



Modelo de gestión sostenible de residuos de construcción en
Manabí para optimizar su manejo y mitigar impactos ambientales
(2022-2025).

TESIS DOCTORAL

que para obtener el Grado de Ph.D.

DOCTOR EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS

PRESENTA

Alex Geovanny Junqui Cedeño, MSc.

ASESOR

Arq. Julia Ayuso Sánchez, PhD

México, (2025)

ESTA TESIS DOCTORAL DEBE SER CITADA COMO:

Junqui Cedeño, A. (2025). *Modelo de gestión sostenible de residuos de construcción en Manabí para optimizar su manejo y mitigar impactos ambientales (2022 – 2025)*. [Tesis de Doctorado. Universidad de Investigación e Innovación de México - UIIX]



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Se permite la reproducción total o parcial y la comunicación pública de la obra con reconocimiento de la autoría.

No se permite el uso comercial ni la creación de obras derivadas.

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en los cantones de Manta y Portoviejo, con el propósito de desarrollar un modelo de gestión contextualizado que incorpore principios de prevención, valorización y sostenibilidad en el sector constructivo. El problema se definió a partir de la limitada regulación específica, la débil articulación institucional y la baja tecnificación en el manejo de RCD en la provincia de Manabí. Se planteó como hipótesis que un modelo de gestión sostenible, fundamentado en marcos internacionales y sustentado en evidencia empírica local, puede contribuir a mejorar la planificación y manejo de los residuos de construcción. Metodológicamente, se adoptó un enfoque mixto con predominio cuantitativo. Se aplicaron encuestas estructuradas a empresas constructoras, entrevistas semiestructuradas a actores institucionales y observación directa en obras. Los datos se procesaron mediante estadística descriptiva, pruebas de normalidad, análisis de correlación y regresión lineal múltiple con apoyo del lenguaje Python. Los resultados mostraron que la escala física de las obras, expresada en superficie construida y número de pisos, explicó el 68 % de la variabilidad en la generación de RCD, mientras que la organización del sitio de obra presentó un efecto atenuante con significancia limitada. Con base en estos hallazgos se estructuró un modelo en cuatro fases: diagnóstico, diseño adaptativo, implementación operativa y monitoreo con mejora continua. El modelo evidencia coherencia técnica, alineación con la economía circular y pertinencia institucional y ambiental, proyectándose como referencia para contextos con condiciones similares.

Palabras claves: residuos de construcción y demolición, gestión de residuos, sostenibilidad en la construcción, economía circular, Manabí.

Abstract

This research aimed to analyse the management of construction and demolition waste (CDW) in the cantons of Manta and Portoviejo, with the purpose of developing a context-based management model incorporating prevention, valorisation and sustainability principles within the construction sector. The problem was defined by limited specific regulation, weak institutional coordination and low technical capacity in CDW management in the province of Manabí. The hypothesis proposed that a sustainable management model, grounded in international frameworks and supported by local empirical evidence, can improve planning and handling of construction waste. Methodologically, a mixed-methods approach with quantitative predominance was adopted. Structured surveys were applied to construction companies, semi-structured interviews to institutional stakeholders, and direct on-site observations were conducted. Data were processed using descriptive statistics, normality tests, correlation analysis and multiple linear regression supported by Python. Results indicated that the physical scale of projects, expressed in built area and number of storeys, explained 68% of the variability in CDW generation, whereas site organisation showed a mitigating effect with limited statistical significance. Based on these findings, a four-phase model was structured: diagnosis, adaptive design, operational implementation and monitoring with continuous improvement. The model demonstrates technical coherence, alignment with circular economy principles and institutional and environmental relevance, positioning it as a reference for territories with similar conditions.

Keywords: construction and demolition waste, environmental management, urban sustainability, circular economy, Manabí.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a la Universidad de Investigación e Innovación de México por haberme brindado la oportunidad de desarrollar esta investigación doctoral en un entorno académico de alto rigor y compromiso con la excelencia. Su visión orientada a la innovación y la sostenibilidad ha sido fundamental para consolidar mi formación en el ámbito de la gestión de proyectos con impacto social y ambiental.

