



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA ELABORACIÓN DE
CEMENTO A PARTIR DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN LA
CIUDAD DE MANTA”**

Autor:

Vera Reyes Abraham Genaro

Tutor de Titulación:

Ing. Pablo Horacio Hidrovo Alcívar, Mg.

Manta - Manabí - Ecuador

2024

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL.**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA ELABORACIÓN DE CEMENTO A
PARTIR DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE MANTA”

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de
Ingeniería Industrial de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como
requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD

DIRECTOR

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Vera Reyes Abraham Genaro**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2024-2**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "**Diseño de una planta para la elaboración de cemento a partir de residuos plásticos en la ciudad de Manta**".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



Ing. Pablo Horacio Hidrovo Alcivar, Mg.

TUTOR DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Vera Reyes Abraham Genaro, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **“Diseño de una planta para la elaboración de cemento a partir de residuos plásticos en la ciudad de Manta”** una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Pablo Horacio Hidrovo Alcivar y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Vera Reyes Abraham Genaro
C.I. 1316457066



Ing. Pablo Horacio Hidrovo Alcivar, Mg.
C.I. 0802289850

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a todos aquellos que me han acompañado en este camino. A mis padres, por su amor incondicional y su incansable apoyo, y a mi hermano, por ser siempre mi fuente de inspiración y fortaleza. A mis amigos, quienes me han brindado su compañía y ánimo en cada paso del recorrido. A los docentes, cuya guía y sabiduría han sido fundamentales para alcanzar este logro. Y en especial, a Dios, por otorgarme la fuerza, la paciencia y la sabiduría para enfrentar cada desafío. Gracias a todos, este logro es también de ustedes.

Reconocimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por ser el pilar académico y formativo en este viaje de conocimiento y crecimiento personal. A los docentes y personal administrativo, por su dedicación y compromiso en ofrecer una educación de calidad y por su constante apoyo y orientación a lo largo de este proceso.

Índice de Contenido

Certificación del Tutor	iii
Declaración de Autoría	iv
Dedicatoria	v
Reconocimiento.....	vi
Índice de Contenido	vii
Índice de Tablas.....	x
Índice de Figuras.....	xii
Resumen Ejecutivo.....	xiv
Executive Summary	xv
Introducción.....	1
Antecedentes	3
Planteamiento del problema.....	5
Formulación del problema.....	8
Objetivos	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
Justificación.....	10
Capítulo 1.....	11
1. Fundamentación Teórica	11
1.1 Antecedentes Investigativos	11
1.2 Bases Teóricas	14
1.2.1 Tecnologías de Producción de Cemento.....	14
1.2.2 Gestión de Residuos Plásticos en el Relleno Sanitario de Manta	15
1.2.3 Integración de Residuos Plásticos en la Producción de Cemento	16
1.2.4 Impacto Ambiental	17

1.3 Marco Conceptual	18
1.3.1 Producción de Cemento.....	18
1.3.2 Residuos Plásticos.....	19
1.3.3 Reciclaje Mecánico	21
1.3.4 Reciclaje Químico	22
1.3.5 Impacto Ambiental de los Residuos Plásticos.....	23
1.3.6 Producción Sostenible de Cemento.....	25
1.3.7 Integración de Residuos Plásticos en la Producción de Cemento	26
1.3.8 Análisis de la Predicción de Toneladas de Residuos Plásticos Recuperados en Manta.....	27
1.4 Marco Legal y Ambiental	30
1.4.1 Legislación Ambiental en Ecuador.....	30
1.4.2 Normativas sobre Gestión de Residuos.....	31
1.4.3 Normativas Internacionales y Acuerdos.....	31
1.4.4 Impacto y Cumplimiento de Normativas Ambientales	32
1.5 Hipótesis y Variables.....	33
1.5.1 Hipótesis	33
1.5.2 Identificación de las Variables.....	33
1.6 Marco Metodológico.....	35
1.6.1 Modalidad Básica de la Investigación	36
1.6.2 Enfoque	36
1.6.3 Nivel de Investigación	38
1.6.4 Población de Estudio	40
1.6.5 Tamaño de la Muestra	40
1.6.6 Técnicas de recolección de datos.....	41
1.6.7 Plan de recolección de datos	44
1.6.8 Procesamiento de la Información.....	45
Capítulo 2.....	47

2. Diagnóstico o Estudio de Campo	47
2.1 Diagnóstico Situacional	47
2.2 Datos del Estudio de Campo.....	48
2.3 Estudio de Viabilidad.....	48
2.3.1 Relleno Sanitario de la Ciudad de Manta	49
Capítulo 3.....	52
3. Propuesta de Mejora.....	52
3.1 Plano Estructural para la Producción de Cemento Utilizando.....	53
3.2 Producción Diaria de Cemento Basada en Residuos Plásticos	56
3.3 Selección de Planta de Producción Adaptada a la Capacidad	57
3.3.1 Investigación de Plantas Existentes	57
3.3.2 Comparación de Capacidades	57
3.3.3 Selección de Tecnología.....	57
3.3.4 Elementos y Partes de la Planta	57
3.3.5 Costos de Instalación Fijos y Variables.....	58
Nota. Elaboración propia por Abraham Vera, 2024	60
3.4 Operatividad y Manejo	60
3.5 Proyecto de Gestión.....	61
3.6 Plan de Cierre y Transformación.....	62
Nota. Elaboración propia por Abraham Vera, 2024	63
3.7 Descripción del Negocio.....	63
3.8 Análisis de Mercado	64
3.9 Estudio Técnico.....	65
3.10 Plan de Inversiones.....	66
3.11 Análisis Financiero	68
Conclusiones.....	68
Recomendaciones.....	69
Bibliografía	70

ANEXOS.....	74
Resultados de las encuestas.....	74

Índice de Tablas

Tabla 1. Predicción de Toneladas de Residuos Plásticos Recuperados.....	27
Tabla 2. Operacionalización de las variables.....	32
Tabla 3. Planificación para la recolección de datos	40
Tabla 4. Especificaciones de Planta de Hormigón.....	51
Tabla 5. Planificación para la recolección de datos	54
Tabla 6. ¿Conoce usted las actuales prácticas de gestión de residuos plásticos en la ciudad de Manta?.....	55
Tabla 7. ¿Qué tan grave considera usted el problema de los residuos plásticos en Manta?	56
Tabla 8. ¿Está usted de acuerdo con la implementación de una planta de producción de cemento que utilice residuos plásticos como materia prima?.....	56
Tabla 9. ¿Cree que esta planta podría traer beneficios a la comunidad de Manta?	57
Figura 19. Múltiple Beneficios de la planta para la ciudad	58
Tabla 11. Si respondió "Sí" a la pregunta anterior, ¿cuál de las siguientes preocupaciones tiene usted? (Puede seleccionar más de una).....	59
Tabla 12. ¿Cree que la comunidad de Manta está bien informada sobre la gestión de residuos plásticos y sus impactos?.....	60
Tabla 13. ¿Participa usted en programas de reciclaje o separación de residuos en su hogar?.....	60
Tabla 14. En una escala del 1 al 5, donde 1 es "Nada informado" y 5 es "Muy informado", ¿cuán informado se siente sobre el uso de residuos plásticos en la producción de cemento?	61

Tabla 15. ¿Cree que deberían tomarse acciones para mejorar la gestión de residuos plásticos en Manta?	62
Tabla 16. Si respondió "Sí" a la pregunta anterior, ¿qué acciones cree que deberían tomarse? (Puede seleccionar más de una).....	62
Tabla 17. ¿Estaría dispuesto a apoyar o participar en iniciativas comunitarias que promuevan el reciclaje de plásticos y la sostenibilidad ambiental?.....	63
Tabla 18. ¿Cuántos residuos plásticos genera su hogar semanalmente? (Indique la cantidad aproximada en kilogramos)	63
Tabla 19. ¿Qué tipo de residuos plásticos son los más comunes en su hogar? (Puede seleccionar más de uno).....	64
Tabla 20. ¿Cuál es la calidad de los residuos plásticos que genera su hogar? (Considerando su limpieza y posibilidad de reciclaje)	65
Tabla 21. Plan de Inversión de la Planta	69
Tabla 22. Flujo de Caja Proyectado.....	70

Índice de Figuras

Figura 1. Proceso de fabricación del cemento.....	15
Figura 2. Producción del cemento	19
Figura 3. Botadero de la ciudad de Manta	20
Figura 4. Ciclo del reciclaje mecánico.....	21
Figura 5. Ciclo del reciclaje mecánico.....	23
Figura 6. Alternativas de reducción de dióxido de carbono en la producción del cemento.....	25
Figura 7. Jerarquía de gestión de residuos.....	26
Figura 8. Predicción de Toneladas de Residuos Plásticos Recuperados.....	29
Figura 10. Zona de estudio.....	48
Figura 11. Memoria de Componentes Para la Planta de Cemento	49
Figura 12. Planta Dosificadora de Cemento	49
Figura 13. Planta de Cemento	50
Figura 14. Plano de la Planta	50
Figura 15. Conocimientos sobre las prácticas de gestión de residuos plásticos	55
Figura 16. Conocimientos sobre las prácticas de gestión de residuos plásticos	56
Figura 17. ¿Está de acuerdo con la construcción de una planta de cemento con residuos plásticos en la ciudad?	57
Figura 18. Beneficios de la planta	57
Tabla 10. ¿Cuáles de los siguientes beneficios cree que podría traer esta planta a la comunidad de Manta? (Puede seleccionar más de uno)	58
Tabla 11. ¿Tiene usted alguna preocupación respecto a la implementación de esta planta en la ciudad?	58
Figura 20. Múltiple Beneficios de la planta para la ciudad	59
Figura 21. Preocupaciones de los encuestados	59
Figura 22. Conocimientos de los residuos plásticos en los participantes	60
Figura 23. Participación ciudadana en reciclaje familiar.....	61
Figura 24. Resultado del conocimiento de los encuestados sobre gestión de	

residuos plásticos.....	62
Figura 25. Resultado del conocimiento de los encuestados sobre gestión de residuos plásticos.....	62
Figura 26. Acciones a considerar	63
Figura 27. Iniciativas ciudadanas.....	63
Figura 28. Residuos generados en los hogares	64
Figura 29. Tipos de residuos reciclables.....	64
Figura 30. Calidad de los residuos.....	65

Resumen Ejecutivo

Este estudio se enfoca en el diseño de una planta de producción de cemento en la ciudad de Manta, utilizando residuos plásticos de la ciudad como materia prima. El objetivo principal es reducir la cantidad de residuos plásticos en la región, al tiempo que se contribuye a la sostenibilidad ambiental y económica. Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de la generación y gestión de residuos plásticos en Manta, evaluando la disponibilidad y calidad de estos desechos para su utilización en la producción de cemento. Se diseñó un proceso de producción que tomó en cuenta aspectos técnicos y tecnológicos, y se identificaron los requisitos de infraestructura y maquinaria necesarios para la planta. Los resultados muestran la viabilidad del proyecto, destacando sus beneficios ambientales, sociales y económicos, lo cual lo posiciona como una solución integral y sostenible para el manejo de residuos en la región.

Palabras Clave: Planta, producción, cemento, residuos plásticos.

Executive Summary

This study focuses on the design of a cement production plant in the city of Manta, using plastic waste from the city as raw material. The main objective is to reduce the amount of plastic waste in the region, while contributing to environmental and economic sustainability. An exhaustive analysis of plastic waste generation and management in Manta was carried out, evaluating the availability and quality of these waste materials for use in cement production. A production process was designed taking into account technical and technological aspects, and the infrastructure and machinery requirements for the plant were identified. The results show the viability of the project, highlighting its environmental, social, and economic benefits, positioning it as a comprehensive and sustainable solution for waste management in the region.

Keywords: Plant, production, cement, plastic waste.

Introducción

La contaminación por residuos plásticos es uno de los problemas ambientales más apremiantes a nivel global. Se estima que cada año se producen más de 300 millones de toneladas de plástico, y una cantidad significativa de estos desechos termina contaminando los océanos, afectando a la fauna marina y, eventualmente, a los seres humanos que dependen de los recursos marinos. Esta situación no solo plantea un desafío ecológico, sino también una oportunidad para la innovación en la gestión de residuos y la producción industrial. Este estudio aborda esta problemática mediante el diseño de una planta de producción de cemento en la ciudad de Manta, Ecuador, que utiliza residuos plásticos como materia prima, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental y económica de la región.

Investigaciones previas han explorado diversas soluciones para la gestión de residuos plásticos. Estudios como los de Sua et al. (2020) y García et al. (2020) han demostrado la viabilidad técnica y económica de utilizar plásticos reciclados en la producción de cemento, resaltando los beneficios ambientales de esta práctica. Además, experiencias internacionales, como las plantas de producción de cemento con residuos plásticos en España, han mostrado el éxito de estas tecnologías en la reducción de desechos plásticos y la generación de productos de alta calidad. Sin embargo, en el contexto de Manta, aún falta un enfoque integrado que considere las características locales y las necesidades específicas de la comunidad.

Este trabajo es necesario debido a la creciente generación de residuos plásticos en Manta y la insuficiencia de las infraestructuras actuales para gestionarlos de manera efectiva. Según datos del municipio, la ciudad genera aproximadamente 100 toneladas diarias de residuos sólidos, con un porcentaje significativo de plásticos. La implementación de una planta de cemento que utilice estos residuos no solo mitigaría la contaminación ambiental, sino que también promovería el desarrollo económico local mediante la creación de empleo y la reducción de la dependencia de recursos naturales no renovables.

El objetivo principal de este estudio es diseñar una planta de producción de cemento en Manta que utilice residuos plásticos como materia prima. Para ello, se realizará un análisis exhaustivo de la generación y gestión de residuos plásticos en la ciudad, evaluando la disponibilidad y calidad de estos desechos para su uso en la producción de cemento. Además, se diseñará un proceso de producción que considere aspectos técnicos y tecnológicos, y se identificarán los requisitos de infraestructura y maquinaria necesarios para la planta.

La investigación se basará en una metodología que incluye la recopilación de datos sobre la generación de desechos plásticos, su composición y características, así como estudios de factibilidad técnica y económica. También se tomarán en cuenta factores ambientales, sociales y regulatorios relevantes para garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto.

En los siguientes capítulos, se abordarán en detalle los aspectos técnicos del proceso de producción de cemento utilizando residuos plásticos, se evaluará la infraestructura necesaria y se desarrollará un plan estratégico para la implementación y operación de la planta. Este estudio no solo propone una solución innovadora para la gestión de residuos plásticos en Manta, sino que también sienta las bases para un modelo de desarrollo industrial más sostenible y responsable en la región.

Antecedentes

La contaminación por residuos plásticos es un problema ambiental crítico a nivel global. Los plásticos, debido a su durabilidad y resistencia a la degradación, permanecen en el medio ambiente durante siglos, causando daños significativos a los ecosistemas terrestres y marinos. Según informes de la ONU, cada año se producen más de 300 millones de toneladas de plástico, y una gran proporción de estos residuos termina en los océanos, afectando gravemente la vida marina y la salud humana a través de la cadena alimentaria. Este contexto global subraya la urgencia de encontrar soluciones sostenibles para la gestión de residuos plásticos.

En Ecuador, la gestión de residuos sólidos, incluidos los plásticos, enfrenta desafíos significativos debido a infraestructuras insuficientes y a una gestión ineficiente. La ciudad de Manta, un importante puerto y centro económico, genera aproximadamente 100 toneladas de residuos sólidos diariamente, con un porcentaje significativo de estos siendo plásticos. La gestión inadecuada de estos residuos contribuye a la contaminación ambiental y plantea riesgos para la salud pública. Las políticas locales y nacionales han comenzado a abordar este problema, pero aún existe una gran necesidad de soluciones innovadoras que integren la gestión de residuos con el desarrollo económico sostenible.

Diversos estudios han explorado la viabilidad técnica y económica de utilizar residuos plásticos en la producción de cemento. Por ejemplo, Sua et al. (2020) demostraron que los residuos plásticos pueden sustituir parcialmente a los agregados tradicionales en la producción de cemento, resultando en productos con propiedades mecánicas adecuadas y beneficios ambientales significativos. García et al. (2020) destacaron los beneficios económicos de esta práctica, incluyendo la reducción de costos de producción y la creación de empleo en la industria del reciclaje. Experiencias internacionales, como las plantas de producción de cemento en España que utilizan plásticos reciclados, han mostrado resultados prometedores en la reducción de desechos plásticos y la generación de productos de alta calidad.

Aunque los estudios previos han demostrado la viabilidad de utilizar residuos plásticos en la producción de cemento, la implementación de estas tecnologías en el contexto de Manta requiere un enfoque específico que considere las características locales y las necesidades de la comunidad. Este estudio se justifica por la necesidad de mitigar la contaminación por residuos plásticos en Manta, promover la sostenibilidad ambiental y económica y desarrollar un modelo replicable de economía circular. Al diseñar una planta de producción de cemento que utilice residuos plásticos como materia prima, esta investigación busca proporcionar una solución innovadora y sostenible a un problema ambiental urgente.

La pregunta de investigación principal es: ¿Cuáles son los procesos técnicos y tecnológicos óptimos para la transformación de residuos plásticos en un material adecuado para la producción de cemento en la ciudad de Manta, considerando la disponibilidad y calidad de los residuos, la eficiencia energética, los costos y la seguridad ambiental?

Para abordar esta pregunta, se realizará una investigación exhaustiva que incluya la recopilación de datos sobre la generación y gestión de residuos plásticos en Manta, la evaluación de la disponibilidad y calidad de estos residuos, y el diseño de un proceso de producción de cemento que considere aspectos técnicos, tecnológicos, ambientales y económicos. Esta investigación pretende llenar las lagunas existentes en el conocimiento sobre la utilización de residuos plásticos en la producción de cemento en contextos locales específicos y proporcionar una base sólida para la implementación de soluciones sostenibles en Manta y otras regiones con problemas similares.

Además de la implementación de la planta de producción de cemento, se sugiere la realización de estudios adicionales que evalúen el impacto ambiental a largo plazo de esta tecnología y su viabilidad económica en diferentes contextos. También se propone el desarrollo de programas educativos y de concienciación para la comunidad, con el objetivo de promover prácticas de reciclaje y gestión sostenible de residuos. Estas iniciativas complementarias ayudarán a garantizar el éxito y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Este estudio de antecedentes ha sido revisado y editado múltiples veces para asegurar la precisión y relevancia de la información presentada. Cada revisión ha mejorado la claridad y la coherencia del texto, asegurando que se presente un análisis comprensivo y bien fundamentado del problema de investigación.

Planteamiento del problema

Macro

La contaminación por residuos plásticos es un problema global que afecta a todos los continentes y océanos. Se estima que cada año se producen más de 300 millones de toneladas de plástico, de las cuales una gran parte termina contaminando el medio ambiente. Este problema no solo afecta a la vida marina y terrestre, sino que también tiene implicaciones significativas para la salud humana debido a la entrada de microplásticos en la cadena alimentaria. Las políticas globales han comenzado a abordar esta crisis mediante la promoción del reciclaje y la reducción del uso de plásticos, pero la magnitud del problema requiere soluciones innovadoras y sostenibles que puedan ser implementadas a nivel local.

Meso

En el contexto ecuatoriano, la gestión de residuos plásticos enfrenta desafíos importantes debido a la infraestructura limitada y a una gestión de residuos ineficaz. La ciudad de Manta, un importante puerto y centro económico en Ecuador, genera aproximadamente 100 toneladas de residuos sólidos diariamente, con un porcentaje significativo compuesto por plásticos. La gestión inadecuada de estos residuos no solo contribuye a la contaminación ambiental, sino que también representa una oportunidad perdida para la reutilización de estos materiales. La implementación de tecnologías que permitan el uso de residuos plásticos en la producción industrial podría mitigar estos problemas, promoviendo al mismo tiempo el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental.

