pore. (2020). *Empresa de acueducto, alcantarillado y aseo de Pore*. Pore.
- ALUNA CONSULTORES LTDA. (2011). *Estudio Nacional del Reciclaje y los Recicladores. Legislación relacionada con el manejo de los Residuos Sólidos en Colombia*. Colombia. Obtenido de http://www.pasocierto.com.br/assets/dd22-co_legislaci%C3%B3n-municipal_colombia.
- Arciniegas Ortega, S. R., Lucero Pastás, J. E., & Viñamagua Carrión, J. B. (2016). *Diseño de un sistema de rutas de recolección de residuos sólidos en el cantón Cayambe*. Obtenido de Trabajo de titulación presentado como requisito para optar por el Título de Ingeniero
- COA. (2017). *Código Orgánico del Ambiente* .
- Colomer, F., & Gallardo, A. (2013). *Tratamiento y gestión de residuos sólidos* . México.
- Congreso de Colombia. (1993). *Ley 99 de 1993*. Bogotá. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf>
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. (2009). *Ley General de Residuos Sólidos*. Bogotá, Colombia.
- DNP. (2020). *Rellenos sanitarios de 321 municipios colapsarán en cinco años, advierte el DNP*. Bogotá. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Rellenos-sanitarios-de-321-municipios-colapsar%C3%A1n-en-cinco-a%C3%B1os,-advier-te-el-DNP--.aspx>
- Enger E, D., & Smith B, F. (2006). *ENVIRONMENTAL SCIENCE: A STUDY OF INTERRELATIONSHIPS* . México: Mc Graw Hill.
- Gardey, J. P. (2009). *Definición*. Obtenido de <https://definicion.de/medio-ambiente/>
- Guzman, A. M. (2013). *Análisi y diseños de rutas de recolección de residuos Sólidos*. Medellín.
- Guzmán, B. H., & Piedraita Arana, J. (2015). *Diseño de un modelo de ruteo de vehiculos para la recolección de residuos sólidos en el municipio de Zarzal Valle del Cauca*. Zarzal , Valle del Cauca, Colombia.
- Meza T. (2002). *Propuesta para el manejo de residuos sólidos Urbanos R.S.U*. Caldas, Colombia .
- MINCIT. (2018). *Ministerio de Comercio Industria y Turismo. Gestión integral de residuos sólidos*. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/getattachment/c957c5b4-4f22-4a75-be4d-73e7b64e4736/17-10-2018-Uso-Eficiente-de-Recursos-Agua-y-Energi.aspx>

- MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (2013). *Decreto 2981 de 2013*. Bogotá , Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas. (1992). “*Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*.”. Río de Janeiro, Brasil .
- Obras Públicas. (2005) Municipio de Victoria, Recolección de Residuos Sólidos Municipales, México
- Parasa, J. A., & Vargas Saavedra, A. M. (2014). Diseño e Implementación de Rutas de recolección de Residuos para la Empresa EDEPSA S.A.S. Bucaramanga.
- PENAL. (1991). *Constitución Política* . Obtenido de <https://pdba.georgetown.edu/Constitutions/Colombia/colombia91.pdf>
- Penido M, J. H. (2001). *Manual de gestión integrada de residuos municipales*. Brasil.
- Penido M, J. H. (2001). *Manuela de Gestión Integrada de Residuos Sólidos municipales* . Brasil.
- PÉREZ, J. N. (2010). MACRO Y MICRO RUTEO DE RESIDUOS SÓLIDOS RESIDENCIALES. *Trabajo de grado, modalidad monografía, presentado como requisito*. Sincelejo.
- Pineda S, I. (1998). *Manejo y disposición de residuos sólidos*. Colombia.
- Pineda, S. (1998). *Manejo y Disposición de Residuos Sólidos Urbanos*. ACODAL.
- Pore, M. d., & FundeOrinoquia. (2015). Plan de gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2027. *Convenio de Asociacion No. 011 de 2015*. Pore, Casanare, Colombia.
- Ríos H, A. . (2009). *Gestión integral de residuos sólidos urbanos*. México.
- Rivera J, O. (2002). *Realción entre la producción per cápita de residuos sólidos domésticos y factores socioeconómicos*. Chile.
- Rondón , E., Szantó , M., Pacheco J, F., Contreras , E., & Galvez , A. (2016). *Guía general para a gestión de residuos sólidos domiciliarios* . Santiago de Chile .
- Sadhwani J. (2015). *Gestión y tratamiento de residuos*. España.
- Secretaría de Desarrollo Social Mexicana, “Recolección diferenciada de residuos urbanos”, (SEDESOL) 1998.

Tchobanoglous, G. Theisen, H. Vigil, S. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos, Volumen I, McGraw-Hill/Interamericana de España S.A

Tchobanoglous, G. (1996) Gestión Integral de Residuos Sólidos. McGraw Hill. Primera Edición, Volumen 1, España. 25-27.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. México.

12. ANEXOS

ANEXO A. Caracterización de residuos sólidos, Pore

1. Cuarteos



Fuente. Autor, 2022.

2. Fracción inorgánica de residuos recuperados



Fuente. Autor, 2022.

3. Separación de residuos de la fracción inorgánica



Fuente. Autor, 2022.

4. Pesaje por tipo de material



Fuente. Autor, 2022.