Extiendo un especial reconocimiento a la Dra. Julia Ayuso Sánchez, directora de esta tesis, por su valiosa orientación, su exigencia científica y su acompañamiento constante a lo largo del proceso investigativo. Su experiencia y liderazgo académico fueron decisivos para el logro de los objetivos propuestos y para la coherencia metodológica de este trabajo.

Asimismo, agradezco a los profesionales, instituciones y empresas del sector de la construcción en Manabí que aportaron información técnica y experiencias prácticas que enriquecieron la validez del estudio.

Dedicatorias

Dedico este logro a mi mami Vicky, mi esposa Carolina y mis hijos Alex y Luna, cuyo apoyo incondicional, comprensión y fortaleza fueron el pilar que me permitió culminar con éxito esta etapa académica y personal, convirtiéndose en la inspiración constante que dio sentido y propósito a todo mi esfuerzo.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	2
Abstract	3
Agradecimientos	4
Dedicatorias	5
Índice de figuras	10
Índice de tablas	11
INTRODUCCIÓN	12
1 CAPÍTULO 1. PROYECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.1 Línea de investigación de la Universidad de Investigación e Innovación de México	15
1.2 Planteamiento del problema	15
1.3 Formulación del problema	17
1.4 Justificación	18
1.5 Objeto de estudio	19
1.6 Campo de acción	20
1.7 Objetivos	20
1.7.1 Objetivo General	20
1.7.2 Objetivos específicos	20
1.8 Hipótesis	21
1.9 Alcance temático	21
1.10 Delimitación Espacial y Temporal	21
2 CAPÍTULO 2. Fundamentos Teóricos Referenciales.	23
2.1 Estado del arte (Marco Histórico y Actual).	23
2.1.1 Gestión de desechos de la construcción	23
2.1.2 Sostenibilidad en la construcción civil	25
2.1.3 Beneficios de una gestión efectiva de los desechos de la construcción	27
2.1.4 Modelos de gestión de residuos de construcción y enfoques de economía circular	28

2.2	Marco teórico	30
2.2.1	Definiciones y conceptos aplicados a la gestión de desechos de la construcción.	30
2.2.2	Caracterización y clasificación de los desechos de construcción	32
2.2.3	Definición de sistemas o modelos de gestión	36
2.2.4	Hipótesis sobre la gestión de desechos de la construcción	39
2.3	Marco Conceptual	41
2.3.1	Modelos de gestión de desechos de la construcción más relevantes	41
2.3.2	Teorías sobre la gestión de residuos de la construcción	42
2.3.3	Principios de jerarquía para el desarrollo de modelos de gestión de residuos	43
2.3.4	Condiciones de marco y política para la diseñar e implementar un modelo de gestión	46
2.4	Marco Histórico y Actual	47
2.4.1	Residuos sólidos a nivel nacional	50
2.5	Marco Legal y Normativo	52
2.5.1	Estado actual de las normativas en el país y el mundo	52
2.5.2	Aspectos legales y normativos de la gestión de desechos de la construcción en la provincia de Manabí Ecuador	54
2.5.3	Síntesis integradora del marco legal y su aporte al estudio	55
3	CAPÍTULO 3. Diseño Metodológico de la Investigación	56
3.1	Operacionalización de variables y elaboración de la matriz de consistencia científica-metodológica	56
3.2	Diseño metodológico	60
3.2.1	Enfoque de la investigación	60
3.2.2	Diseño de la Investigación	61
3.2.3	Tipo de investigación	63
3.2.4	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	64
3.2.5	Instrumentos de recolección de datos	66

3.2.6	Diseño de instrumentos de investigación	68
3.2.7	Población y Muestra	72
3.3	Trabajo de campo	75
3.3.1	Caracterización de las obras observadas	75
3.3.2	Ubicación y distribución territorial de las obras	81
3.3.3	Estrategia de levantamiento de información	82
3.3.4	Participación empresarial y limitaciones de acceso	84
3.4	Análisis de los resultados en los datos obtenidos	87
3.4.2	Procesos estadísticos aplicados	96
3.5	Redacción de resultados y discusión	103
4	CAPÍTULO IV: PROPUESTA	106
4.1	Diseño, fundamentación, estructuración y redacción de propuesta de transformación	106
4.1.1	Revisión sintética de los modelos.	106
4.1.2	Realidad observada en Manabí	109
4.1.3	Justificación de por qué se requiere una adaptación contextual.	111
4.1.4	Breve mención de cómo esto sirvió de base para el modelo.	112
4.2	Estructura de la propuesta de transformación	114
4.2.1	Esquema del modelo propuesto	114
4.2.2	Fases, actores y herramientas.	115
4.2.3	Pertinencia del modelo propuesto	118
4.2.4	Indicadores de desempeño y metas de corto plazo	120
4.2.5	Roles, responsabilidades y coordinación	122
4.3	Valoración y validación de la propuesta de transformación	124
4.3.1	Validación técnica	124
4.3.2	Validación institucional	125
4.3.3	Valoración social y ambiental	126
4.3.4	Limitaciones y proyecciones	126
4.3.5	Riesgos y medidas de mitigación	128