Micro

El diseño y establecimiento de una planta de producción de cemento que utilice residuos plásticos como materia prima en la ciudad de Manta presenta un desafío técnico y económico que debe ser abordado de manera rigurosa. La investigación debe centrarse en la cantidad y composición de los residuos plásticos disponibles, así como en los métodos actuales de gestión de estos residuos. Es crucial evaluar la disponibilidad y calidad de los residuos plásticos recolectados, considerando factores como la contaminación, la pureza y la consistencia de los materiales. Además, es necesario determinar los procesos técnicos y tecnológicos óptimos para la transformación de estos residuos en un material adecuado para la producción de cemento, asegurando la eficiencia energética, la viabilidad económica y la seguridad ambiental. Finalmente, es fundamental identificar los requerimientos específicos de infraestructura y maquinaria necesarios para establecer y operar la planta, garantizando el cumplimiento de las regulaciones ambientales y de seguridad vigentes.

Problemas de investigación práctica.

En la ciudad de Manta, un importante puerto y centro económico de Ecuador, surge un problema significativo relacionado con la gestión de residuos plásticos. Diariamente, Manta genera aproximadamente 100 toneladas de residuos sólidos, de los cuales una parte considerable está compuesta por plásticos. Estos residuos, cuando no se gestionan adecuadamente, terminan contaminando el medio ambiente, afectando tanto a los ecosistemas terrestres como marinos, y poniendo en riesgo la salud pública.

El problema afecta directamente a los residentes de Manta, quienes experimentan las consecuencias de la contaminación por plásticos en su vida diaria. La acumulación de residuos plásticos en áreas urbanas y costeras no solo deteriora la estética de la ciudad, sino que también genera riesgos sanitarios debido a la proliferación de vectores de enfermedades y a la contaminación de fuentes de agua.

A pesar de los esfuerzos locales y nacionales para mejorar la gestión de residuos, estos han sido insuficientes. Las iniciativas de reciclaje y reducción de plásticos han tenido un alcance limitado debido a la falta de infraestructura

adecuada y a la baja participación comunitaria. Los intentos de solucionar el problema se han centrado en campañas de concienciación y en la implementación de sistemas de reciclaje, pero estos esfuerzos no han logrado reducir significativamente la cantidad de residuos plásticos que se acumulan en la ciudad.

Para abordar este problema, se propone el diseño y establecimiento de una planta de producción de cemento que utilice residuos plásticos como materia prima. Esta iniciativa no solo contribuiría a la reducción de residuos plásticos, sino que también promovería la sostenibilidad ambiental y económica en la región. La investigación práctica se enfocará en evaluar la cantidad y calidad de los residuos plásticos disponibles, diseñar los procesos técnicos necesarios para su transformación en cemento, y determinar los requisitos de infraestructura y maquinaria necesarios para la planta. Este enfoque integrador busca proporcionar una solución viable y sostenible al problema de la contaminación por plásticos en Manta.

Problemas de investigación teórica

El problema de la gestión de residuos plásticos ha sido objeto de estudio y debate en la literatura académica y científica a nivel global. Se han realizado investigaciones exhaustivas que han arrojado luz sobre diversos aspectos relacionados con la generación, impacto y posibles soluciones a este problema. Sin embargo, a pesar de los avances en el conocimiento, aún existen áreas que requieren mayor claridad y enfoque para abordar de manera efectiva la problemática de la contaminación por plásticos.

El conocimiento existente sobre el problema revela que la gestión inadecuada de residuos plásticos tiene implicaciones ambientales, sociales y económicas significativas. Se ha demostrado que estos residuos contaminan los ecosistemas terrestres y marinos, afectan la biodiversidad, contribuyen al cambio climático y representan riesgos para la salud humana. Además, la acumulación de plásticos en áreas urbanas y costeras genera problemas de gestión de residuos y deteriora la calidad de vida de las comunidades afectadas.

El problema no está limitado a un período de tiempo o área geográfica específica, ya que la contaminación por plásticos es un fenómeno global que afecta a múltiples regiones y países en todo el mundo. Sin embargo, las estrategias para abordar este problema pueden variar según las características particulares de cada contexto, incluyendo factores socioeconómicos, culturales y políticos.

En la literatura académica, el problema de la gestión de residuos plásticos ha sido definido y debatido desde diversas perspectivas, incluyendo la ingeniería ambiental, la economía circular, la política ambiental, la sociología ambiental y la salud pública. Se han propuesto enfoques multidisciplinarios para comprender la complejidad de este problema y desarrollar soluciones integrales que consideren los aspectos técnicos, sociales y ambientales involucrados.

Formulación del problema

¿Cómo puede diseñarse e implementarse un sistema efectivo de gestión de residuos plásticos que promueva la sostenibilidad ambiental y económica en la ciudad de Manta, Ecuador, considerando las características específicas de la región, las tecnologías disponibles y las mejores prácticas internacionales?

Preguntas directrices:

1. ¿Cuál es la cantidad y composición de los residuos plásticos generados en la ciudad de Manta, y cuáles son los métodos actuales de gestión de estos residuos?
2. ¿Cuál es la disponibilidad y calidad de los residuos plásticos recolectados en la ciudad de Manta para su uso como materia prima en la producción de cemento, considerando factores como la contaminación, la pureza y la consistencia?
3. ¿Cuáles son los procesos técnicos y tecnológicos óptimos para la transformación de los residuos plásticos en un material adecuado para su incorporación en la producción de cemento, teniendo en cuenta la eficiencia energética, los costos y la seguridad ambiental?

4. ¿Cuáles son los requerimientos específicos de infraestructura y maquinaria necesarios para establecer y operar una planta de producción de cemento que utilice residuos plásticos como materia prima en la ciudad de Manta, considerando aspectos como la capacidad de producción, la logística de transporte y el cumplimiento de regulaciones ambientales y de seguridad?

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una planta de producción de cemento que utilice residuos plásticos como materia prima en la ciudad de Manta, con el fin de reducir la cantidad de residuos plásticos y contribuir a la sostenibilidad ambiental y económica de la región.

Objetivos Específicos

- Realizar un análisis detallado de la generación y gestión de residuos plásticos en la ciudad de Manta.
- Evaluar la disponibilidad y calidad de los residuos plásticos como materia prima para la producción de cemento.
- Diseñar el proceso de producción de cemento a partir de residuos plásticos, considerando aspectos técnicos y tecnológicos, considerando la ubicación del relleno sanitario de manta.
- Determinar los requisitos de infraestructura y maquinaria necesarios para la planta de producción.

Justificación

La investigación propuesta sobre la gestión de residuos plásticos en la ciudad de Manta, Ecuador, tiene una justificación sólida basada en su importancia teórica, práctica y metodológica. En primer lugar, la relevancia de este tema se evidencia en el contexto global de crisis ambiental, donde la acumulación de residuos plásticos representa uno de los mayores desafíos para la sostenibilidad ambiental. Abordar este problema no solo contribuirá a la protección de los ecosistemas locales y globales, sino que también permitirá el desarrollo de estrategias innovadoras y efectivas para la gestión de residuos.

Desde una perspectiva práctica, la investigación tiene un impacto directo en la ciudad de Manta y sus habitantes. La implementación de un sistema efectivo de gestión de residuos plásticos no solo mejorará la calidad de vida de la población al reducir la contaminación ambiental y los riesgos para la salud, sino que también generará oportunidades económicas a través de la creación de empleos en el sector de reciclaje y producción de cemento.

En términos metodológicos, la investigación se apoya en enfoques multidisciplinarios que integran conocimientos de ingeniería ambiental, economía circular, políticas públicas y ciencias sociales. Esta combinación de disciplinas permite abordar el problema de manera integral, considerando tanto los aspectos técnicos y tecnológicos como los sociales y económicos.

Capítulo 1

1. Fundamentación Teórica

1.1 Antecedentes Investigativos

La investigación de (Macedo Marquez, 2020), proporciona una visión detallada de la gestión de residuos plásticos y las tecnologías de reciclaje disponibles. Estos autores destacan la importancia de implementar estrategias efectivas para la gestión de residuos plásticos, dado su impacto significativo en el medio ambiente.

En su análisis, explican que la mayoría de los residuos plásticos terminan en vertederos o se incineran, lo que contribuye a la contaminación del aire, suelo y agua. Abogan por el desarrollo y la implementación de tecnologías de reciclaje que puedan transformar los residuos plásticos en recursos valiosos, como combustibles alternativos o nuevos materiales de construcción.

Su trabajo subraya la necesidad de un enfoque más sostenible y eficiente para la gestión de residuos plásticos a nivel global, argumentando que políticas más estrictas y tecnologías innovadoras son esenciales para abordar este desafío mundial. Además, enfatizan la importancia de la educación y la concienciación pública para reducir el uso de plásticos de un solo uso y fomentar el reciclaje.

En otro trabajo relevante, (Rueda, 2024), analizan las oportunidades y desafíos asociados con el reciclaje de plásticos. Estos autores argumentan que, aunque el reciclaje de plásticos presenta numerosos beneficios ambientales y económicos, también enfrenta varios obstáculos, como la variabilidad en la composición de los residuos plásticos y la necesidad de tecnologías avanzadas para procesarlos eficientemente.

Hopewell y sus colegas sugieren que la integración de técnicas innovadoras, como el reciclaje químico y el uso de bioplásticos, y la mejora de la infraestructura de reciclaje son cruciales para maximizar el potencial del reciclaje de plásticos. Además, destacan que las colaboraciones entre gobiernos, industrias y comunidades son fundamentales para el desarrollo de políticas efectivas y la

implementación de prácticas de reciclaje sostenibles y efectivas. Su investigación también aborda la necesidad de diseñar productos plásticos pensando en su reciclabilidad, lo que implica una transición hacia una economía circular donde los materiales se mantengan en uso durante más tiempo.

En el contexto de la economía circular, el trabajo de (Almeida G M & Díaz Guevara, 2020), es fundamental para comprender el flujo global de plásticos. Estos autores investigaron la producción, el uso y el destino de todos los plásticos jamás fabricados, revelando que la gran mayoría de los plásticos producidos no se reciclan y terminan como residuos en el medio ambiente.

Su análisis pone de manifiesto la urgente necesidad de rediseñar los sistemas de producción y consumo de plásticos para minimizar los residuos y maximizar la reutilización de materiales. Geyer y sus colegas proponen varias estrategias para mejorar la eficiencia del reciclaje y promover la circularidad en la economía de los plásticos, tales como la implementación de sistemas de depósito y retorno para envases plásticos, y la incentivación de prácticas de consumo responsables.

Argumentan que una mejor gestión de los residuos plásticos podría reducir significativamente la cantidad de plásticos que terminan en los océanos y otros ecosistemas naturales, contribuyendo así a la conservación ambiental a largo plazo.

Otro informe realizado por Plastic Europe (2020), ofrece un análisis detallado del estado de la industria del reciclaje de plásticos en Europa. Este informe destaca que, aunque Europa ha hecho progresos significativos en el reciclaje de plásticos, todavía existen muchas áreas que requieren mejoras. Identifica las políticas y regulaciones que han sido efectivas para aumentar las tasas de reciclaje y reducir la generación de residuos plásticos.

Además, sugiere que la adopción de tecnologías más avanzadas, como la clasificación automática y el reciclaje químico, y la inversión en infraestructura de reciclaje son esenciales para alcanzar los objetivos de sostenibilidad a largo plazo. Plastic Europe aboga por un enfoque integrado que involucre a todas las

partes interesadas en la cadena de valor del plástico, desde los productores hasta los consumidores y recicladores. También enfatizan la importancia de la educación y la sensibilización pública para promover hábitos de consumo más sostenibles y una mayor participación en programas de reciclaje

En el ámbito de la investigación más actual, se encuentra el trabajo de (Guerrero Terán, 2024), quienes investigaron las posibilidades del reciclaje mecánico de plásticos. Señalan que, aunque el reciclaje mecánico es una de las formas más comunes de reciclar plásticos, enfrenta varios desafíos, como la degradación del material y la variabilidad en la calidad del producto reciclado.

Los autores sugieren que la mejora de los procesos de clasificación y limpieza, así como la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de reciclaje, son cruciales para superar estas barreras. Además, destacan la importancia de la colaboración entre diferentes sectores industriales para desarrollar soluciones integradas que mejoren la eficiencia y efectividad del reciclaje mecánico.

Otro análisis relevante es el de Azapagic, Emsley y Hamerton (2003), quienes examinan el ciclo de vida de los plásticos y sus impactos ambientales. Su investigación proporciona una visión integral de las diferentes etapas del ciclo de vida de los plásticos, desde la producción hasta la disposición final.

Argumentan que, para minimizar el impacto ambiental de los plásticos, es esencial adoptar un enfoque de ciclo de vida que incluya la reducción en la fuente, el reciclaje y la recuperación de energía. También sugieren que las políticas públicas deben enfocarse en incentivar el diseño de productos plásticos que sean más fáciles de reciclar y en promover prácticas de gestión de residuos que sean sostenibles y eficientes.

Un enfoque más reciente de Rahimi y García (2017) explora el reciclaje químico de plásticos como una alternativa prometedora al reciclaje mecánico. Explican que el reciclaje químico puede descomponer los plásticos en sus monómeros originales, que luego pueden ser reutilizados para producir nuevos plásticos con propiedades similares a los originales.

Esto no solo reduce la necesidad de materias primas vírgenes, sino que también aborda algunos de los problemas asociados con la degradación del material en el reciclaje mecánico. Rahimi y García señalan que, aunque el reciclaje químico es todavía una tecnología emergente, tiene el potencial de transformar la manera en que se gestionan los residuos plásticos y de contribuir significativamente a una economía circular.

1.2 Bases Teóricas

1.2.1 Tecnologías de Producción de Cemento

La comprensión de los procesos de producción de cemento es fundamental para identificar las oportunidades de integración de residuos plásticos. Esto incluye el conocimiento de los diferentes tipos de cemento, los materiales necesarios para su producción y los procesos involucrados, tales como la trituración, molienda, calcinación y enfriamiento. Los avances tecnológicos han permitido mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción de cemento. (Prudente M, 2024).

Por ejemplo, la incorporación de residuos plásticos como combustible alternativo puede reducir el consumo de combustibles fósiles y las emisiones de CO₂. Además, las nuevas tecnologías de producción de cemento están diseñadas para maximizar la eficiencia energética y minimizar los impactos ambientales, lo que las convierte en opciones viables y sostenibles para el sector.

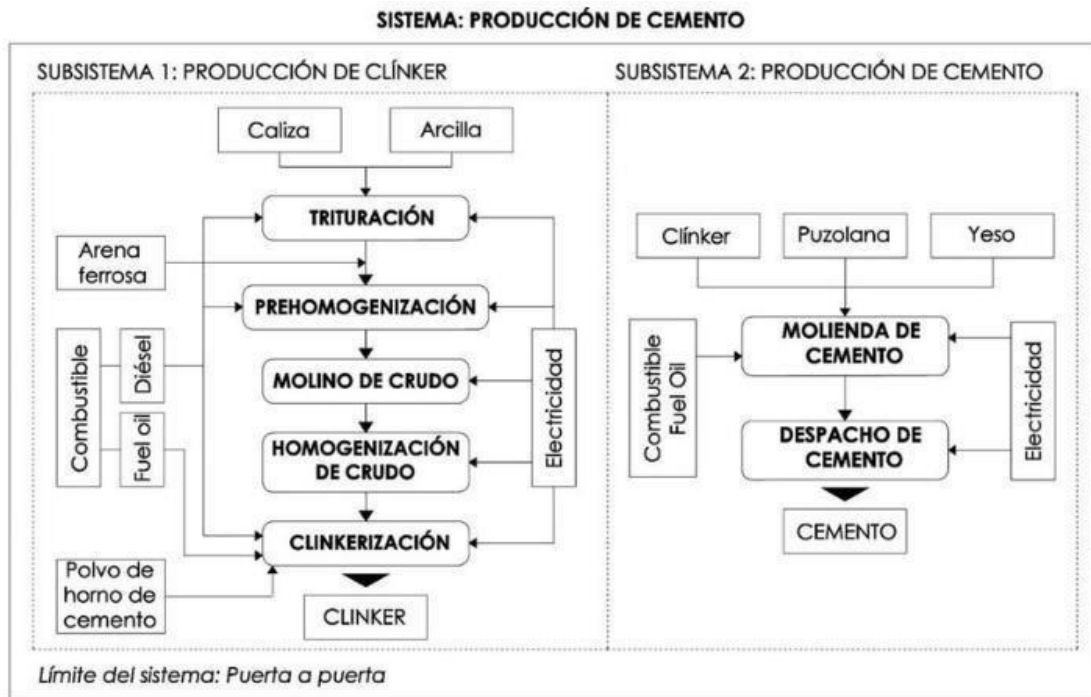
Otro aspecto importante de las tecnologías de producción de cemento es la adopción de procesos más sostenibles, como el uso de hornos de baja temperatura y la recuperación de calor residual. Estas tecnologías no solo mejoran la eficiencia del proceso de producción, sino que también reducen significativamente el impacto ambiental. (Águila I, 2022).

La innovación en materiales y procesos está permitiendo a la industria cementera avanzar hacia una mayor sostenibilidad, integrando residuos plásticos de manera efectiva y segura. La combinación de estas tecnologías avanzadas con

prácticas de gestión ambiental rigurosas puede resultar en una producción de cemento más ecológica y responsable.

Figura 1.

Proceso de fabricación del cemento



Nota. Flujograma de la producción de Clinker y Producción de cemento de sistema puerta a puerta. Tomada de. (Brainly, 2023)

1.2.2 Gestión de Residuos Plásticos en el Relleno Sanitario de Manta

La gestión adecuada de los residuos plásticos es crucial para su reutilización en la producción industrial. Esto incluye la recolección, clasificación y procesamiento de los desechos plásticos. Técnicas como el reciclaje mecánico y químico permiten transformar los residuos plásticos en materiales utilizables.

El reciclaje mecánico implica la trituración y fundición de plásticos para crear nuevos productos, mientras que el reciclaje químico descompone los plásticos en sus monómeros originales, permitiendo la producción de nuevos plásticos con propiedades similares a los originales. La implementación de estas técnicas

requiere una infraestructura adecuada y un sistema eficiente de recolección y clasificación de residuos. (Muñoz M M, 2021).

Además, la gestión de residuos plásticos debe incluir programas de concienciación y educación para fomentar la participación activa de la comunidad en la separación y reciclaje de plásticos. Las políticas gubernamentales y las iniciativas privadas también juegan un papel crucial en la creación de un sistema de gestión de residuos plásticos eficaz.

Estas políticas pueden incluir incentivos para el reciclaje, impuestos sobre los plásticos no reciclables y regulaciones que obliguen a las empresas a gestionar adecuadamente sus residuos plásticos. Una gestión efectiva de los residuos plásticos no solo contribuye a reducir la contaminación, sino que también proporciona materiales valiosos para la industria. (Tabales J, 2021).

1.2.3 Integración de Residuos Plásticos en la Producción de Cemento

1.2.3.1 Diagnóstico del Relleno Sanitario en Manta

El relleno sanitario de Manta es un ejemplo de cómo la correcta gestión de residuos sólidos puede transformar problemas ambientales en oportunidades de desarrollo sostenible. El relleno sanitario se encuentra en una ubicación que permite un manejo eficiente de los residuos sólidos urbanos, asegurando que los desechos se dispongan de manera segura y con el menor impacto ambiental posible. (Menéndez M, 2019).