ANEXO B. Aplicación de encuestas



Fuente: Autor, 2022

ANEXO C. Campañas de sensibilización

1. *Socialización y entrega de folletos.*



Fuente: Autor, 2022

2. *Usuarios encuestados y sensibilizados*

RUTAS

HORARIO DE RECOLECCIÓN

LUNES Y JUEVES

MAÑANA
7:00 AM-12:00 M

MATERIALES

PAPEL
CARTÓN
ARCHIVO
PLÁSTICO
METALES

PORE LIMPIO, "ES ASUNTO DE TODOS"

Agua de Pore

UN GOBIERNO DE TODOS
Cristina Guarnizo Tibedulza
Asesora 2020 - 2021

PORE
Cura del Ambiente
Libertad

¡Recuerda!

1. Separa la basura orgánica (residuos de comida, frutas, verduras) de los envases.
2. Lava los envases plásticos antes de entregarlos al reciclador.
3. El material a reciclar debe estar limpio y seco.

3. Separa el material: plásticos, cartón, papel, archivo, aluminio o metal.
4. Espera a que los recicladores hagan la ruta de recolección establecida.
5. Si tienes Material Aprovechable, comunícate al 3102073695.

¿Sabes Qué Son Las 4R?

Reducir.
Es prevenir, limitar y evitar el uso de todo aquello que de una manera u otra genera un desperdicio innecesario.

Reutilizar.
Volver a utilizar un producto o material varias veces sin tratamiento, darle la máxima utilidad a los objetos sin necesidad de destruirlos o deshacerse de ellos.

Reciclar.
Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados para utilizarse como materia prima en la fabricación de nuevos productos.

Recuperar
Este proceso consiste en utilizar un residuo generado en otro proceso, también puede extraerse energía, y aprovecharla para otro producto.

Clasificación de los Residuos Sólidos

Residuos Aprovechables
Se pueden convertir en materia prima para fabricar otros productos.

Residuos Biodegradables y Orgánicos:
Pueden ser transformados por microorganismos. Ejemplo: Residuos de comida, frutas, verduras, etc.

Residuos Inorgánicos: Después de ser utilizados pueden ser la base para la fabricación de nuevos elementos. Papel, cartón, vidrio, plástico, metal etc.

Residuos No Aprovechables
Higiénicos: Residuos generados en el aseo personal o limpieza del hogar.

Para

EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS

Agua de Pore

el Reciclaje es un factor de suma importancia para el cuidado del ambiente.

La Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Pore, tiene como objetivo crear conciencia en la comunidad Poreña sobre la importancia de separar y reciclar los residuos sólidos producidos.

Es por ello que se implementarán rutas de recolección de residuos sólidos inorgánicos aprovechables,

¿SABÍAS QUÉ?

¡Apreciado usuario Poreño! la NUEVA RUTA DE RECOLECCIÓN a implementar es únicamente para RESIDUOS INORGÁNICOS APROVECHABLES

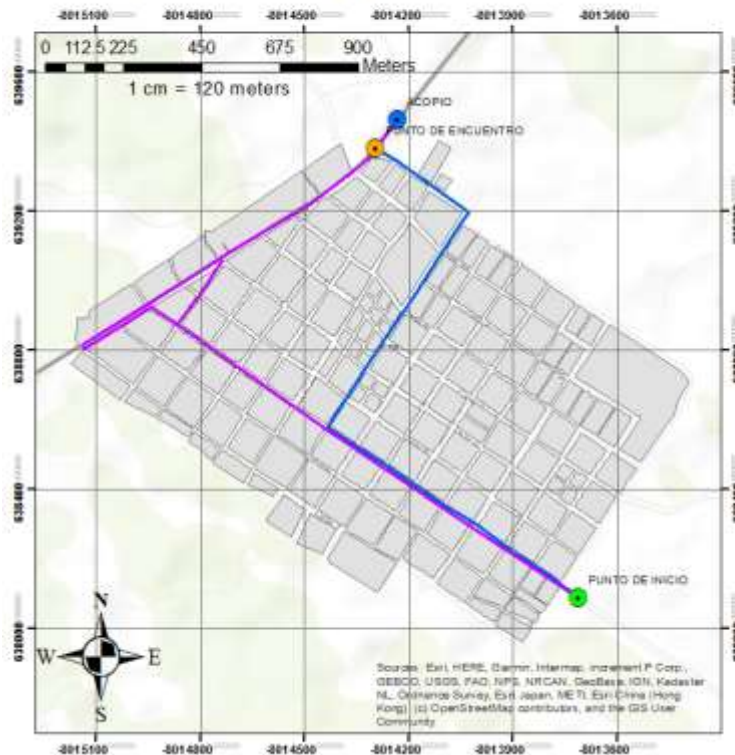
Fuente: Autor, 2022

4. Listado de asistencia Capacitación al personal de Aguas de Pore

Fuente: Autor, 2022

ANEXO D. PLANO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN SELECTIVAS

RUTAS SELECTIVAS DE RESIDUOS INORGÁNICOS APROVECHABLES DE LA ZONA URBANA COMERCIAL, PORE.



UBICACIÓN GEOGRÁFICA



LEYENDA

- MGN_URB_MANZANA
- RUTA 1
- RUTA 2
- PUNTO DE INICIO
- PUNTO DE ENCUENTRO
- ACOPIO

Autor : Einer Francisco Fernández Palacios
Geographic Coordinate System: GCS_MAGNA
Datum: D_MAGNA
Prime Meridian: Greenwich
Angular Unit: Degree