4.3.6	Conclusión del capítulo	130
5	CONCLUSIONES	131
6	RECOMENDACIONES	133
7	BIBLIOGRAFÍA	135
8	ANEXOS	144

Índice de figuras

Figura 1. Principales fuentes de residuos de la construcción.	32
Figura 2. Jerarquía de las acciones de la gestión de residuos.	43
Figura 3. Principio de gestión de los residuos de construcción y demolición.	44
Figura 4. Clasificación de una variable	59
Figura 5. Diagrama de flujo del método de investigación	67
Figura 6. Prácticas de separación y reutilización declaradas por las empresas	89
Figura 7. Boxplot del volumen de RCD en m ³ .	96
Figura 8. Dispersión RCD vs superficie con recta OLS.	97
Figura 9. Dispersión del volumen de RCD en relación con el número de pisos, con línea de regresión OLS.	98
Figura 10. QQ-plot de residuos del modelo (log-RCD).	100
Figura 11. Residuos vs valores ajustados (log-RCD).	101
Figura 12. Simulación de escenarios de sensibilidad para la generación de RCD.	102
Figura 13. Esquema del modelo propuesto de gestión de residuos.	114

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de los residuos de la construcción.	34
Tabla 2. Clasificación específica de residuos peligrosos de la construcción.	36
Tabla 3. Caracterización de Residuos Sólidos	50
Tabla 4. Gestión De Los Residuos Sólidos	51
Tabla 5. Matriz de consistencia científica y metodológica	57
Tabla 6. Características edificaciones observadas cantón Manta	76
Tabla 7. Características edificaciones cantón Portoviejo	79
Tabla 8. Técnicas e instrumentos utilizados para el levantamiento de información	83
Tabla 9. Motivos de no participación de empresas constructoras	86
Tabla 10. Características generales de los proyectos según encuesta empresarial	88
Tabla 11. Prácticas de gestión de residuos según encuesta empresarial	89
Tabla 12. Organización del sitio y sistema productivo según encuesta empresarial	91
Tabla 13. Características generales de las obras participantes	94

INTRODUCCIÓN

La gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) constituye uno de los desafíos más relevantes para el desarrollo sostenible de las ciudades contemporáneas, debido a su elevado volumen, su impacto sobre el entorno urbano y su relación directa con el uso intensivo de materiales de construcción. A nivel global, marcos de referencia como la jerarquía de residuos, los enfoques de Prevención–Reducción–Reutilización–Reciclaje–Eliminación (PRRE), la Gestión Integrada de Residuos (GIR) y la Economía Circular han aportado lineamientos técnicos y normativos orientados a minimizar la generación de residuos y a valorizar los materiales antes de su disposición final. No obstante, en América Latina su aplicación enfrenta barreras estructurales asociadas a vacíos normativos, limitada tecnificación de los procesos constructivos y débil articulación entre actores institucionales.

Estudios recientes en la región evidencian que los RCD representan no solo un problema ambiental, sino también un reto económico y social. Investigaciones desarrolladas en Colombia, Perú y Ecuador muestran que la disposición inadecuada de escombros genera degradación del paisaje urbano, presión sobre botaderos municipales y riesgos sanitarios, además de pérdidas económicas por desaprovechamiento de materiales reutilizables. Estos antecedentes confirman la necesidad de avanzar desde enfoques correctivos hacia modelos de gestión preventivos, integrales y adaptativos, especialmente en contextos urbanos en crecimiento.