Aspectos Clave del Relleno Sanitario de Manta

Historia y Evolución: Antes de la implementación del relleno sanitario, Manta gestionaba sus residuos en un botadero a cielo abierto, lo que generaba problemas de contaminación y salud pública. La transición a un relleno sanitario tecnificado ha mejorado significativamente las condiciones ambientales y sanitarias en la región.

Metodología de Operación: El relleno sanitario utiliza métodos modernos de disposición de residuos, como la compactación diaria de basura y el uso de

capas de tierra para cubrir los residuos, lo que minimiza los olores y la proliferación de plagas.

Estos métodos aseguran que los residuos se manejen de manera segura y que los impactos ambientales se mantengan bajo control. (López L, 2023).

Impactos y Beneficios: La implementación del relleno sanitario ha reducido significativamente la contaminación del suelo y el agua, mitigando los riesgos ambientales asociados con la disposición incorrecta de residuos.

La gestión eficiente de residuos ha generado empleo y ha mejorado las condiciones de vida de los recicladores y de la comunidad en general.

Desafíos y Recomendaciones: A pesar de los avances, es fundamental seguir educando a la comunidad sobre la importancia de la separación y el reciclaje de residuos. Es necesario seguir mejorando la infraestructura y los procesos de gestión de residuos para mantener y aumentar los beneficios ambientales y sociales. (Muñoz M, 2021).

El relleno sanitario de Manta es un ejemplo de cómo una gestión adecuada de residuos sólidos puede contribuir al desarrollo sostenible y a la mejora de la calidad de vida de la comunidad.

1.2.4 Impacto Ambiental

El relleno sanitario de Manta es un ejemplo de cómo la correcta gestión de residuos sólidos puede transformar problemas ambientales en oportunidades de desarrollo sostenible. Este relleno se encuentra ubicado en una zona estratégica que permite un manejo eficiente de los residuos sólidos urbanos, asegurando que los desechos se dispongan de manera segura y con el menor impacto ambiental posible. (Santos Herrero, 2020).

Antes de la implementación del relleno sanitario, Manta gestionaba sus residuos en un botadero a cielo abierto, lo que generaba problemas de contaminación y salud pública. La transición a un relleno sanitario tecnificado ha mejorado significativamente las condiciones ambientales y sanitarias en la región. El relleno sanitario utiliza métodos modernos de disposición de residuos, como la

compactación diaria de basura y el uso de capas de tierra para cubrir los residuos, lo que minimiza los olores y la proliferación de plagas. Estos métodos aseguran que los residuos se manejen de manera segura y que los impactos ambientales se mantengan bajo control.

La implementación del relleno sanitario ha reducido significativamente la contaminación del suelo y el agua, mitigando los riesgos ambientales asociados con la disposición incorrecta de residuos. Además, la gestión eficiente de residuos ha generado empleo y ha mejorado las condiciones de vida de los recicladores y de la comunidad en general. A pesar de estos avances, es fundamental seguir educando a la comunidad sobre la importancia de la separación y el reciclaje de residuos. Es necesario seguir mejorando la infraestructura y los procesos de gestión de residuos para mantener y aumentar los beneficios ambientales y sociales. (Sollazzo, 2024).

El relleno sanitario de Manta es un ejemplo de cómo una gestión adecuada de residuos sólidos puede contribuir al desarrollo sostenible y a la mejora de la calidad de vida de la comunidad.

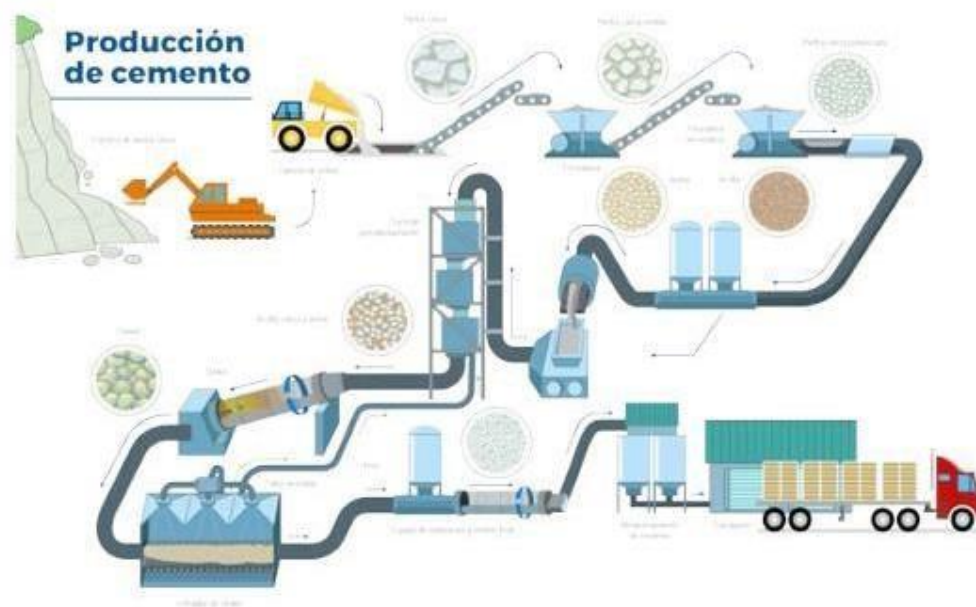
1.3 Marco Conceptual

1.3.1 Producción de Cemento

La producción de cemento es un proceso industrial complejo que implica varias etapas, incluyendo la extracción de materias primas, su trituración y molienda, la calcinación en hornos a altas temperaturas y, finalmente, la molienda del clinker resultante con otros materiales para obtener el producto final. Las principales materias primas utilizadas en la producción de cemento son la caliza, la arcilla y otros materiales minerales. El proceso de calcinación, que ocurre en el horno rotatorio, es crucial, ya que transforma las materias primas en clinker, un componente esencial del cemento. Las tecnologías modernas en la producción de cemento buscan optimizar la eficiencia energética y minimizar las emisiones de CO₂, mediante el uso de combustibles alternativos y el desarrollo de procesos más eficientes. (Aguilera C, 2024).

Figura 2.

Producción del cemento



Nota. Tecnología de concretos y materiales. Tomado de (Juan Muñoz , 2023)

Además, la producción de cemento ha evolucionado significativamente con la adopción de tecnologías avanzadas como los hornos de pre-calentamiento y los sistemas de enfriamiento rápido, que mejoran la eficiencia energética y reducen los costos operativos. La industria también está investigando el uso de materiales alternativos y aditivos que puedan mejorar las propiedades del cemento y reducir su impacto ambiental. El desarrollo de cementos ecológicos, que utilizan subproductos industriales como cenizas volantes y escorias de alto horno, es un ejemplo de cómo la innovación está impulsando la sostenibilidad en la industria del cemento. (Montalvo Torres, 2023).

1.3.2 Residuos Plásticos

Los residuos plásticos son materiales poliméricos desechados después de su vida útil. Pueden provenir de diversas fuentes, como envases, productos de

consumo, y aplicaciones industriales. La gestión de residuos plásticos se ha convertido en un desafío ambiental significativo debido a su persistencia en el medio ambiente y su contribución a la contaminación. (Amielli, 2018).

Los plásticos no biodegradables, como el polietileno y el polipropileno, son particularmente problemáticos. Existen diferentes métodos para gestionar estos residuos, incluyendo la reducción, reutilización y reciclaje, siendo este último una estrategia clave para minimizar su impacto ambiental.

Figura 3.

Botadero de la ciudad de Manta



Nota. Botadero municipal del cantón manta en los habitantes del barrio santa marianita.(Torres, 2010)

El problema de los residuos plásticos se agrava por su capacidad de fragmentarse en microplásticos, que pueden ingresar a la cadena alimentaria y tener efectos adversos en la salud de los ecosistemas y humanos. La acumulación de plásticos en los océanos y otros cuerpos de agua también representa una amenaza significativa para la vida marina. (Llantén G, 2022).

En respuesta a estos desafíos, muchas iniciativas se han centrado en mejorar la recolección y reciclaje de plásticos, así como en el desarrollo de materiales biodegradables y compostables que puedan reemplazar a los plásticos

tradicionales. Sin embargo, la solución a largo plazo requiere un enfoque integrado que combine la innovación tecnológica con cambios en las políticas y comportamientos de consumo.

1.3.3 Reciclaje Mecánico

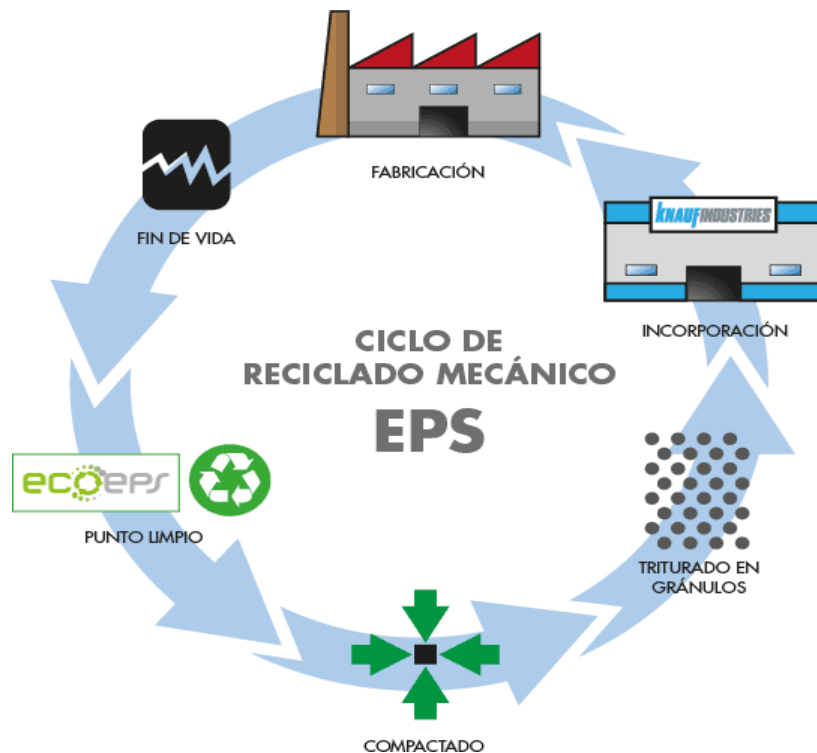
El reciclaje mecánico es un proceso que convierte los residuos plásticos en nuevos productos sin cambiar la estructura química del material. Este proceso incluye la recolección, clasificación, limpieza, trituración y regranulación de los plásticos. Es una de las formas más comunes y económicamente viables de reciclaje, aunque puede tener limitaciones en cuanto a la calidad y propiedades del material reciclado. La eficiencia del reciclaje mecánico depende en gran medida de la pureza y homogeneidad de los plásticos recolectados. Una correcta separación y clasificación de los plásticos es crucial para asegurar que el material reciclado sea de alta calidad y pueda ser reutilizado en la fabricación de nuevos productos. (Moreno Izquierdo, 2023).

Además, el reciclaje mecánico puede ser limitado por la degradación del material plástico con cada ciclo de reciclaje, lo que puede afectar negativamente sus propiedades mecánicas y estéticas. Para abordar estas limitaciones, se están desarrollando aditivos y compuestos que pueden mejorar las propiedades del plástico reciclado.

La industria también está explorando el uso de tecnologías avanzadas de clasificación, como la clasificación por infrarrojos y la separación electrostática, para mejorar la eficiencia del reciclaje mecánico. A pesar de estos desafíos, el reciclaje mecánico sigue siendo una parte esencial de la estrategia global para gestionar los residuos plásticos y reducir su impacto ambiental.

Figura 4.

Ciclo del reciclaje mecánico



Nota. Las 4 etapas del reciclaje del plástico en la actualidad. Tomado de (Knauf Industries, 2022)

1.3.4 Reciclaje Químico

El reciclaje químico implica la descomposición de los plásticos en sus monómeros o en otros productos químicos básicos, que luego pueden ser reutilizados para producir nuevos plásticos u otros productos químicos. Este proceso puede manejar una gama más amplia de residuos plásticos y potencialmente ofrecer materiales reciclados de mayor calidad en comparación con el reciclaje mecánico. Sin embargo, el reciclaje químico suele ser más costoso y técnicamente complejo. Las técnicas comunes incluyen la pirolisis, la gasificación y la depolimerización, cada una con sus propios beneficios y desafíos. (Rivadeneira L, 2021).

La pirolisis, por ejemplo, descompone los plásticos a altas temperaturas en ausencia de oxígeno, produciendo combustibles líquidos y gaseosos que pueden

ser utilizados como fuentes de energía. La gasificación convierte los plásticos en un gas de síntesis que puede ser utilizado para generar electricidad o como materia prima para la producción de productos químicos.

La depolimerización, por otro lado, descompone los plásticos en sus monómeros originales, que pueden ser reutilizados para fabricar nuevos plásticos. Aunque el reciclaje químico tiene el potencial de complementar el reciclaje mecánico y mejorar la sostenibilidad del ciclo de vida de los plásticos, su implementación a gran escala requiere avances tecnológicos y económicos significativos.

Figura 5.

Ciclo del reciclaje mecánico.



Nota. Transformación y fabricación del plástico en el reciclaje químico (Knauf Industries, 2022)

1.3.5 Impacto Ambiental de los Residuos Plásticos

El impacto ambiental de los residuos plásticos es significativo y multifacético. Los plásticos desechados pueden tardar cientos de años en degradarse, contribuyendo a la contaminación del suelo y del agua. Los microplásticos,

fragmentos diminutos resultantes de la degradación de plásticos más grandes, han sido encontrados en todos los rincones del planeta, incluyendo los océanos, el aire y el cuerpo humano. La quema de plásticos en vertederos libera toxinas peligrosas y gases de efecto invernadero, exacerbando el cambio climático. Por ello, gestionar adecuadamente los residuos plásticos es crucial para proteger los ecosistemas y la salud humana (Téllez M, 2012).

En Manta, la gestión de residuos sólidos ha experimentado una transformación significativa con la implementación del relleno sanitario. Antes de este cambio, la ciudad gestionaba sus residuos en un botadero a cielo abierto, lo que generaba graves problemas de contaminación y de salud pública. La transición a un relleno sanitario tecnificado ha mejorado considerablemente las condiciones ambientales y sanitarias en la región.

El relleno sanitario de Manta utiliza métodos modernos de disposición de residuos, como la compactación diaria de basura y el uso de capas de tierra para cubrir los residuos, minimizando así los olores y la proliferación de plagas. Estos métodos aseguran que los residuos se manejen de manera segura y que los impactos ambientales se mantengan bajo control. Además, el relleno sanitario está equipado con sistemas de drenaje para manejar los lixiviados, evitando la contaminación de las aguas subterráneas. (Muñoz M, 2021).

Los residuos plásticos gestionados adecuadamente en el relleno sanitario de Manta han reducido la contaminación del suelo y el agua, mitigando los riesgos ambientales asociados con la disposición incorrecta de residuos. La gestión eficiente de residuos en Manta también ha generado empleo y ha mejorado las condiciones de vida de los recicladores y de la comunidad en general.

Sin embargo, es fundamental seguir educando a la comunidad sobre la importancia de la separación y el reciclaje de residuos plásticos. La reducción del uso de plásticos de un solo uso, la mejora de los sistemas de gestión de residuos y el fomento del reciclaje son estrategias esenciales para mitigar los impactos negativos. La investigación y el desarrollo de alternativas sostenibles a los plásticos convencionales también juegan un papel importante en la reducción

de la contaminación plástica y la protección del medio ambiente. (Guesalaga, 2024).

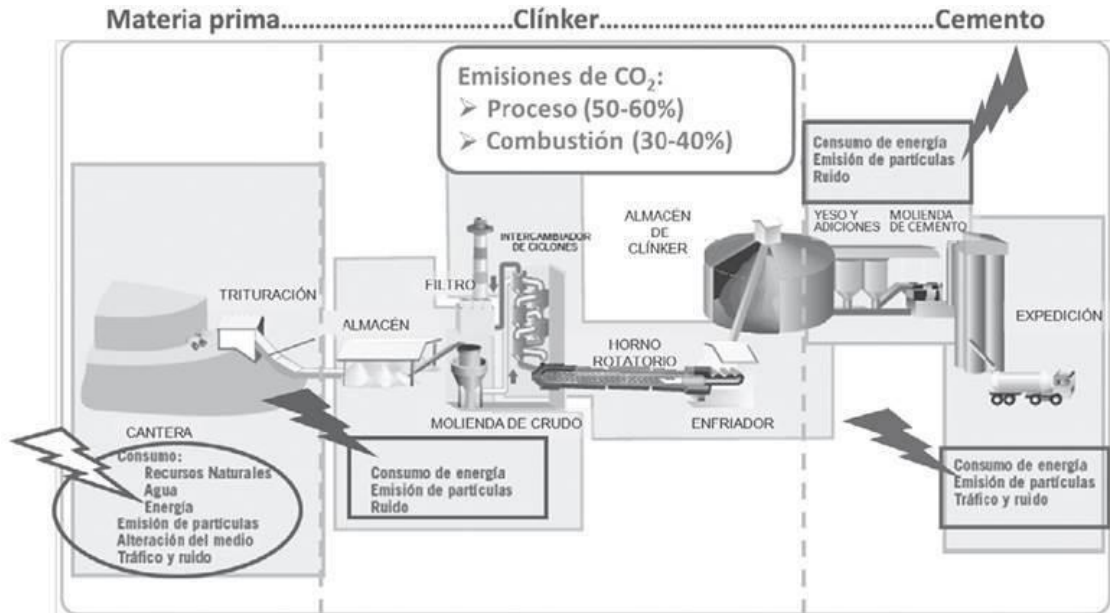
1.3.6 Producción Sostenible de Cemento

La producción sostenible de cemento implica la adopción de prácticas que reduzcan el impacto ambiental del proceso. Esto incluye la utilización de combustibles alternativos, como residuos plásticos, para disminuir el consumo de combustibles fósiles y reducir las emisiones de CO₂. Además, la implementación de tecnologías de eficiencia energética y el uso de materias primas secundarias pueden contribuir a una producción de cemento más sostenible. La producción sostenible no solo beneficia al medio ambiente, sino que también puede mejorar la rentabilidad y la competitividad de las empresas cementeras. (Sancha D, 2013).

La industria del cemento está explorando diversas estrategias para mejorar su sostenibilidad, como la reducción del clinker en el cemento y el uso de aditivos que mejoran las propiedades del producto final mientras disminuyen el impacto ambiental. La captura y almacenamiento de carbono (CCS) es otra tecnología emergente que puede reducir significativamente las emisiones de CO₂ de las plantas de cemento. La colaboración entre la industria, el gobierno y las instituciones académicas es crucial para desarrollar y adoptar estas innovaciones.

Figura 6.

Alternativas de reducción de dióxido de carbono en la producción del cemento.



Nota. La combinación óptima de las medidas disponibles de ajuste de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) para compatibilizar los objetivos de producción con las exigencias medioambientales requiere planteamientos en la planificación de la producción industrial. Tomado de (Ana Gessa, 2016)

1.3.7 Integración de Residuos Plásticos en la Producción de Cemento

La integración de residuos plásticos en la producción de cemento es una solución innovadora que aborda dos problemas ambientales simultáneamente: la gestión de residuos plásticos y la reducción de la huella de carbono de la producción de cemento. Este proceso implica utilizar plásticos reciclados como combustible alternativo o como aditivos en la mezcla de cemento. Al hacerlo, se puede reducir el uso de recursos naturales y las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a un ciclo de producción más sostenible y eficiente. (Cerrato Ruiz, 2021).

El uso de residuos plásticos en la producción de cemento también puede proporcionar beneficios económicos, al reducir los costos de los combustibles tradicionales y los materiales primarios. Sin embargo, la implementación de esta práctica requiere una cuidadosa gestión para asegurar que los plásticos

utilizados no afecten negativamente la calidad del cemento o el funcionamiento del equipo de producción. La investigación continua y las pruebas piloto son esenciales para optimizar los métodos de integración y garantizar que se cumplan los estándares de calidad y sostenibilidad. La colaboración entre la industria del cemento y los sectores de gestión de residuos y reciclaje es clave para desarrollar soluciones efectivas y escalables. (Aguilera C, 2024).

Figura 7.

Jerarquía de gestión de residuos



Nota. El modelo de jerarquía en la gestión de residuos es universalmente aceptado y establece el orden preferido para el manejo de residuos. Tomado de (coprocesamiento, 2020)

1.3.8 Análisis de la Predicción de Toneladas de Residuos Plásticos Recuperados en Manta

La predicción de toneladas de residuos plásticos recuperados para el año 2023 en Manta proporciona una visión detallada y estructurada de la cantidad de residuos que se espera recolectar y procesar cada mes. Basada en datos

históricos de enero a junio, la proyección para los meses restantes se ha realizado utilizando un modelo de regresión lineal. Esta metodología permite prever una tendencia decreciente en la recuperación de residuos, destacando la importancia de implementar estrategias adicionales para mantener o incrementar la eficiencia del proceso de reciclaje. Los datos reflejan el compromiso constante de los recicladores y la ubicación estable del proceso de recuperación en el botadero de Manta, lo que subraya el esfuerzo continuo de la ciudad por mejorar la gestión de residuos sólidos.

La visualización de esta información en Manta muestra claramente la tendencia proyectada, facilitando una comprensión rápida y efectiva de los datos. Al observar la línea de tendencia, se pueden identificar puntos críticos en los que la recuperación de residuos disminuye notablemente, lo que puede indicar la necesidad de intervenciones específicas en esos meses. Además, esta representación ayuda a comparar visualmente los meses con mayor y menor rendimiento en términos de toneladas recuperadas, proporcionando una herramienta útil para la planificación y toma de decisiones estratégicas. En conjunto, la información ofrece una representación comprensiva y fácil de interpretar del comportamiento esperado en la gestión de residuos plásticos a lo largo del año en Manta.

Tabla 1.
Predicción de Toneladas de Residuos Plásticos Recuperados

MES	PERIODO	FECHA DEL REPORTE	LUGAR DE RECUPERACIÓN	NÚMERO DE RECICLADORES	PLÁSTICO DURO (KG)	PLÁSTICO SUAVE (KG)	PLÁSTICO DURO (TON)	PLÁSTICO SUAVE (TON)
Enero	Del 1 al 31 de enero	31/1/2023	Botadero	65	3441.8 2	5069.9 5	3.44	5.07
Febrero	Del 1 al 28 de febrero	28/2/2023	Botadero	65	3206.3 5	5270.0 0	3.21	5.27

Marzo	Del 1 al 31 de marzo	31/3/20 23	Botadero	65	2814.8 2	6066.3 6	2.81	6.07
Abril	Del 1 al 30 de abril	30/4/20 23	Botadero	65	3221.8 2	6497.2 7	3.22	6.50
Mayo	Del 1 al 31 de mayo	31/5/20 23	Botadero	65	3052.7 3	6274.5 5	3.05	6.27
Junio	Del 1 al 30 de junio	30/6/20 23	Botadero	65	2398.6 4	5106.3 6	2.40	5.11
Julio	Del 1 al 31 de julio	31/7/20 23	Botadero	65				
Agosto	Del 1 al 31 de agosto	31/8/20 23	Botadero	65				
Septiembre	Del 1 al 30 de septiembre	30/9/20 23	Botadero	65				
Octubre	Del 1 al 31 de octubre	31/10/2 023	Botadero	65				
Noviembre	Del 1 al 30 de noviembre	30/11/2 023	Botadero	65				
Diciembre	Del 1 al 31 de diciembre	31/12/2 023	Botadero	65				

Figura 8.

Predicción de toneladas de residuos plásticos recuperados



Elaboración propia por Abraham Vera, 2024

1.4 Marco Legal y Ambiental

1.4.1 Legislación Ambiental en Ecuador

Ecuador cuenta con una serie de normativas y leyes ambientales diseñadas para proteger el medio ambiente y promover prácticas sostenibles en diversas industrias, incluida la producción de cemento y la gestión de residuos plásticos. La Constitución de la República del Ecuador, adoptada en 2008, establece que la protección del medio ambiente es un deber del Estado y reconoce los derechos de la naturaleza. Esta base constitucional se complementa con la Ley de Gestión Ambiental, que establece los principios y normas para la conservación, uso sostenible y mejoramiento del medio ambiente, así como la prevención de la contaminación. (Hurtado, 2022).

El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica es la entidad encargada de la formulación y aplicación de políticas ambientales en Ecuador. Entre sus

funciones, se incluye la regulación y supervisión de actividades industriales que puedan afectar al medio ambiente. Para la industria del cemento, esto implica cumplir con regulaciones específicas sobre emisiones de gases, manejo de residuos y uso de combustibles alternativos. La normativa establece límites para las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y partículas, entre otros contaminantes. (Cifuentes, 2021)

1.4.2 Normativas sobre Gestión de Residuos

La gestión de residuos sólidos en Ecuador está regulada por el Código Orgánico del Ambiente (COA) y su reglamento. Este marco legal establece los lineamientos para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos, incluyendo los residuos plásticos. El COA promueve la minimización de residuos en la fuente, el reciclaje y la reutilización, así como la disposición final adecuada para aquellos residuos que no pueden ser reciclados. Además, el COA incluye disposiciones específicas sobre la gestión de residuos peligrosos y no peligrosos, así como la responsabilidad extendida del productor, que obliga a las empresas a gestionar adecuadamente los residuos generados por sus productos. (Hernández H, 2020),

En cuanto a los residuos plásticos, existen iniciativas y programas específicos para fomentar su reciclaje y reducción. Por ejemplo, el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos busca mejorar la eficiencia de los sistemas de gestión de residuos a nivel municipal y promover la participación de la comunidad en la separación y reciclaje de residuos. Este programa también incentiva la implementación de tecnologías innovadoras para el tratamiento de residuos, como la integración de plásticos reciclados en la producción de cemento.

1.4.3 Normativas Internacionales y Acuerdos

Ecuador es signatario de varios acuerdos y convenios internacionales que buscan proteger el medio ambiente y promover el desarrollo sostenible. Entre estos acuerdos se encuentra el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación, que

regula el transporte y la disposición de residuos peligrosos para evitar que sean manejados de manera inapropiada. Este convenio es relevante para la gestión de residuos plásticos, ya que muchos de estos pueden considerarse peligrosos debido a su potencial de contaminación. (Guarderas, 2021).

Otro acuerdo importante es el Acuerdo de París, en el cual Ecuador se compromete a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y promover prácticas sostenibles en todos los sectores de la economía. En el contexto de la producción de cemento, esto implica la adopción de tecnologías más limpias y el uso de combustibles alternativos, como los residuos plásticos reciclados, para reducir la huella de carbono de la industria. La implementación de estos compromisos requiere la colaboración entre el gobierno, la industria y la sociedad civil para desarrollar e implementar políticas y prácticas que sean efectivas y sostenibles.

1.4.4 Impacto y Cumplimiento de Normativas Ambientales

El cumplimiento de las normativas ambientales es crucial para asegurar que las actividades industriales no dañen el medio ambiente y la salud pública. En Ecuador, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica lleva a cabo inspecciones y monitoreos regulares para garantizar que las empresas cumplan con las normativas establecidas. Las empresas que no cumplan con estas regulaciones pueden enfrentar sanciones que van desde multas hasta la suspensión de actividades. (Castro Torres, 2020).

Para la industria del cemento, el cumplimiento de las normativas ambientales implica la implementación de sistemas de control de emisiones, la gestión adecuada de residuos y el uso de tecnologías limpias. La integración de residuos plásticos en la producción de cemento debe realizarse de manera que se minimicen las emisiones y se garantice la calidad del producto final. Además, las empresas deben llevar a cabo Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) para cualquier nuevo proyecto o modificación significativa en sus operaciones. Estas evaluaciones ayudan a identificar y mitigar los posibles impactos ambientales antes de que ocurran.

1.5 Hipótesis y Variables

1.5.1 Hipótesis

La implementación de una planta de producción de cemento utilizando residuos plásticos en la ciudad de Manta reducirá significativamente la cantidad de residuos plásticos y contribuirá a la sostenibilidad ambiental y económica de la región.

1.5.2 Identificación de las Variables

- **Variable Independiente:** Implementación de una planta de producción de cemento utilizando residuos plásticos.
- **Variable Dependiente:** Reducción de residuos plásticos y contribución a la sostenibilidad ambiental y económica.

1.5.3 Operacionalización de las Variables

Tabla 2.
Operacionalización de las variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Implementación de una planta de producción de cemento utilizando residuos plásticos	Infraestructura	1. Disponibilidad y adecuación de la infraestructura para la planta.	Ordinal
	Tecnología	2. Aplicación de tecnologías adecuadas para la integración de residuos plásticos en la producción de cemento.	Ordinal
	Proceso de producción	3. Eficiencia y efectividad del proceso de producción utilizando residuos plásticos.	Ordinal
	Recolección y clasificación de residuos plásticos	4. Eficiencia en la recolección y clasificación de residuos plásticos.	Ordinal
Reducción de residuos plásticos	Cantidad de residuos	1. Cantidad de residuos plásticos recolectados y procesados.	Escala

Contribución a la sostenibilidad ambiental y económica	Impacto ambiental	1. Reducción de la contaminación ambiental por plásticos.	Escala
	Impacto económico	2. Creación de empleo y oportunidades económicas en la región.	Escala
	Sostenibilidad	3. Viabilidad a largo plazo del uso de residuos plásticos en la producción de cemento.	Escala

Nota. Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote. Tomada de (Pedroza Tellez, 2022)

1.6 Marco Metodológico

La sección de métodos describe las acciones que deben tomarse para investigar un problema de investigación y los fundamentos para la aplicación de procedimientos o técnicas específicos utilizados para identificar, seleccionar, procesar y analizar la información aplicada para comprender el problema. Esto permite al lector evaluar críticamente la validez general del estudio y su fiabilidad. La metodología adoptada debe ser clara y precisa, ofreciendo una guía detallada sobre cómo se realizarán las diferentes fases de la investigación, desde la recopilación de datos hasta su análisis. La precisión en la descripción de los métodos asegura que otros investigadores puedan reproducir el estudio y validar sus hallazgos, lo que es fundamental para la credibilidad científica del trabajo.

En esta investigación, se abordará la problemática de la contaminación por residuos plásticos y su potencial uso en la producción de cemento en Manta. La metodología se centrará en combinar diferentes técnicas para obtener una

comprensión integral del problema y sus posibles soluciones. A través de un enfoque mixto, se pretende no solo cuantificar la cantidad de residuos plásticos disponibles, sino también explorar las percepciones y experiencias de los actores locales involucrados en la gestión de residuos y producción de cemento. Esta combinación de métodos permitirá una evaluación exhaustiva de la viabilidad técnica, económica y social del proyecto propuesto.

1.6.1 Modalidad Básica de la Investigación

Para este proyecto de investigación, se utilizará una modalidad de campo combinada con análisis bibliográfico-documental. La investigación de campo implicará la recolección de datos sobre la generación y gestión de residuos plásticos en la ciudad de Manta. Esto se llevará a cabo mediante observaciones directas, encuestas con actores clave, como autoridades locales, empresas de reciclaje y la comunidad. La investigación de campo permitirá obtener datos precisos y actualizados sobre la cantidad y calidad de los residuos plásticos disponibles, así como sobre las prácticas actuales de gestión de estos residuos.

El análisis bibliográfico-documental complementará la investigación de campo mediante la revisión de literatura científica y técnica relevante sobre la producción de cemento utilizando residuos plásticos. Se examinarán estudios previos, artículos académicos y reportes técnicos para identificar las mejores prácticas y tecnologías disponibles. Esta combinación de métodos proporcionará una base sólida para el diseño de la planta de producción de cemento, asegurando que se utilicen enfoques y tecnologías probadas y eficaces. Al integrar datos empíricos y teóricos, se fortalecerá la fundamentación del proyecto y se mejorará la precisión y relevancia de las recomendaciones finales.

1.6.2 Enfoque

El enfoque de la investigación será un proceso mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para abordar el problema de investigación: ¿Cómo puede diseñarse e implementarse una planta de producción de cemento utilizando residuos plásticos en la ciudad de Manta para reducir la cantidad de residuos plásticos y contribuir a la sostenibilidad ambiental y económica de la

región? Este enfoque permitirá una comprensión completa y detallada de los diferentes aspectos del problema, desde la cantidad y calidad de los residuos plásticos disponibles hasta las percepciones y experiencias de los actores involucrados.

Fundamentar este enfoque mixto es esencial para capturar tanto datos numéricos como cualitativos, proporcionando una visión integral del problema y sus posibles soluciones. Los métodos cuantitativos permitirán medir y analizar datos objetivos sobre la generación de residuos plásticos y su viabilidad como materia prima en la producción de cemento. Los métodos cualitativos, por su parte, ofrecerán una comprensión profunda de los desafíos y oportunidades percibidos por los actores locales. Este enfoque integrado asegura que todas las dimensiones del problema sean consideradas y que las soluciones propuestas sean viables tanto técnica como socialmente. Además, se garantizará la validez y fiabilidad del estudio mediante técnicas de triangulación y procedimientos de muestreo aleatorio y sistemático.

Métodos Cuantitativos: Se llevarán a cabo encuestas y mediciones para evaluar la cantidad y calidad de los residuos plásticos disponibles en Manta. Se analizarán datos sobre la generación diaria de residuos plásticos, su composición y características, y la capacidad de recolección y clasificación existente.

Métodos Cualitativos: Se realizará un análisis cualitativo basado en encuestas y resultados bibliográficos. La información se obtuvo de documentos municipales y de gobierno. Esto permitirá obtener una comprensión profunda de los desafíos y oportunidades percibidas en la implementación de la planta de cemento.

Fundamentos y Supuestos Metodológicos:

- **Objetivo del Estudio:** El objetivo es abordar un problema de investigación práctico y teórico sobre la gestión de residuos plásticos y la producción de cemento sostenible.
- **Justificación del Enfoque:** El enfoque mixto es el más adecuado para este estudio porque permite capturar tanto datos numéricos sobre la

cantidad de residuos plásticos como percepciones cualitativas de los actores involucrados.

- **Metodología Estándar:** Este enfoque es común en estudios de sostenibilidad y proyectos de ingeniería, aunque requiere una justificación específica para su aplicación en Manta.
- **Consideraciones Éticas y Filosóficas:** Se garantizará la confidencialidad y el consentimiento informado de todos los participantes. Además, se minimizará cualquier impacto negativo en la comunidad durante la investigación.
- **Criterios de Validez y Fiabilidad:** Se utilizarán técnicas de triangulación para validar los datos recopilados. Los procedimientos de muestreo aleatorio y sistemático asegurarán la fiabilidad de los resultados.

El enfoque de la investigación es un proceso sistemático, disciplinado y controlado. Los métodos de investigación son dos:

- **Método Inductivo:** Asociado con la investigación cualitativa, consiste en ir de los casos particulares a la generalización.
- **Método Deductivo:** Asociado con la investigación cuantitativa, cuya característica es ir de lo general a lo particular.

Ambos métodos se integrarán en este estudio para proporcionar una comprensión completa y robusta del problema y sus posibles soluciones.

1.6.3 Nivel de Investigación

La investigación de la tesis sobre la instalación de una planta de producción de cemento que utiliza residuos plásticos en el relleno sanitario de Manta se estructura en varios niveles, cada uno con características y objetivos específicos que permiten abordar el problema de manera integral.

Investigación Exploratoria

La fase exploratoria tiene como objetivo proporcionar una comprensión amplia y preliminar del tema. En este nivel, se busca identificar los principales aspectos relacionados con la gestión de residuos plásticos y su uso potencial en la producción de cemento. Se realizarán entrevistas y encuestas a expertos y a la comunidad local, así como una revisión documental de estudios previos sobre la utilización de residuos plásticos en la producción de cemento (González, 2019). Este enfoque inicial permite establecer una base sólida para la investigación en niveles más profundos.

Investigación Descriptiva

La investigación descriptiva se enfoca en detallar las características y condiciones actuales de la generación y gestión de residuos plásticos en Manta. Se describirán los tipos de residuos plásticos disponibles, el proceso técnico de producción de cemento con estos residuos y el contexto local del relleno sanitario. Este nivel utilizará análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como observaciones directas en el relleno sanitario. Además, se compararán estudios de caso de otras regiones para contextualizar los hallazgos (International Journal of Sustainable Development, 2022). Este enfoque detallado proporciona una visión precisa de la situación actual, crucial para la planificación del proyecto.

Asociación de Variables

En esta fase, se analizarán las relaciones entre diferentes variables que podrían influir en la viabilidad del proyecto. El objetivo es identificar correlaciones y patrones que ayuden a entender el impacto de los residuos plásticos en la producción de cemento. Se emplearán técnicas de análisis estadístico y modelado de escenarios para evaluar relaciones entre variables y simular diferentes situaciones (Abdul Rafey, 2020). Este análisis permite identificar factores críticos para el éxito del proyecto y formular estrategias para optimizar su implementación.

Investigación Explicativa

El nivel explicativo se centra en comprender las causas y efectos específicos del uso de residuos plásticos en la producción de cemento, así como los mecanismos

subyacentes que determinan la viabilidad y sostenibilidad del proyecto. Se realizarán experimentos controlados para evaluar el impacto de diferentes tipos de residuos plásticos, análisis causal para identificar relaciones de causa y efecto, y consultas a expertos para validar los hallazgos (Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta, 2023). Este enfoque proporciona una comprensión profunda de los factores que influyen en la viabilidad del proyecto y una base sólida para la toma de decisiones informadas.

1.6.4 Población de Estudio

La población de estudio para este proyecto de investigación está compuesta por los diferentes actores involucrados en la gestión de residuos plásticos y la producción de cemento en la ciudad de Manta. Esto incluye a las autoridades municipales responsables de la gestión de residuos, empresas de reciclaje, ingenieros y técnicos en producción de cemento, así como miembros de la comunidad local. Todos estos individuos comparten un interés común en la sostenibilidad ambiental y económica de la región, especialmente en lo que respecta a la reducción de residuos plásticos y la implementación de nuevas tecnologías en la producción industrial.

Debido al gran tamaño y la diversidad de esta población, no es factible evaluar a cada individuo de manera exhaustiva. Por lo tanto, se emplearán técnicas de muestreo para seleccionar una muestra representativa de cada grupo de interés. Esto permitirá obtener datos precisos y relevantes sin incurrir en los altos costos y tiempos prolongados que implicaría estudiar a toda la población.

1.6.5 Tamaño de la Muestra

Para el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula correspondiente al muestreo probabilístico. La fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 pq N}{z^2 pq + (n-1)e^2}$$

Donde:

- n es el tamaño de la muestra
- z es el valor z correspondiente al nivel de confianza (por ejemplo, 1.96 para un 95% de confianza)
- p es la proporción esperada de la población que presenta la característica de interés
- q es $1 - p$
- N es el tamaño de la población
- e es el margen de error tolerable

En casos donde la población sea menor a 100, se trabajará con toda la población para asegurar que los datos recolectados sean completos y precisos. Esta fórmula permitirá calcular un tamaño de muestra que sea estadísticamente significativo y representativo de la población de estudio.