En este marco, la presente investigación se inscribe en la línea de investigación Arquitectura, Construcción y Urbanismo, y de forma particular en la evaluación de materiales de construcción, residuos en la construcción y materiales compuestos, enfocándose en la gestión de RCD como componente clave de la sostenibilidad del sector constructivo. El estudio se desarrolla en la provincia de Manabí, Ecuador, con énfasis en los cantones de Manta y Portoviejo, territorios que presentan una dinámica constructiva significativa y donde la gestión de residuos de obra constituye una problemática visible en el espacio urbano.

El propósito de la investigación es diagnosticar la situación actual del manejo de RCD en estos cantones, identificar sus limitaciones normativas, técnicas e institucionales, y formular un modelo de gestión contextualizado que incorpore principios internacionales, pero que sea viable frente a las capacidades locales. De esta manera, se busca contribuir a la mejora de la gestión ambiental en la construcción y a la reducción de impactos asociados a la disposición inadecuada de residuos. La tesis se estructura en cuatro capítulos articulados entre sí:

Capítulo 1. Proyección de la investigación. Presenta el planteamiento del problema, el contexto general, la justificación, los objetivos, la hipótesis, el objeto de estudio y campo de acción, así como la delimitación temática, espacial y temporal de la investigación.

Capítulo 2. Fundamentos teóricos referenciales. Inicia con el estado del arte y continúa con los sustentos teóricos, conceptuales, normativos y legales que respaldan el estudio de la gestión de RCD.

Capítulo 3. Fundamentos metodológicos y resultados de investigación. Expone el diseño metodológico, los métodos y técnicas empleadas, los instrumentos aplicados, el procedimiento de trabajo de campo y el reporte de resultados que permiten evaluar el estado del problema en el contexto de análisis.

Capítulo 4. Propuesta de transformación. Presenta el modelo de gestión de RCD fundamentado en la evidencia empírica y valorado desde perspectivas técnicas, institucionales, sociales y ambientales.

En conjunto, este trabajo aporta una aproximación contextualizada a la gestión de RCD en Manabí, articulando fundamentos teóricos, evidencia empírica y una propuesta aplicable al ámbito local. Su contribución radica en vincular la evaluación de residuos de construcción con la planificación urbana y la sostenibilidad del sector, ofreciendo una base técnica que puede orientar decisiones en contextos similares de Ecuador y América Latina.

CAPÍTULO 1. PROYECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La gestión de residuos de construcción se ha consolidado como una problemática prioritaria dentro de las líneas de investigación en construcción sostenible, gestión ambiental y dirección de proyectos, debido a su incidencia en la calidad ambiental, la eficiencia en el uso de recursos y la sostenibilidad de los sistemas urbanos. A nivel internacional, los enfoques de economía circular y gestión integral de residuos han promovido modelos orientados a la prevención, valorización y trazabilidad de los residuos generados en el sector constructivo.

La línea de investigación en Arquitectura, Construcción y Urbanismo reconoce la necesidad de desarrollar soluciones aplicadas que integren sostenibilidad ambiental, eficiencia técnica y gobernanza institucional en los procesos constructivos. En territorios con crecimiento urbano acelerado y limitada regulación operativa, la gestión de residuos de construcción requiere propuestas contextualizadas que superen enfoques correctivos y avancen hacia esquemas preventivos y de mejora continua.

La provincia de Manabí constituye un escenario representativo de esta problemática, debido al incremento sostenido de actividades constructivas, la ausencia de procedimientos estandarizados para la gestión de residuos y la débil articulación entre actores institucionales y sectoriales. Estas condiciones configuran un campo de estudio pertinente para el desarrollo de modelos de gestión sostenible adaptados a las particularidades del territorio.

La investigación se orienta al análisis de la gestión de residuos de construcción en Manabí y al desarrollo de un modelo de gestión sostenible destinado a optimizar su manejo y mitigar impactos ambientales durante el periodo 2022–2025.

1.1 Línea de investigación de la Universidad de Investigación e Innovación de México

La investigación se adscribe a la línea de Arquitectura, Construcción y Urbanismo de la Universidad de Investigación e Innovación de México, particularmente en el ámbito de la sostenibilidad en la construcción, la gestión de residuos constructivos y la evaluación de materiales asociados a procesos constructivos.