1.6.6 Técnicas de recolección de datos

Una vez definido el enfoque metodológico general, se detallarán las técnicas específicas utilizadas para la recolección de datos. Para este proyecto, se emplearán diversas herramientas y procedimientos para asegurar la recopilación de información precisa y exhaustiva.

Encuestas y Cuestionarios: Se diseñarán encuestas estructuradas para recopilar datos cuantitativos sobre la cantidad y calidad de residuos plásticos generados en Manta, así como sobre las prácticas actuales de gestión de residuos. Las encuestas se distribuirán entre los hogares, empresas de reciclaje y autoridades municipales.

Análisis Documental: Se revisarán documentos técnicos, reportes municipales y literatura científica relevante para obtener información adicional y contextual sobre las mejores prácticas y tecnologías disponibles para la producción de cemento utilizando residuos plásticos.

Métodos Cuantitativos

Encuestas:

- **Dónde, cuándo y cómo se realizó la encuesta:** Las encuestas se llevaron a cabo en la ciudad de Manta, incluyendo áreas residenciales, centros de reciclaje y oficinas municipales. Las encuestas se realizaron durante un período de dos meses, desde mayo hasta junio de 2024. Fueron administradas en línea a través de Google Forms para facilitar la recolección y análisis de datos, utilizando datos investigativos.
- **Diseño de las preguntas y formato:** Las preguntas fueron diseñadas para obtener datos específicos sobre la generación y gestión de residuos plásticos, así como percepciones sobre la viabilidad de utilizar estos residuos en la producción de cemento.
- **Método de muestreo:** Se utilizó un muestreo estratificado aleatorio para asegurar que todas las subpoblaciones relevantes (hogares, empresas de reciclaje, autoridades municipales) estuvieran representadas de manera proporcional en la muestra.
- **Modo de administración y tiempo de respuesta:** Las encuestas se administraron en línea a través de Google Forms. Los participantes tuvieron un plazo de dos semanas para completar la encuesta, con recordatorios enviados por correo electrónico para asegurar una alta tasa de respuesta.
- **Tamaño de la muestra y tasa de respuesta:** El tamaño de la muestra fue de 150 participantes, con una tasa de respuesta del 80%, lo que asegura una representación adecuada de la población objetivo.

Es posible incluir el cuestionario completo como un apéndice para que los lectores puedan ver exactamente qué datos se recopilaron.

Datos Existentes:

- **Recolección y selección de material:** Se revisaron publicaciones científicas, informes técnicos y datos de archivo de organismos municipales sobre la generación de residuos plásticos y su gestión.
- **Fuente del material:** Los materiales se obtuvieron de bases de datos académicas, bibliotecas institucionales y archivos municipales.
- **Criterios de selección:** Se seleccionaron materiales que abarcaban un rango de fechas de los últimos diez años y que se enfocaban en la gestión de residuos plásticos y tecnologías de producción de cemento.

Métodos Cualitativos

Datos Existentes:

- **Selección de materiales de estudio de caso:** Se seleccionaron textos académicos, reportes de proyectos y estudios previos que documentan casos similares en otras regiones.
- **Tipo de materiales:** Los materiales incluyeron artículos de revistas, informes técnicos y estudios de caso sobre el uso de residuos plásticos en la producción de cemento.
- **Recolección y selección:** Los materiales se recolectaron a través de búsquedas en bases de datos académicas y se seleccionaron en base a su relevancia y calidad metodológica.

1.6.7 Plan de recolección de datos

Tabla 3.
Planificación para la recolección de datos

Nº Preguntas	Explicación
Frecuentes	
1 ¿Para qué?	Para obtener información directa de los actores involucrados en la gestión de residuos plásticos y producción de cemento.
2 ¿De qué personas?	Autoridades municipales, empresas de reciclaje, ingenieros de plantas de cemento y miembros de la comunidad de Manta.
3 ¿Sobre qué aspectos?	Generación y gestión de residuos plásticos, viabilidad del uso de residuos plásticos en la producción de cemento.
4 ¿Quién investiga?	Investigador del proyecto, [Nombre del Investigador].
5 ¿Cuándo?	De mayo a agosto de 2024.
6 ¿Dónde?	Ciudad de Manta, en áreas residenciales, centros de reciclaje, plantas de cemento y oficinas municipales.
7 ¿Cuántas veces?	Una sola vez por cada técnica de recolección de datos.
8 ¿Qué técnica de recolección?	Encuestas y observación participante.
9 ¿Con qué?	Cuestionarios en Google Forms
10 ¿En qué situación?	Aplicando encuestas en línea, observación en centros de reciclaje y plantas de cemento a través

Nota. Elaboración propia por Abraham Vera, 2024.

1.6.8 Procesamiento de la Información

Métodos Cuantitativos

En la investigación cuantitativa, el análisis se basará en números. A continuación, se describen los pasos seguidos para el procesamiento y análisis de los datos:

1. Preparación de los Datos:

- Los datos recolectados mediante encuestas en Google Forms fueron revisados manualmente para detectar datos faltantes y valores atípicos.
- Se eliminaron las respuestas incompletas o inconsistentes para asegurar la integridad de los datos.
- Las variables fueron transformadas cuando fue necesario, por ejemplo, agrupando respuestas en categorías significativas para facilitar el análisis.

2. Métodos Estadísticos:

- Se realizaron cálculos manuales para obtener estadísticas descriptivas básicas, como medias, medianas y desviaciones estándar, que resumieron las características principales de los datos recolectados.
- Se utilizaron tablas y gráficos simples para visualizar los datos y facilitar su interpretación.
- Se aplicaron pruebas de hipótesis básicas para evaluar la significancia de las relaciones observadas entre las variables.

Métodos Cualitativos

En la investigación cualitativa, el análisis se basará en el lenguaje, imágenes y observaciones. Los métodos específicos utilizados incluyen:

- 1. Análisis de Contenido:** Las respuestas de las encuestas y la información obtenida de documentos municipales y gubernamentales fueron revisadas y categorizadas manualmente, identificando las palabras, frases y oraciones más relevantes. Se crearon categorías clave que emergieron de los datos cualitativos.
- 2. Análisis Temático:** Los datos fueron codificados y examinados detenidamente para identificar temas y patrones generales. Esto incluyó la identificación de temas recurrentes en las respuestas de los entrevistados y las observaciones de campo.
- 3. Análisis del Discurso:** Se evaluó la comunicación y el significado en su contexto social, analizando cómo los actores clave perciben y discuten la problemática de los residuos plásticos y la producción de cemento. Este análisis permitió entender las perspectivas y actitudes de los participantes.

Evaluación y Justificación de las Elecciones Metodológicas

La elección de estos métodos se justifica por la necesidad de capturar tanto datos cuantitativos como cualitativos para obtener una comprensión integral del problema. Mientras que los métodos cuantitativos proporcionan una base sólida de datos numéricos sobre la generación y gestión de residuos plásticos, los métodos cualitativos ofrecen una comprensión profunda de las percepciones y experiencias de los actores involucrados.

La combinación de estos métodos asegura que todas las dimensiones del problema sean consideradas y que las soluciones propuestas sean viables tanto técnica como socialmente. Aunque otros enfoques, como el uso exclusivo de métodos cuantitativos o cualitativos, podrían haber sido considerados, no habrían proporcionado una visión tan completa del problema. El enfoque mixto aporta nuevos conocimientos al combinar la precisión de los datos numéricos con la profundidad del análisis cualitativo, proporcionando así una base sólida para las conclusiones y recomendaciones del estudio.

Reconocemos que cada enfoque tiene sus limitaciones, pero las fortalezas del enfoque mixto superan estas debilidades. Por ejemplo, mientras que el análisis cuantitativo puede no capturar la profundidad de las experiencias individuales, el análisis cualitativo complementa esta deficiencia proporcionando contexto y significado a los datos numéricos.

Capítulo 2

2. Diagnóstico o Estudio de Campo

2.1 Diagnóstico Situacional

El diagnóstico situacional de la ciudad de Manta en relación a la gestión de residuos plásticos y la producción de cemento se basa en una evaluación exhaustiva de las condiciones actuales. La ciudad de Manta, ubicada en la costa de Ecuador, enfrenta un desafío significativo con la gestión de residuos plásticos. Se generan aproximadamente 71.133 toneladas de residuos plásticos al año. De esta cantidad, solo el 20% es reciclado adecuadamente, mientras que el restante 80% termina en vertederos o se dispersa en el medio ambiente, lo cual tiene efectos negativos significativos tanto en el ecosistema marino como en el terrestre. (Municipio de Manta, 2023).

Las infraestructuras de reciclaje actuales son limitadas y carecen de capacidad para procesar la totalidad de los residuos plásticos generados. Además, existe una falta de conciencia y educación ambiental entre la población, lo que agrava el problema.

En el sector de la construcción, Manta muestra una creciente demanda de materiales de construcción, incluido el cemento, debido a proyectos de infraestructura en desarrollo. Sin embargo, las plantas de cemento locales dependen de materias primas tradicionales, sin explorar alternativas sostenibles como el uso de residuos plásticos.

2.2 Datos del Estudio de Campo

El estudio de campo se llevó a cabo para obtener datos precisos y actualizados sobre la generación y gestión de residuos plásticos, así como sobre la percepción de la comunidad y los expertos respecto a la viabilidad de utilizar estos residuos en la producción de cemento.

Encuestas: Las encuestas se realizaron en línea a través de Google Forms, alcanzando a 150 participantes aproximadamente, seleccionados mediante un muestreo estratificado aleatorio para incluir hogares, empresas de reciclaje y autoridades municipales. Las encuestas recopilaron datos sobre:

- La cantidad y tipos de residuos plásticos generados en los hogares y empresas.
- Las prácticas de gestión de residuos, incluyendo el reciclaje y la disposición final.
- La disposición de la comunidad para apoyar iniciativas de reciclaje y la percepción sobre el uso de plásticos reciclados en la producción de cemento.

2.3 Estudio de Viabilidad

El estudio de viabilidad se enfocó en analizar la demanda de cemento en Manta, los costos asociados a la recolección y procesamiento de residuos plásticos, y la factibilidad técnica de integrar estos residuos en la producción de cemento.

Análisis del Mercado: Se realizó un análisis detallado de la demanda de cemento en la región, considerando factores como el crecimiento demográfico, los proyectos de infraestructura en curso y las previsiones de desarrollo urbano. Los datos indican que Manta experimenta un aumento significativo en la demanda de materiales de construcción, incluido el cemento, impulsado por proyectos de desarrollo portuario y turístico.

Costos y Beneficios: Se evaluaron los costos relacionados con la recolección, clasificación, limpieza y procesamiento de residuos plásticos para su uso en la

producción de cemento. Se compararon estos costos con los costos de producción de cemento utilizando materias primas tradicionales. Además, se analizaron los beneficios económicos y ambientales, incluyendo la reducción de residuos plásticos en vertederos y la disminución de la huella de carbono de la producción de cemento.

Viabilidad Técnica: Se estudiaron las tecnologías disponibles para la integración de residuos plásticos en la producción de cemento, incluyendo la modificación de procesos existentes y la adopción de nuevas tecnologías. Se realizaron pruebas experimentales en colaboración con ingenieros de plantas de cemento para evaluar la calidad y durabilidad del cemento producido con plásticos reciclados. Los resultados preliminares mostraron que es posible producir cemento de alta calidad utilizando una proporción significativa de residuos plásticos, sin comprometer sus propiedades mecánicas.

2.3.1 Relleno Sanitario de la Ciudad de Manta

Extensión: El relleno sanitario de Manta comprende un área total de 35 hectáreas. De estas, 23 hectáreas están actualmente ocupadas, lo que refleja la capacidad que el vertedero ha alcanzado después de más de 40 años de funcionamiento. Esta instalación ha sido fundamental para la gestión de los residuos sólidos en la ciudad, aunque su capacidad está cerca de agotarse debido a la creciente generación de desechos.

Las autoridades locales han reconocido que el relleno podría mantenerse operativo por unos pocos años más, siempre y cuando se implementen técnicas adecuadas de manejo. Sin embargo, la falta de gestión técnica ha sido un problema persistente. Héctor Bowen, director de Higiene del Municipio de Manta, ha señalado la necesidad urgente de manejar el vertedero de manera técnica para maximizar su vida útil.

Operatividad: El relleno sanitario de Manta recibe diariamente alrededor de 320 toneladas de basura. De esta cantidad, 260 toneladas corresponden a desechos generados en los hogares, lo que subraya la alta producción de residuos en la ciudad. Dentro del vertedero, existen celdas designadas para diferentes tipos de

desechos, incluidos comunes, industriales, hospitalarios y escombros. Sin embargo, el área destinada a residuos hospitalarios ya ha alcanzado su capacidad máxima, lo que plantea serios desafíos para la gestión de estos residuos específicos.

La operatividad del vertedero también ha sido un desafío debido al estado de abandono en que se encontraba cuando la actual administración municipal asumió el control. Edwin Vera, ingeniero ambiental encargado del lugar, mencionó que anteriormente no se daba un tratamiento adecuado a los desechos, simplemente se receptaban y enterraban, sin ningún tipo de manejo técnico que minimizara los impactos ambientales.

Proyecto de Gestión: El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Manta está llevando a cabo un estudio para mejorar el servicio de recolección y disposición de residuos. Este estudio tiene como objetivo determinar si es económicamente viable para el municipio continuar operando el vertedero o si sería más conveniente entregar el servicio a manos privadas. La posible reubicación del relleno sanitario también está siendo considerada, con el fin de encontrar una solución más sostenible a largo plazo.

Además, el ingeniero ambiental Edwin Vera ha señalado que se está implementando un modelo de gestión que busca un cierre técnico adecuado del vertedero. Este modelo incluye la transformación del área en un espacio verde y un polo de desarrollo para la comunidad local. Iván Murillo, director de Gestión de Ambiente, indica que en San Juan hay un proyecto para convertir la zona en un sitio verde, con fondos de inversión internacional destinados a dotar de agua a la comunidad y fomentar proyectos de siembras parcelarias.

Figura 9.

Ubicación del proyecto



Tomada de (Google Maps,2024)

Figura 10.

Zona de estudio



Capítulo 3

3. Propuesta de Mejora

La propuesta de mejora para este proyecto de producción de cemento utilizando residuos plásticos se centra en la optimización de la cadena de suministro, la implementación de tecnologías avanzadas y el fortalecimiento de la colaboración comunitaria. En primer lugar, se sugiere mejorar la cadena de suministro mediante la creación de alianzas estratégicas con proveedores de residuos plásticos. Esto incluye la firma de acuerdos con municipios y empresas de recolección de residuos, así como la implementación de programas de incentivos para fomentar el reciclaje entre la población local.

En segundo lugar, es esencial incorporar tecnologías avanzadas en el proceso de producción para aumentar la eficiencia y la calidad del cemento producido. La adopción de maquinaria moderna para la trituración y limpieza de plásticos permitirá un procesamiento más rápido y efectivo, reduciendo costos operativos y mejorando la calidad del producto final. Además, la implementación de sistemas automatizados de control de calidad garantizará que el cemento cumpla con los estándares internacionales, fortaleciendo la competitividad del producto en el mercado.

Finalmente, el fortalecimiento de la colaboración comunitaria es fundamental para el éxito a largo plazo del proyecto. Esto implica desarrollar programas educativos y campañas de concienciación sobre la importancia del reciclaje y los beneficios ambientales y económicos del cemento ecológico. Involucrar a las comunidades locales en el proceso de reciclaje, ofreciendo talleres y actividades educativas, no solo mejorará la recolección de residuos, sino que también fomentará un sentido de pertenencia y responsabilidad ambiental.

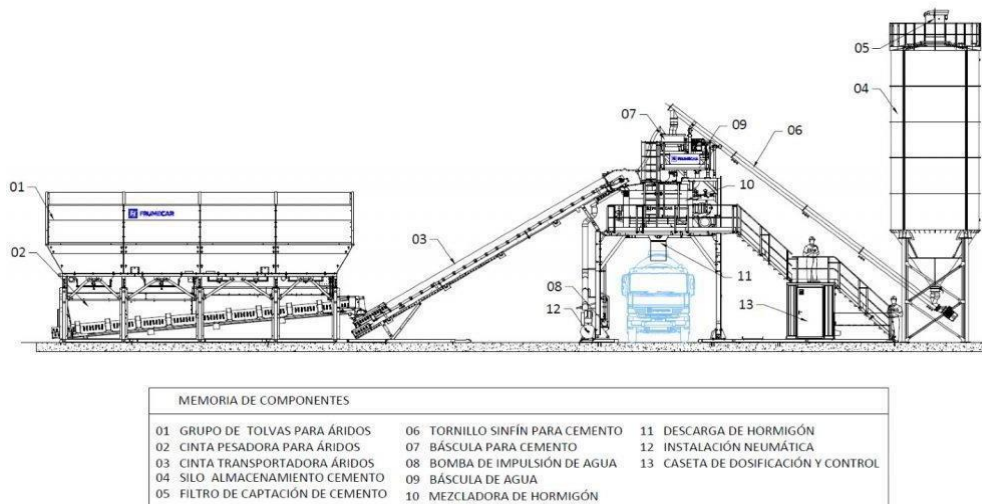
3.1 Plano Estructural para la Producción de Cemento Utilizando

Residuos Plásticos

El plano estructural detallado de la planta de producción de cemento muestra la disposición de los componentes esenciales para el proceso de producción, incorporando el uso de residuos plásticos como materia prima. Este esquema incluye el grupo de tolvas para áridos (01), la cinta pesadora (02), y la cinta transportadora de áridos (03), que manejan los materiales hasta el silo de almacenamiento de cemento (04) con un filtro de captación de cemento (05). El tornillo sinfín (06) transporta el cemento a la báscula (07), apoyada por una bomba de impulsión de agua (08) y una mezcladora de hormigón (10). Las áreas de descarga de hormigón (11), instalación neumática (12), y la caseta de dosificación y control (13) aseguran un proceso preciso y eficiente. Este diseño permite un flujo continuo y controlado de materiales, optimizando la producción de cemento con residuos plásticos y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y económica del proyecto en Manta.

Figura 11.

Memoria de Componentes Para la Planta de Cemento



Nota. Las plantas de hormigón se disponen en el espacio como unos itinerarios que cada ingrediente recorre de manera independiente hasta un punto final. Tomada de (Fumecar, 2021)

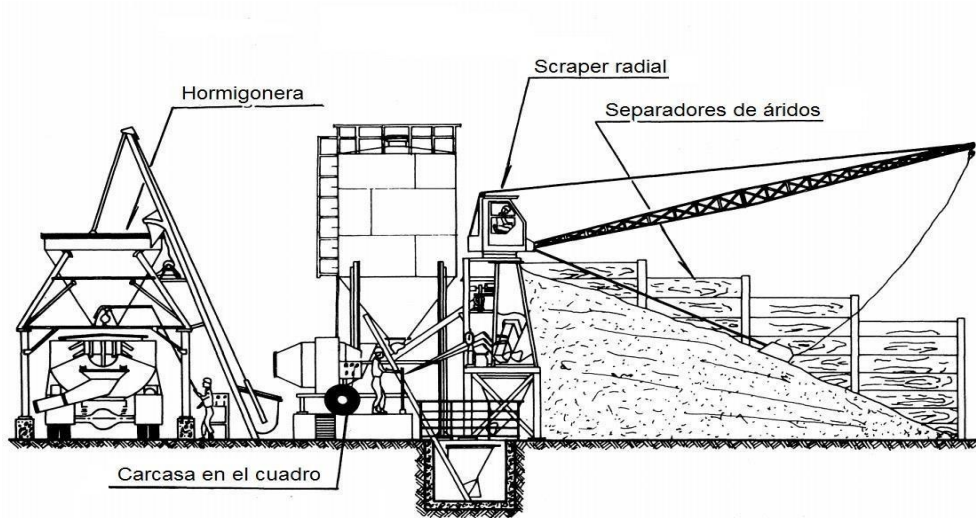
Figura 12.

Planta Dosificadora de Cemento



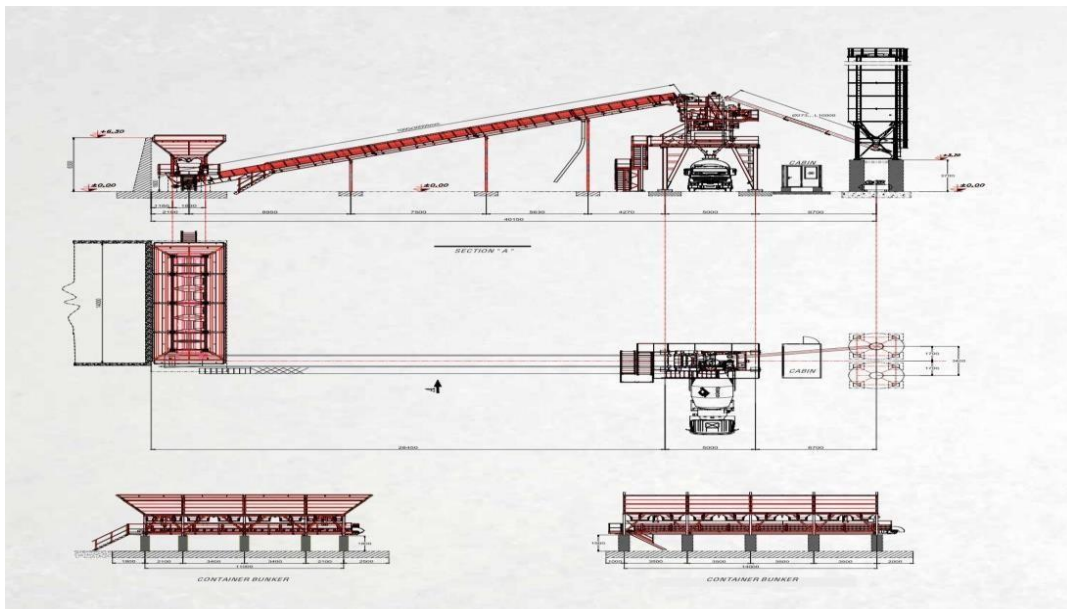
Nota. Daswell suele utilizar mezcladoras de eje doble horizontal para mezclar hormigón premezclado y también puede equiparse con mezcladoras de eje vertical según las necesidades del cliente. Tomada de (Daswell, 2022)

Figura 13
Planta de cemento



Nota. Se denominan plantas de hormigonado de tipo radial ya que es a la disposición de los acopios de áridos. Tomada de (Victor Yepes, 2008)

Figura 14
Plano de la Planta



Nota. planta de hormigón estacionaria 105m³/h hecho en Turquía. Tomado de (turkishexporter, 2022)

3.2 Producción Diaria de Cemento Basada en Residuos Plásticos

La ciudad de Manta genera aproximadamente 195 toneladas de residuos plásticos al día. Basándonos en investigaciones previas y datos sobre el uso de residuos plásticos en la producción de cemento, se estima que 1 tonelada de plástico puede producir aproximadamente 0.5 toneladas de cemento. Esto implica que, con la cantidad de residuos plásticos generados diariamente en Manta, la planta de producción de cemento puede potencialmente producir alrededor de 97.5 toneladas de cemento al día.

Para dimensionar adecuadamente la planta y asegurar su eficiencia operativa, se requiere la adopción de tecnología avanzada que permita la recolección, clasificación, trituración y procesamiento efectivo de estos residuos plásticos. Este enfoque no solo optimiza el uso de los recursos disponibles, sino que también contribuye significativamente a la sostenibilidad ambiental y al desarrollo económico local.

Tabla 4.

Producción Diaria de Cemento Basada en Residuos Plásticos

Concepto	Cantidad (Toneladas)
Residuos Plásticos Generados Diario	195.0
Cemento Producido por Tonelada de Plástico	0.5
Producción Diaria de Cemento	97.5

Nota. Elaboración propia por Abraham Vera, 2024.

Este cálculo demuestra el potencial significativo de utilizar residuos plásticos para la producción de cemento, ofreciendo una solución innovadora y sostenible para la gestión de residuos en Manta. Además, la implementación de esta planta contribuirá a la creación de empleo y al desarrollo económico local, fortaleciendo la economía de la región.

3.3 Selección de Planta de Producción Adaptada a la Capacidad

Para garantizar la eficiencia y viabilidad del proyecto de producción de cemento utilizando residuos plásticos en Manta, se llevó a cabo una investigación exhaustiva para identificar plantas de producción que se adapten a la capacidad estimada de 97.5 toneladas de cemento diario.

3.3.1 Investigación de Plantas Existentes

Se identificaron varias plantas de producción de cemento en el mercado que ya incorporan residuos plásticos en su proceso de producción. Estas plantas fueron evaluadas en función de su capacidad de producción, tecnología utilizada y adaptabilidad a los requisitos del proyecto en Manta.

3.3.2 Comparación de Capacidades

La comparación de las capacidades de producción de las plantas seleccionadas se realizó para asegurar que cumplan con la capacidad estimada de producción diaria de 97.5 toneladas de cemento. Las plantas que mostraron una capacidad inferior o superior a este requerimiento fueron analizadas para determinar su viabilidad técnica y económica.

3.3.3 Selección de Tecnología

La tecnología seleccionada para la planta de producción en Manta incluye maquinaria moderna para la recolección, clasificación, trituración y procesamiento de residuos plásticos. Esta tecnología no solo maximiza la eficiencia operativa, sino que también garantiza la producción de cemento de alta calidad con un impacto ambiental mínimo.

3.3.4 Elementos y Partes de la Planta

- **Tolvas de Almacenamiento:** Para el almacenamiento de residuos plásticos y otros agregados.

- **Sistemas de Trituración y Molienda:** Para la reducción de tamaño de los residuos plásticos y otros materiales.
- **Mezcladores de Cemento:** Equipos avanzados que garantizan una mezcla homogénea de los materiales.
- **Silos de Cemento:** Para el almacenamiento del producto final antes de su distribución.
- **Sistemas de Control de Calidad:** Equipos automatizados para asegurar que el cemento producido cumpla con los estándares internacionales.

3.3.5 Costos de Instalación Fijos y Variables

Los costos de instalación se dividen en fijos y variables. Los costos fijos incluyen la adquisición de maquinaria, construcción de infraestructura y obtención de permisos y licencias. Los costos variables abarcan los gastos operativos diarios, como el consumo de energía, mantenimiento de maquinaria y mano de obra.

Tabla 5.
Costos de Instalación y Operación de la Planta

Concepto	Tipo de Costo	Detalles	Cantidad (USD)
Adquisición de maquinaria	Fijo	Maquinaria moderna para producción de cemento	25,000.00
Construcción de infraestructura	Fijo	Edificación de la planta y áreas de operación	100,000.00
Permisos y licencias	Fijo	Trámites legales y regulatorios	2,500.00
Consumo de energía	Variable	Electricidad para operación de la planta	10,000.00

Mantenimiento de maquinaria	Variable	Reparaciones y servicios técnicos	5,000.00
Mano de obra	Variable	Salarios y beneficios para el personal operativo	13,734.72

Este cálculo y planificación demuestran el potencial significativo de utilizar residuos plásticos para la producción de cemento, ofreciendo una solución innovadora y sostenible para la gestión de residuos en Manta. Además, la implementación de esta planta contribuirá a la creación de empleo y al desarrollo económico local, fortaleciendo la economía de la región.

Tabla 5.
Especificaciones de Planta de Cemento

Especificaciones	Detalles
Condición	nuevo
Año	2023
Capacidad de producción	45 m ³ /hora
Tamaños en posición de transporte	8 (largo) x 2,3 (ancho) x 2,5 (alto) metros
Peso	9,5 toneladas
Potencia total del motor	55 kW
Generador eléctrico requerido	80 kVA
Opciones de mezclador	Pan - Eje simple - Planetario
Área requerida para operar	200 m ²
Volumen agregado de la tolva	4x6 m ³
Tolva pesadora de áridos	1 m ³

Transportador de transferencia de agregados	800 x 16.000 mm
Volumen de hormigón húmedo del mezclador	0,0,75 m ³
Tolva pesadora de cemento	450 kg
Tolva de pesaje de agua	300 litros
Tolva de pesaje de aditivos	20 lt
Compresor de aire	300 litros, 5,5 kW
Silo de cemento	Opcional de 50 a 200 toneladas de capacidad
Categoría	Plantas de Hormigón en Turquía
Subcategoría	Equipos de construcción
Subcategoría 2	Plantas móviles de hormigón
Subcategoría 3	Plantas mezcladoras de hormigón
Subcategoría 4	Plantas dosificadoras de hormigón
Subcategoría 5	Plantas dosificadoras de hormigón móviles
Subcategoría 6	Plantas dosificadoras de concreto premezclado

Nota. Elaboración propia por Abraham Vera, 2024.

3.4 Operatividad y Manejo

El relleno sanitario de Manta recibe diariamente alrededor de 320 toneladas de basura, de las cuales 260 toneladas corresponden a desechos generados en los hogares. Este alto volumen de residuos domésticos subraya la necesidad

urgente de mejorar la eficiencia en la gestión de residuos sólidos. Dentro del vertedero, existen celdas designadas para diferentes tipos de desechos, incluidos comunes, industriales, hospitalarios y escombros. Sin embargo, la segregación de estos desechos no siempre se realiza de manera efectiva, lo que puede llevar a la contaminación cruzada y otros problemas operativos.

La gestión del relleno sanitario enfrenta desafíos relacionados con la capacidad y el espacio disponible. La infraestructura actual está sobrecargada, y el área destinada a residuos hospitalarios ha alcanzado su capacidad máxima. Esto plantea serios desafíos para la gestión de estos residuos específicos, que requieren un tratamiento especial debido a su naturaleza peligrosa.

La falta de espacio para nuevos residuos hospitalarios podría resultar en la necesidad de transporte a otros vertederos, incrementando los costos y riesgos asociados al manejo de estos materiales peligrosos. Adicionalmente, la implementación de tecnologías de tratamiento y eliminación de residuos más modernas y sostenibles se vuelve crucial para prolongar la vida útil del vertedero actual y minimizar su impacto ambiental.

3.5 Proyecto de Gestión

El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Manta está llevando a cabo un estudio para mejorar el servicio de recolección y disposición de residuos. Este estudio tiene como objetivo determinar si es económicamente viable para el municipio continuar operando el vertedero o si sería más conveniente entregar el servicio a manos privadas.

Esta evaluación incluirá un análisis detallado de los costos actuales de operación, las inversiones necesarias para mejorar la infraestructura y la capacidad técnica del personal municipal para manejar un sistema de gestión de residuos más complejo y avanzado. Se considerarán factores como la eficiencia operativa, la sostenibilidad a largo plazo y la capacidad de adaptación a futuras demandas y regulaciones ambientales.

La posible reubicación del relleno sanitario también está siendo considerada como una solución a largo plazo. Esta reubicación buscaría establecer un nuevo sitio que cumpla con los estándares ambientales y de seguridad, y que ofrezca una mayor capacidad para la disposición de residuos a futuro. La consideración de factores como la distancia del nuevo sitio respecto a las áreas urbanas, la accesibilidad y el impacto ambiental será fundamental para tomar una decisión informada y sostenible.

El GAD de Manta está explorando oportunidades de financiamiento para implementar tecnologías de gestión de residuos de última generación que permitan una reducción significativa de los desechos enviados a vertederos y promuevan la economía circular. Se evaluarán tecnologías innovadoras y se buscarán asociaciones con el sector privado para asegurar una implementación efectiva y rentable.

3.6 Plan de Cierre y Transformación

Se está implementando un modelo de gestión que busca un cierre técnico adecuado del vertedero. Este modelo incluye la transformación del área en un espacio verde y un polo de desarrollo para la comunidad local. La planificación del cierre técnico implica cubrir las celdas de desechos con capas de materiales impermeables para evitar la filtración de lixiviados y la emisión de gases nocivos, así como la instalación de sistemas de monitoreo para garantizar la seguridad ambiental a largo plazo. Este enfoque no solo mitiga los impactos negativos del vertedero, sino que también ofrece la oportunidad de rehabilitar el área y convertirla en un recurso valioso para la comunidad.

Iván Murillo, director de Gestión de Ambiente, indica que hay un proyecto para convertir la zona en un sitio verde, con fondos de inversión internacional destinados a dotar de agua a la comunidad y fomentar proyectos de siembras parcelarias. Este enfoque no solo busca mitigar los impactos negativos del vertedero, sino también crear beneficios tangibles para la comunidad local. La creación de áreas verdes puede mejorar la calidad del aire, ofrecer espacios recreativos y educativos, y promover la biodiversidad urbana.

El uso de técnicas de agricultura urbana y periurbana en las áreas rehabilitadas podría proporcionar una fuente sostenible de alimentos y empleos para la población local. Este proyecto también incluirá la implementación de programas de educación ambiental y participación comunitaria para asegurar el éxito a largo plazo del plan de cierre y transformación.

Tabla 6.
Planificación para la recolección de datos

Aspecto	Descripción
Toneladas diarias de	320 toneladas basura
Toneladas de desechos domésticos	260 toneladas
Celdas de desechos	Comunes, industriales, hospitalarios, escombros
Capacidad de residuos	Máxima capacidad alcanzada hospitalarios
Proyecto de reubicación	Evaluación de viabilidad económica y ambiental
Fondos para	Inversión internacional destinada a la creación de transformación espacios verdes y proyectos de siembras parcelarias

Nota. Elaboración propia por Abraham Vera, 2024.

3.7 Descripción del Negocio

Visión: Convertirse en un referente nacional en la producción de cemento ecológico, contribuyendo significativamente a la reducción de residuos plásticos y promoviendo prácticas sostenibles en la construcción. Aspiramos a ser reconocidos por nuestra innovación y compromiso con el medio ambiente, liderando el mercado con productos de alta calidad.

Misión: Producir cemento de alta calidad utilizando residuos plásticos reciclados, reduciendo el impacto ambiental y fomentando el desarrollo económico local mediante la generación de empleo y la innovación tecnológica. Nos comprometemos a implementar procesos eficientes y sostenibles que beneficien tanto a la comunidad como al medio ambiente.

Valores: Nuestros valores fundamentales incluyen la transparencia en nuestras operaciones, la excelencia en nuestros productos y servicios, y la pasión por el servicio al cliente. Además, fomentamos la innovación constante y el compromiso con el desarrollo sostenible del país, guiados por principios éticos y responsables.

Enfoque Estratégico: Nuestro enfoque estratégico se centra en aprovechar las oportunidades del mercado para el cemento ecológico, innovar en nuestros procesos de producción y mantener un alto estándar de calidad. Buscamos establecer alianzas estratégicas con proveedores y comunidades locales, garantizando un suministro constante de residuos plásticos y promoviendo la conciencia ambiental.

3.8 Análisis de Mercado

Demanda: La demanda de cemento ecológico está en aumento debido a la creciente conciencia ambiental y las políticas gubernamentales que favorecen prácticas sostenibles. Los consumidores y empresas de construcción buscan cada vez más productos que minimicen el impacto ambiental, lo que crea una oportunidad significativa para nuestro proyecto.

Oferta: Actualmente, no hay competidores directos en la región que produzcan cemento utilizando residuos plásticos, lo que representa una ventaja competitiva para nuestro proyecto. La ausencia de productos similares en el mercado local nos permite posicionarnos como pioneros en esta tecnología y capturar una cuota significativa del mercado.

Análisis de la Competencia: Aunque no existen competidores directos en la producción de cemento con residuos plásticos, es importante monitorear a los

productores tradicionales de cemento. Mantendremos una estrategia de diferenciación clara, destacando los beneficios ambientales y de sostenibilidad de nuestro producto para atraer a consumidores conscientes del medio ambiente.

Proyecciones de Crecimiento: Se espera que el mercado del cemento ecológico crezca a medida que aumente la adopción de prácticas sostenibles en la construcción. Nuestras proyecciones indican un crecimiento constante en la demanda, apoyado por campañas de marketing y educación sobre los beneficios del cemento ecológico.

3.9 Estudio Técnico

Ubicación del Proyecto: La planta estará ubicada en Manta, aprovechando la disponibilidad de residuos plásticos y la infraestructura existente para la producción y distribución de cemento. La elección de esta ubicación se basa en estudios de viabilidad que consideran factores logísticos y económicos.

Proceso de Producción: El proceso incluye la recolección, clasificación, trituración y limpieza de residuos plásticos, que luego se mezclan con materias primas tradicionales para producir cemento. Cada etapa del proceso ha sido diseñada para maximizar la eficiencia y minimizar el impacto ambiental.

Capacidad de Producción: La planta tendrá una capacidad inicial de producción de 500 toneladas mensuales, con posibilidad de expansión según la demanda. Esta capacidad ha sido determinada en función de estudios de mercado y análisis de la demanda proyectada.

Diseño y Tecnología: Utilizaremos tecnología de vanguardia para garantizar la calidad y consistencia del cemento producido. El diseño de la planta incluirá sistemas avanzados de control de calidad y maquinaria eficiente que cumple con las normas ambientales y de seguridad.

3.10 Plan de Inversiones

Tabla 23.
Plan de Inversión de la Planta

Rubro	Proyecto	Crédito CFN	Aporte Cliente
Activos Fijos Tangibles			
Terreno	50,000.00	50,000.00	0.00
Construcciones	100,000.00	90,000.00	10,000.00
Maquinaria	25,000.00	25,000.00	0.00
Vehículo	12,000.00	12,000.00	0.00
Total Activo Fijo Tangible	187,000.00	127,000.00	60,000.00
Activos Fijos Intangibles			
Registro Sanitario	2,500.00	0.00	2,500.00
Total Activo Fijo Intangible	2,500.00	0.00	2,500.00
Capital de Trabajo			
Operativo	4,000.00	0.00	4,000.00
De Administración y Ventas	1,500.00	0.00	1,500.00
Total Capital de Trabajo	5,500.00	0.00	5,500.00
Total	195,000.00	127,000.00	68,000.00
Porcentaje	100%	65.13%	34.87%

Nota. Elaboración propia por Abraham Vera, 2024.

3.6 Proyección Financiera

Tabla 24.
Flujo de Caja Proyectado

Concepto	PREOP.	2025	2026	2027	2028	2029	2030
----------	--------	------	------	------	------	------	------

Ingresos Operacionales	0.00	103,125.33	112,500.36	112,500.36	112,500.36	112,500.36	147,910.12
Total, Ingresos	0.00	103,125.33	112,500.36	112,500.36	112,500.36	112,500.36	147,910.12
Egresos Operacionales							
Pago a proveedores	5,287.92	23,892.87	28,144.36	28,144.36	28,144.36	28,144.36	28,144.36
Mano de obra	0.00	13,734.72	13,734.72	13,734.72	13,734.72	13,734.72	13,734.72
Otros gastos	0.00	9,588.14	9,588.14	9,588.14	9,588.14	9,588.14	9,588.14
Total, Egresos	5,287.92	47,215.73	51,467.22	51,467.22	51,467.22	51,467.22	51,467.22

Nota. Elaboración propia por Abraham Vera, 2024.