Esta línea promueve el desarrollo de estudios orientados a la mejora de la eficiencia ambiental del sector de la construcción, la optimización del uso de recursos y la incorporación de principios de sostenibilidad en los sistemas constructivos. Dentro de este marco, la gestión de residuos de construcción constituye un eje estratégico debido a su impacto ambiental, técnico y socioeconómico.

La investigación aporta al fortalecimiento de dicha línea mediante el análisis aplicado de la gestión de residuos de construcción en la provincia de Manabí y la formulación de un modelo de gestión sostenible adaptado a las condiciones territoriales, institucionales y operativas del sector constructivo local.

1.2 Planteamiento del problema

La actividad constructiva en la provincia de Manabí constituye un componente relevante del desarrollo económico y social del territorio. No obstante, este dinamismo constructivo se asocia a la generación de volúmenes significativos de residuos de construcción de diversa naturaleza. Entre ellos se incluyen residuos sólidos generales (papel, cartón, vidrio, metales, madera y plásticos), residuos pétreos provenientes de demoliciones y excedentes de obra, así como residuos con características potencialmente peligrosas derivados del uso de sustancias químicas en procesos constructivos.

La gestión de estos residuos presenta limitaciones técnicas, operativas e institucionales que inciden en su manejo inadecuado. Se observan prácticas de disposición no controlada, ausencia de segregación en origen y limitada trazabilidad en los procesos de recolección, transporte y disposición final. Estas condiciones favorecen la generación de impactos ambientales, la degradación del entorno urbano y riesgos para la salud pública y los ecosistemas locales.

Diversos factores contribuyen a esta problemática, entre los que destacan la insuficiente capacitación técnica de los actores del sector constructivo, la limitada adopción de enfoques de gestión sostenible de residuos y la debilidad en la aplicación de instrumentos normativos y mecanismos de control. Como resultado, la gestión de residuos de construcción en el territorio presenta una brecha entre las prácticas actuales y los estándares internacionales de sostenibilidad y economía circular.

Esta situación evidencia la persistencia de un problema estructural en la gestión de residuos de construcción en Manabí, caracterizado por la falta de esquemas integrados que articulen dimensiones técnicas, ambientales y de gobernanza en el sector constructivo.

Las principales dificultades identificadas en la gestión de estos residuos están relacionadas con la falta de capacitación técnica y de compromiso ambiental por parte de los actores del sector, la limitada experiencia en gestión sostenible de residuos de construcción y la ausencia de políticas públicas que regulen eficazmente estos procesos. Esta situación ha derivado en prácticas empíricas, carentes de control y trazabilidad, que incrementan los impactos negativos sobre el entorno.

Frente a este escenario, surge la necesidad de consolidar un modelo de gestión sostenible de los residuos de construcción en Manabí, que integre los principios de la economía circular, fomente la valorización de materiales reciclables y promueva la corresponsabilidad institucional y ciudadana. Dicho modelo permite optimizar la planificación y ejecución de obras públicas y privadas, fortaleciendo la sostenibilidad ambiental y el equilibrio entre la actividad constructiva, la salud humana y la naturaleza

1.3 Formulación del problema

El árbol de causas y efectos constituye una herramienta metodológica para identificar, analizar y jerarquizar los factores asociados a la gestión ineficiente de los residuos de construcción en la provincia de Manabí. A partir del diagnóstico realizado, se establecen las siguientes relaciones causales:

Efecto: Incremento de impactos ambientales y riesgos para la salud humana, la flora y la fauna asociados al manejo inadecuado de residuos de construcción.

Causa 1: Limitaciones en el manejo técnico de los residuos de construcción.

Subcausa 1.1: Ausencia de procedimientos estandarizados para segregación, almacenamiento y disposición.

Subcausa 1.2: Insuficiente control y fiscalización de las prácticas de manejo.

Causa 2: Debilidades en la gestión integral de residuos en el sector constructivo.

Subcausa 2.1: Escasa aplicación de instrumentos normativos y mecanismos de seguimiento.

Subcausa 2.2: Deficiente coordinación entre actores del sector y autoridades ambientales.

Causa 3: Insuficiente formación técnica en gestión de residuos de construcción.

Subcausa 3.1: Limitada capacitación en prácticas de manejo sostenible.

Subcausa 3.2: Baja incorporación de criterios ambientales en la planificación de obras.