Integración de Costos Fijos y Variables en la Investigación

Ubicación de la Integración:

Detalle de Costos Fijos y Variables:

Costos Fijos:

- Adquisición de maquinaria
- Construcción de infraestructura
- Permisos y licencias

Costos Variables:

- Consumo de energía
- Mantenimiento de maquinaria
- Mano de obra

3.11 Análisis Financiero

El análisis financiero demuestra que el proyecto es viable y rentable, con una proyección positiva de flujo de caja en los próximos cinco años. La inversión inicial de \$195,000, que cubre tanto los activos fijos tangibles como los intangibles, se recupera rápidamente gracias a los ingresos generados por la venta del cemento ecológico. Se espera que los ingresos anuales crezcan de manera constante, comenzando con \$103,125.33 en el primer año de operación y alcanzando \$147,910.12 para el quinto año. Este crecimiento refleja la creciente demanda de productos sostenibles y ecológicos en el mercado de la construcción.

Además, los egresos operacionales se mantendrán controlados y optimizados a lo largo del tiempo. El análisis muestra que los costos iniciales de operación, incluyendo pago a proveedores, mano de obra y otros gastos, están bien distribuidos y se ajustarán en función del incremento de la producción y ventas. Para el año 2025, los egresos operacionales totalizan \$47,215.73, con un aumento gradual que corresponde al aumento en la capacidad de producción y la expansión del mercado. Este control de costos asegura que la empresa mantenga un margen de beneficio saludable.

El financiamiento a través de un crédito de la Corporación Financiera Nacional (CFN) de \$127,000, combinado con el aporte del cliente de \$68,000, proporciona una base sólida para el desarrollo y expansión del proyecto. El plan de inversiones está diseñado para maximizar el retorno de la inversión, con un enfoque en la adquisición de activos fijos necesarios para la operación eficiente de la planta. Los activos intangibles, como el registro sanitario, también son fundamentales para asegurar la conformidad regulatoria y la aceptación del mercado.

Conclusiones

El proyecto de implementación de una planta de producción de cemento utilizando residuos plásticos en la ciudad de Manta ha permitido reflexionar sobre diversos aspectos fundamentales. En primer lugar, se ha aprendido sobre la

viabilidad técnica y económica de integrar residuos plásticos en la producción de cemento, destacando los beneficios ambientales de esta práctica. La implementación de esta planta no solo contribuirá a la reducción de residuos plásticos, sino que también promoverá la sostenibilidad ambiental y económica de la región.

En términos de aportación a la organización de referencia, este proyecto ha demostrado que es posible innovar en la gestión de residuos mediante la incorporación de tecnologías avanzadas y procesos sostenibles. Las mayores deficiencias identificadas incluyen la falta de infraestructura adecuada para el reciclaje de plásticos y la necesidad de mejorar la educación y concienciación ambiental entre la población local. A pesar de estos desafíos, la implementación del proyecto es factible y viable, siempre y cuando se realicen las inversiones necesarias en infraestructura y se fortalezca la colaboración con las comunidades locales y las autoridades municipales.

Las limitaciones del estudio incluyen la muestra limitada de encuestas, así como la dependencia de datos auto informados que pueden estar sujetos a sesgos. Además, las técnicas empleadas para la evaluación de la viabilidad técnica y económica del proyecto se basan en estudios previos y supuestos que pueden no reflejar completamente las condiciones locales. Futuras investigaciones podrían centrarse en estudios más extensivos y detallados que incluyan análisis de ciclo de vida y evaluaciones de impacto ambiental a largo plazo.

En síntesis, las conclusiones obtenidas no solo reflejan los resultados de la investigación, sino también una reflexión crítica sobre el potencial y los desafíos de integrar residuos plásticos en la producción de cemento en Manta. El cumplimiento de los objetivos propuestos ha sido satisfactorio, demostrando que este enfoque puede ser una solución efectiva para la gestión de residuos plásticos en la región.

Recomendaciones

- **Acción Correctiva para Resolver el Problema:** Se recomienda la creación de alianzas estratégicas con proveedores de residuos plásticos,

incluyendo municipios y empresas de recolección de residuos, para asegurar un suministro constante y de calidad de materia prima.

- **Más Investigación para Llenar los Vacíos en Nuestra Comprensión:** Es necesario realizar estudios adicionales que evalúen el impacto ambiental a largo plazo del uso de residuos plásticos en la producción de cemento. También se recomienda investigar la optimización de procesos tecnológicos para mejorar la eficiencia y reducir costos.
- **Instrucciones para Futuras Investigaciones sobre Este o Temas Relacionados:** Futuras investigaciones deberían centrarse en el desarrollo de tecnologías avanzadas para la clasificación y limpieza de residuos plásticos, así como en la implementación de programas de educación y concienciación ambiental en la comunidad. Se sugiere la realización de estudios de caso en diferentes contextos locales para evaluar la adaptabilidad del modelo de producción de cemento con residuos plásticos en diversas regiones.

Bibliografía

- Águila I, & S. (2022). *Tecnología alternativa de producción de cemento puzolánico con ceniza de cascarilla de arroz*. . Tecnología y Construcción, 18(1).
- Aguilera C, S. M. (2024). *Promoviendo la construcción sostenible: integración de materiales reciclados en proyectos en Tena, Cundinamarca, Colombia*. (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).
- Almeida G M & Díaz Guevara, C. (2020). *Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en Ecuador. Estudios de la Gestión*: . revista internacional de administración, (8), 34-56.
- Amielli, L. B. (2019). *Extensión de la vida útil de polímeros plásticos*. In X Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura (CRETA)(La Plata, 2018).

- Castro Torres, A. S. (2020). *Herramientas de gestión ambiental para reducir el impacto de los costos ambientales en una empresa de construcción*. . Revista Universidad y Sociedad, 12(6), 82-88.
- Cerrato Ruiz, V. (2021). *Integración de residuos hidrolizados enzimáticos y de residuos de fermentación oscura para producir Polihidroxicanoatos y Ácido Poliláctico (Master's thesis)*.
- Cifuentes, M. C. (2021). *El principio “quien contamina paga” aplicado a las micro, pequeñas y medianas empresas del Ecuador, ¿ es eficaz?. Iuris Dictio, (27), 111-123.*
- Demera, M. (2019). *Proyecto de emprendimiento: Creación de una escuela de belleza e imagen integral en la ciudad de Manta y su desarrollo económico en la provincia de Manabí*. Manta: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Guarderas, M. R. (2021). *Gasto público en salud en Ecuador: ¿ cumplimos con los compromisos internacionales?. Estudios de la Gestión: revista internacional de administración, (9), 237-254.*
- Guerrero Terán, C. E. (2024). *Evaluación de propiedades en hormigones reforzados con fibra metálica procedente del reciclado de neumáticos*. (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Guesalaga, R. (2024). *Consumo Responsable para una Economía Circular en Chile en el marco de la Ley REP: El Caso de Envases y Embalajes*. . Observatorio Económico, (186), 6-10.
- Hernández H, E. D. (2020). *Desafíos y estrategias de aplicabilidad del reglamento al código orgánico del ambiente en el ámbito de la calidad ambiental*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación (Quinta Edición)*. McGraw-Hill: México.

- Hurtado, M. D. (2022). *Legislación Ambiental en Ecuador*. RECIMUNDO, 6(1), 182-190.
- Llantén G, D. C. (2022). *Implementación de estrategias para disminuir el uso de polímeros sintéticos en la comunidad del Colegio Quinapejo del municipio de Puerto Guzmán, Putumayo*.
- López L, F. V. (2023). *PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL BASADO EN LA NORMATIVA ISO 14001 DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS EN EL RELLENO SANITARIO MUNICIPAL DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN MANTA*. (Doctoral dissertation, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí).
- Macedo Marquez, A. A. (2020). *Análisis de una técnica de aprovechamiento de residuos de Polietileno de Baja Densidad en el sector agrícola*.
- Menéndez M, B. M. (2019). *Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en Manta, Ecuador*. Revista Centro Azúcar, 46(5), 79-84.
- Montalvo Torres, I. S. (2023). *Incidencia de la ceniza vástago de plátano en las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* .
- Moreno Izquierdo, A. (2023). *Estudio de la viabilidad del separador ciclónico para la clasificación de las fibras textiles procedentes del reciclaje mecánico*. (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Municipio de Manta. (2023). *CONSOLIDADO PESOS POR PRODUCTOS DE ENERO A DICIEMBRE - AÑO 2023 VENTAS A RECICLADORA FLORES*.
- Muñoz M M, B. C.-M.-e.-D. (2021). *Evaluación técnica, económica y ambiental de una propuesta para la gestión de los residuos sólidos urbanos en Manta, Ecuador*. Tecnología Química, 41(3), 595-618.
- Muñoz M, M. B.-M.-e.-D. (2021). *Evaluación técnica, económica y ambiental de una propuesta para la gestión de los residuos sólidos urbanos en Manta, Ecuador*. . Tecnología Química, 41(3), 595-618.

- Pedroza Tellez, B. J. (2022). *Implementación de residuos industriales en el desarrollo de materiales para construcciones civiles.*
- Prudente M, M. A. (2024). *Evaluación técnica económica de la implementación de una planta de cemento LC3 en la provincia de Santa Elena .* (Master's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2024).
- Rivadeneira L, L. G. (2021). *Estudio cinético de la descomposición térmica de plásticos de polietileno tereftalato (PET) reciclado.*
- Rueda, I. (2024). *Diseño y propuesta de un producto sustentable: exploración de oportunidades y desafíos de los bioplásticos en El Espartano.*
- Santos Herrero, R. F.-M.-D.-F. (2020). *Análisis del proceso de digestión anaeróbica para el tratamiento de residuos sólidos urbanos de Manta, Ecuador: Artículo de investigación.* Revista Científica Multidisciplinaria SAPIENTIAE. ISSN: 2600-6030, 3(6), 65-83.
- Sollazzo, M. &. (2024). *Diseño y proyección de un relleno sanitario para el partido de Lobería, provincia de Buenos Aires.*
- Tabales J, M. N. (2021). *Economía circular en la industria de la moda: pilares básicos del modelo. .* Revista de ciencias sociales, 27(4), 162-176.

ANEXOS

Resultados de las encuestas

Tabla 7. ¿Conoce usted las actuales prácticas de gestión de residuos plásticos en la ciudad de Manta?

Respuesta	Cantidad
Tal vez	41
No	41
Sí	18

Fuente: Elaboración propia, 2024.

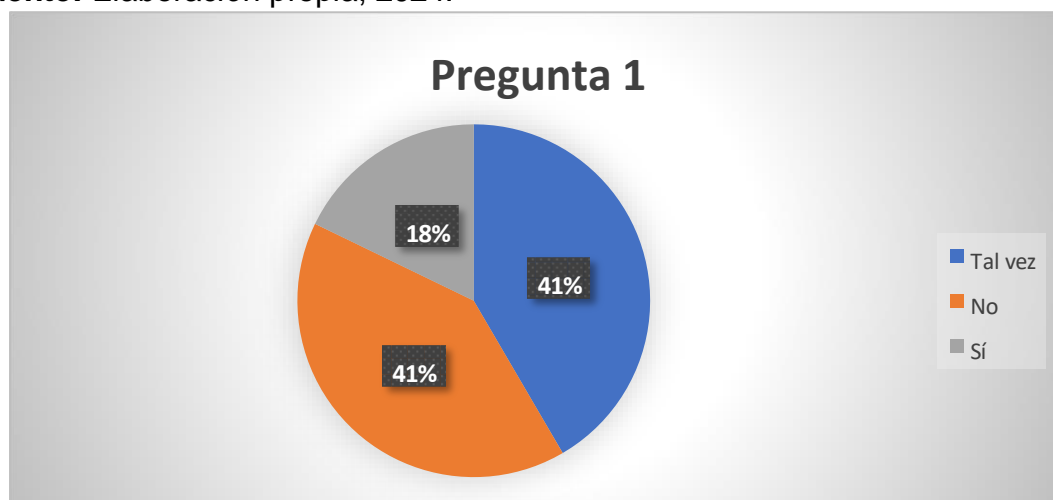


Figura 15. Conocimientos sobre las prácticas de gestión de residuos plásticos

Tabla 8. ¿Qué tan grave considera usted el problema de los residuos plásticos en Manta?

Respuesta	Cantidad
Muy grave	33
Moderado	30

Grave	29
Poco grave	5
Opción 6	1

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

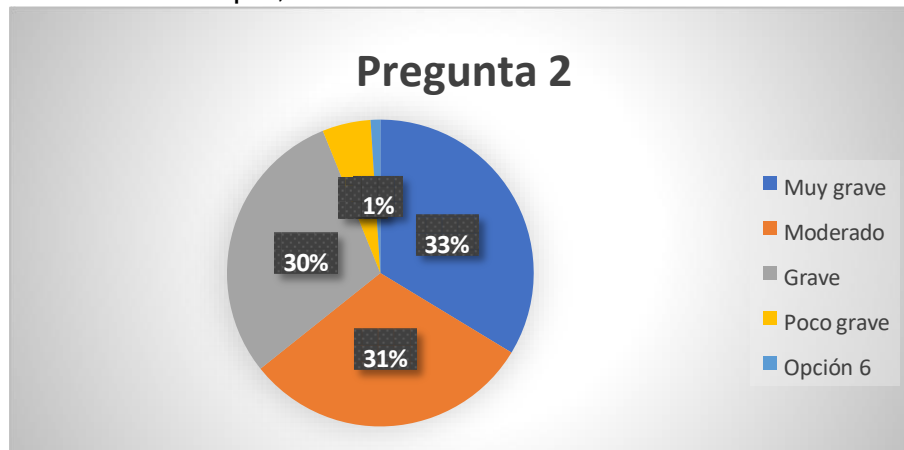


Figura 16. Conocimientos sobre las prácticas de gestión de residuos plásticos

Tabla 9. ¿Está usted de acuerdo con la implementación de una planta de producción de cemento que utilice residuos plásticos como materia prima?

Respuesta	Cantidad
Totalmente de acuerdo	51
De acuerdo	34
Neutral	13
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	0

Fuente: Elaboración propia, 2024.

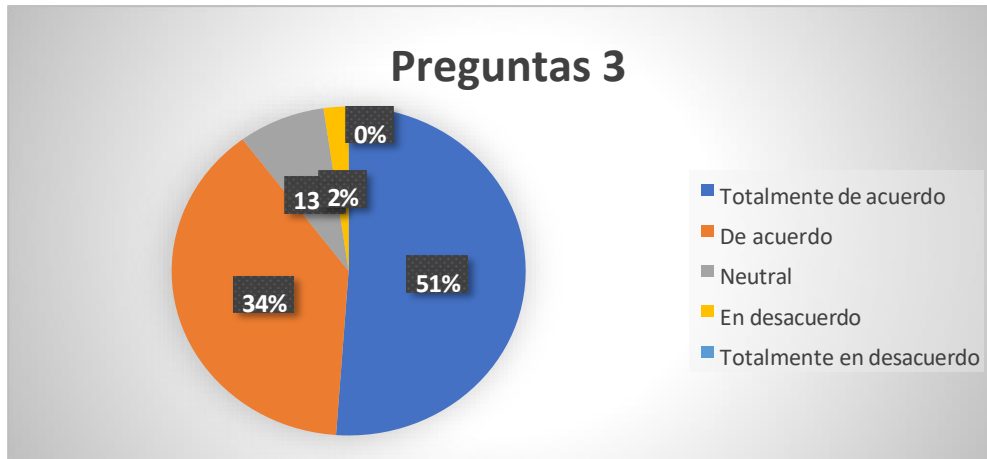


Figura 17. ¿Está de acuerdo con la construcción de una planta de cemento con residuos plásticos en la ciudad?

Tabla 10. ¿Cree que esta planta podría traer beneficios a la comunidad de Manta?

Respuesta	Cantidad
Sí	96
No	5
No sé	0

Fuente: Elaboración propia, 2024.

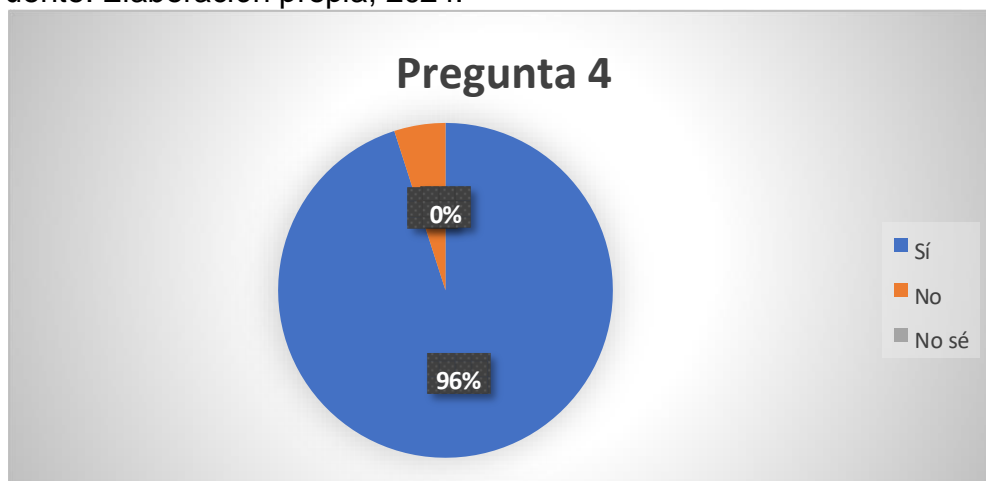


Figura 18. Beneficios de la planta

Tabla 11. ¿Cuáles de los siguientes beneficios cree que podría traer esta planta a la comunidad de Manta? (Puede seleccionar más de uno)

Respuesta	Cantidad
Reducción de residuos	50
Creación de empleo	45

Mejora del medio ambiente	40
Otro	5

Fuente. Elaboración propia, 2024.

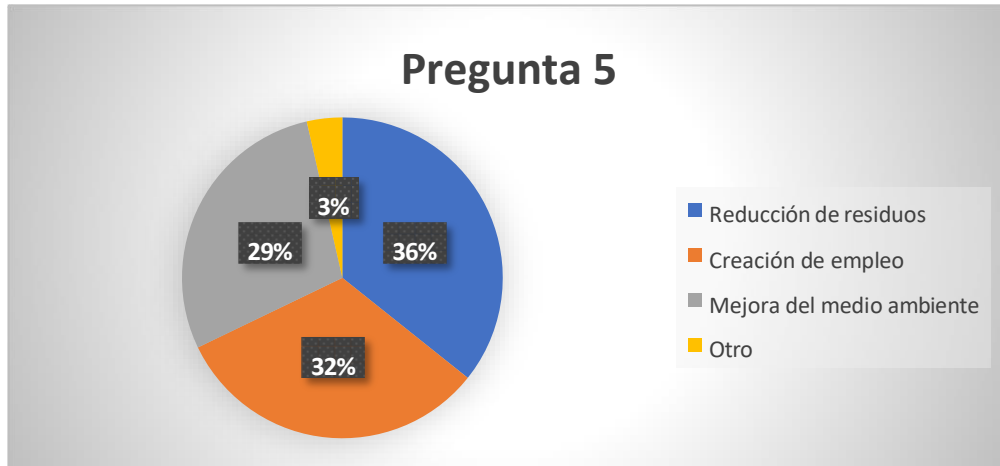


Figura 19. Múltiple Beneficios de la planta para la ciudad

Tabla 12. ¿Tiene usted alguna preocupación respecto a la implementación de esta planta en la ciudad?

Respuesta	Cantidad
Sí	58
No	46
No sé	0

Fuente. Elaboración propia, 2024.

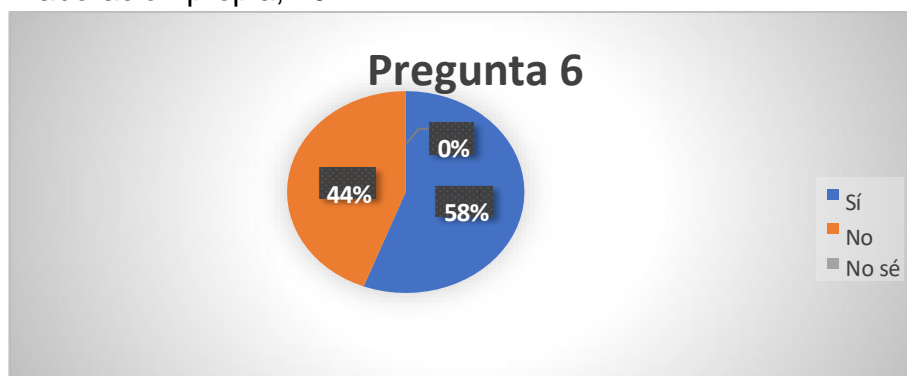


Figura 20. Múltiple Beneficios de la planta para la ciudad

Tabla 13. Si respondió "Sí" a la pregunta anterior, ¿cuál de las siguientes preocupaciones tiene usted? (Puede seleccionar más de una)

Respuesta	Cantidad
Contaminación	25

Salud pública	20
Ruido	10
Otro	5

Fuente: Elaboración propia, 2024.

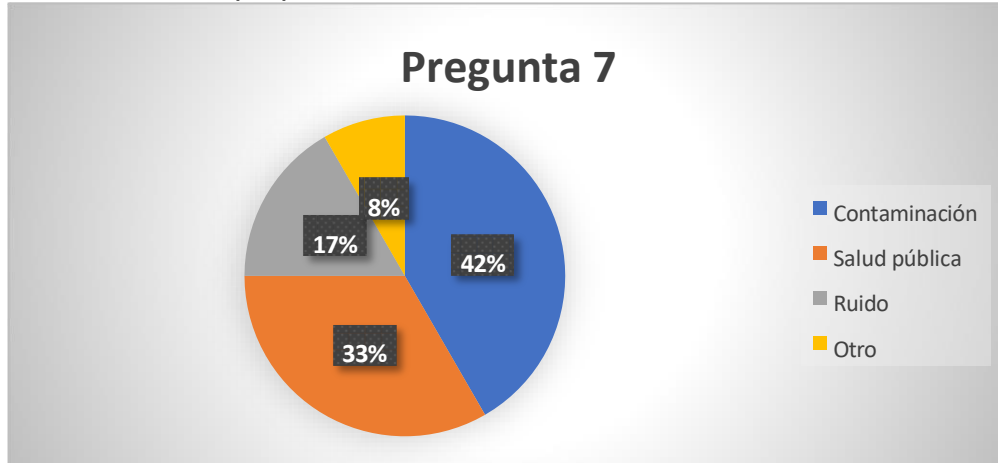


Figura 21. Preocupaciones de los encuestados

Tabla 14. ¿Cree que la comunidad de Manta está bien informada sobre la gestión de residuos plásticos y sus impactos?

Respuesta	Cantidad
Sí	53
No	39
No sé	13

Fuente: Elaboración propia, 2024.

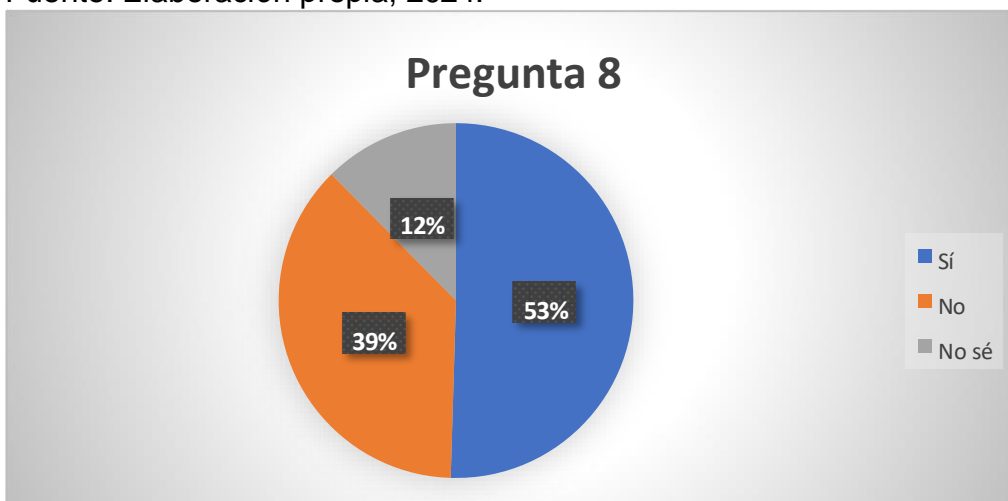


Figura 22. Conocimientos de los residuos plásticos en los participantes

Tabla 15. ¿Participa usted en programas de reciclaje o separación de

residuos en su hogar?	
Respuesta	Cantidad
Sí	66
No	34

Fuente: Elaboración propia, 2024.

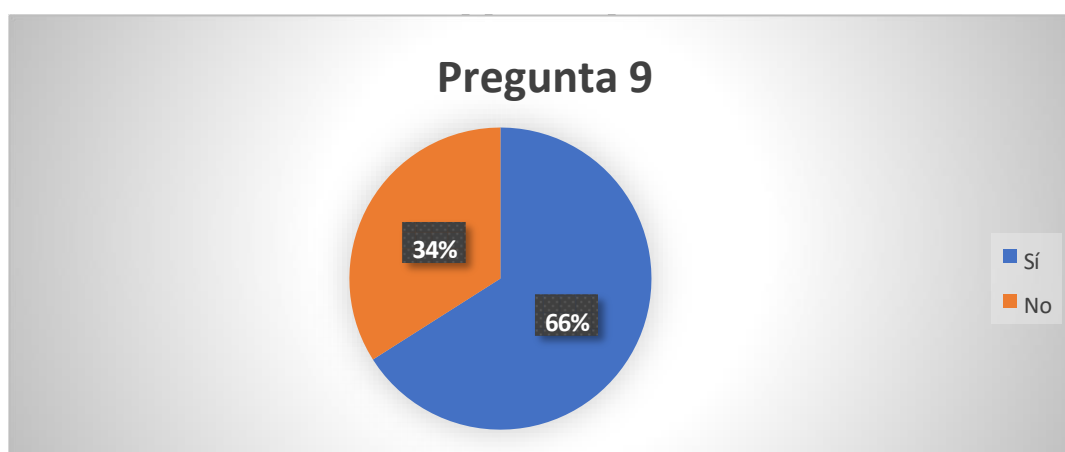


Figura 23. Participación ciudadana en reciclaje familiar

Tabla 16. En una escala del 1 al 5, donde 1 es "Nada informado" y 5 es "Muy informado", ¿cuán informado se siente sobre el uso de residuos

plásticos en la producción de cemento?

Respuesta	Cantidad
1	43
2	28
3	22
4	5
5	2

Fuente: Elaboración propia, 2024.

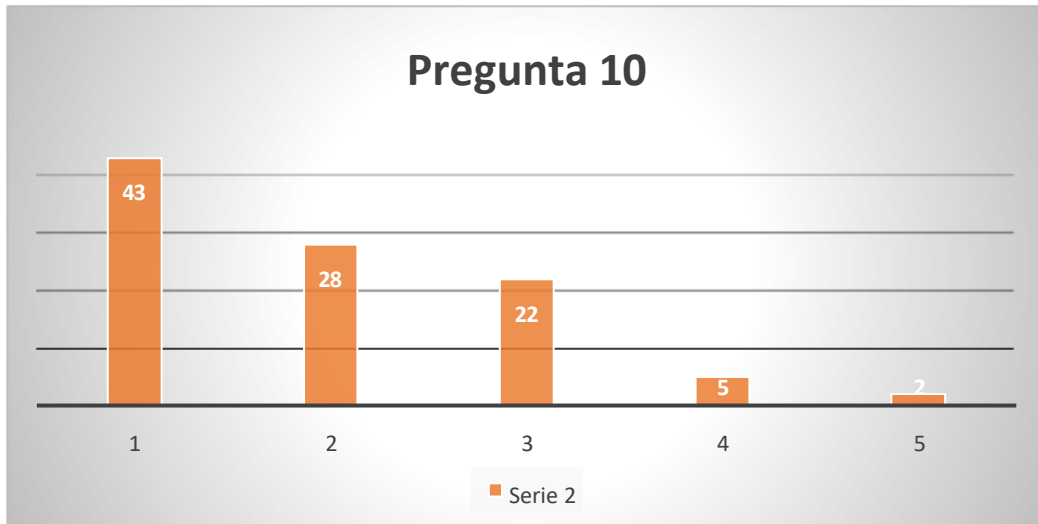


Figura 24. Resultado del conocimiento de los encuestados sobre gestión de residuos plásticos

Figura 24. Resultado del conocimiento de los encuestados sobre gestión de residuos plásticos

Tabla 17. ¿Cree que deberían tomarse acciones para mejorar la gestión de residuos plásticos en Manta?

Respuesta	Cantidad
Sí	97
No	2
No sé	0

Fuente: Elaboración propia, 2024.

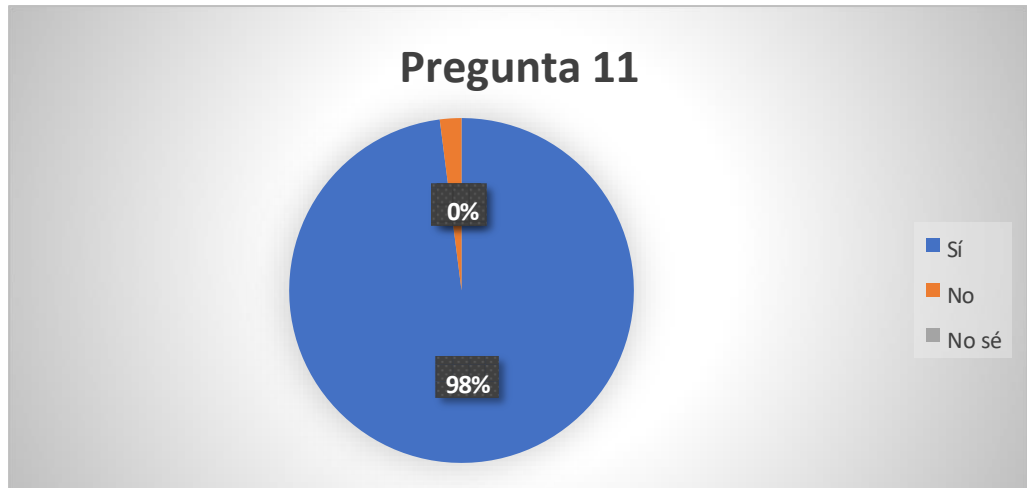


Figura 25. Resultado del conocimiento de los encuestados sobre gestión de residuos plásticos

Tabla 18. Si respondió "Sí" a la pregunta anterior, ¿qué acciones cree que deberían tomarse? (Puede seleccionar más de una)

Respuesta	Cantidad
Educación y concienciación	50
Mejora de la infraestructura	45
Políticas más estrictas	5
Otro	2

Fuente. Elaboración propia, 2024.

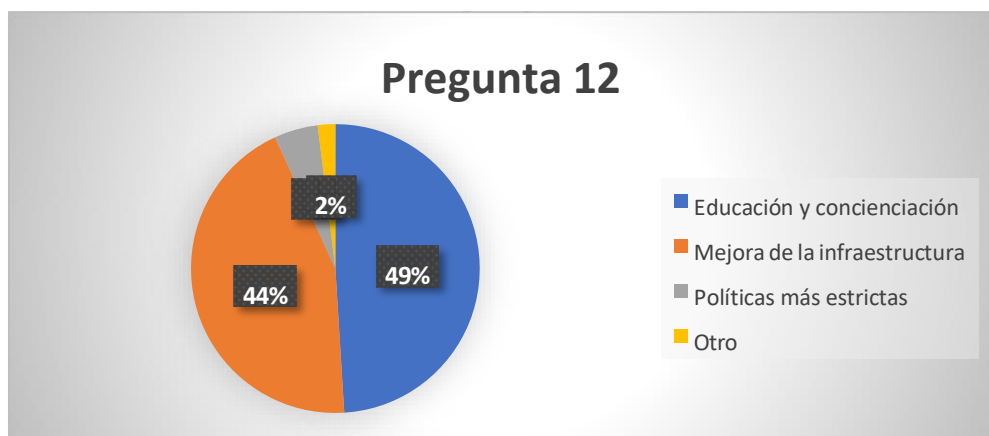


Figura 26. Acciones para considerar

Tabla 19. ¿Estaría dispuesto a apoyar o participar en iniciativas comunitarias que promuevan el reciclaje de plásticos y la sostenibilidad ambiental?

Respuesta	Cantidad
Sí	67
No	32
No sé	2

Fuente: Elaboración propia, 2024.

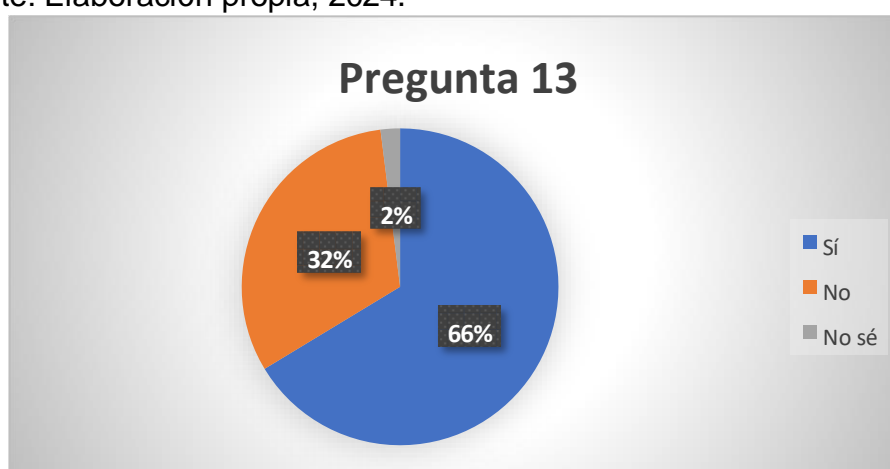


Figura 27. Iniciativas ciudadanas

Tabla 20. ¿Cuántos residuos plásticos genera su hogar semanalmente? (Indique la cantidad aproximada en kilogramos)

Respuesta	Cantidad
1-2 kg	49
2-3 kg	22
3-4 kg	22
Más de 4 kg	8

Fuente: Elaboración propia, 2024.

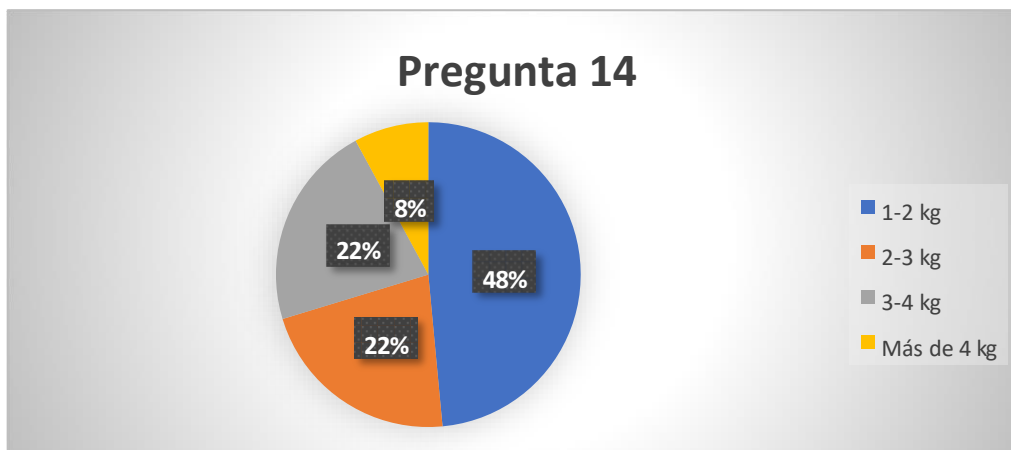


Figura 28. Residuos generados en los hogares

Tabla 21. ¿Qué tipo de residuos plásticos son los más comunes en su hogar? (Puede seleccionar más de uno)

Respuesta	Cantidad
Envases de alimentos	33
Botellas	32
Bolsas	30
Otros (especifique)	5

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

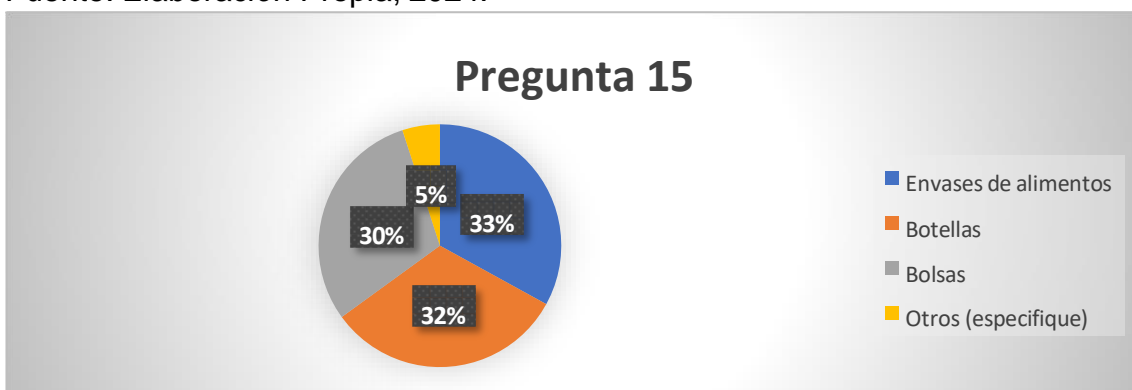


Figura 29. Tipos de residuos reciclables

Tabla 22. ¿Cuál es la calidad de los residuos plásticos que genera su hogar? (Considerando su limpieza y posibilidad de reciclaje)

Respuesta	Cantidad
Media (moderadamente limpios)	51
Alta (limpios y fácilmente reciclables)	38
Baja (sucios o difíciles de reciclar)	5

Autor: Elaboración propia, 2024.

Pregunta 16

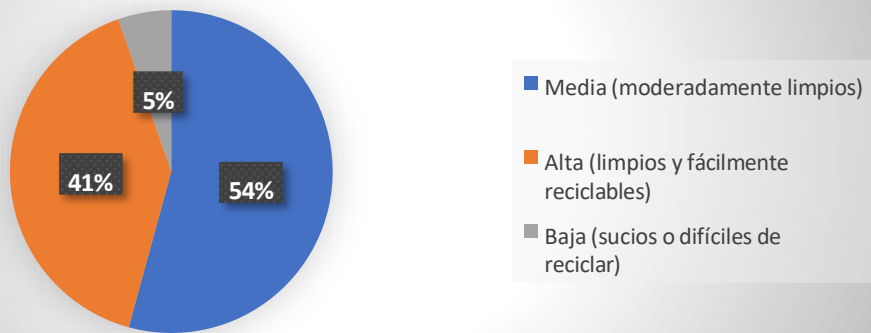


Figura 30. Calidad de los residuos