El análisis causal evidencia que el manejo de residuos de construcción en Manabí presenta deficiencias técnicas, organizacionales y de control que inciden en la generación de impactos ambientales evitables y en una baja eficiencia en el aprovechamiento de materiales.

En síntesis, la problemática se centra en las limitaciones del manejo de residuos de construcción en la provincia de Manabí y en sus efectos ambientales asociados, lo que refleja una brecha entre las prácticas actuales del sector y los enfoques de gestión sostenible reconocidos a nivel internacional.

Pregunta de investigación:

¿Qué condiciones técnicas, organizacionales y de gestión inciden en el manejo de los residuos de construcción en la provincia de Manabí y cómo su mejora puede contribuir a la mitigación de impactos ambientales?

1.4 Justificación

La presente investigación se justifica por la necesidad de fortalecer el conocimiento aplicado sobre el manejo de residuos de construcción en territorios con dinámicas de crecimiento urbano y limitaciones en la gestión ambiental, como la provincia de Manabí. La actividad constructiva en la región ha experimentado un desarrollo sostenido en los últimos años, lo que ha incrementado la generación de residuos y la presión sobre los sistemas locales de gestión ambiental. Esta situación resalta la importancia de estudios que permitan comprender de manera sistemática los factores que inciden en el manejo de residuos de construcción y sus impactos asociados.

Desde el punto de vista teórico, la investigación contribuye al campo de la gestión sostenible de residuos de construcción mediante la generación de evidencia empírica en un entorno local específico. Mientras que una parte significativa de la producción científica internacional se ha desarrollado en países con sistemas consolidados de gestión de residuos, los estudios en contextos latinoamericanos aún son limitados y frecuentemente se centran en diagnósticos generales. El análisis de relaciones entre características de obra, prácticas de manejo y generación de residuos aporta elementos para enriquecer el debate académico sobre sostenibilidad en la construcción en entornos en desarrollo.

Desde el punto de vista práctico, los hallazgos ofrecen información relevante para la toma de decisiones en proyectos constructivos y en la gestión ambiental territorial. La identificación de factores asociados a la generación y manejo de residuos permite orientar acciones de mejora en la planificación de obras, la organización de sitio y la gestión operativa de residuos, contribuyendo a una mayor eficiencia en el uso de recursos y a la reducción de impactos ambientales evitables.

Desde el punto de vista social, la investigación adquiere pertinencia debido a que el manejo inadecuado de residuos de construcción se vincula con problemas de contaminación urbana, ocupación informal de espacios, riesgos sanitarios y degradación del entorno. La generación de conocimiento sobre este fenómeno puede favorecer la adopción de prácticas más responsables por parte de los actores del sector y fortalecer la gestión ambiental en beneficio de la población.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio aporta un enfoque de análisis que integra diagnóstico de campo, evaluación de prácticas de manejo y análisis estadístico de factores asociados a la generación de residuos. Este esquema de análisis puede servir como referencia para investigaciones futuras en contextos similares, especialmente en territorios donde la información sobre residuos de construcción es limitada.

En conjunto, estas contribuciones evidencian la pertinencia científica y aplicada de la investigación, así como su relevancia para el avance del conocimiento y la mejora de la gestión de residuos de construcción en contextos territoriales comparables..

En conjunto, estas justificaciones demuestran la pertinencia, coherencia y rigurosidad científica del estudio, consolidando su contribución al conocimiento académico y su impacto en la gestión sostenible de los residuos de construcción en la provincia de Manabí.

1.5 Objeto de estudio

El objeto de estudio de la investigación es el manejo de los residuos de construcción en la provincia de Manabí, entendido como el conjunto de prácticas, condiciones técnicas y organizacionales que inciden en la gestión de dichos residuos y en sus efectos ambientales asociados.

Este objeto se aborda desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental y la corresponsabilidad de los actores vinculados al sector constructivo, considerando las dinámicas de generación, manejo y control de residuos en obras públicas y privadas.

1.6 Campo de acción

El campo de acción de la investigación se sitúa en los procesos de planificación, valorización y disposición final de los residuos de construcción en la provincia de Manabí, considerados como componentes críticos del manejo de residuos en el sector constructivo.

Este campo se delimita en función de las prácticas de manejo desarrolladas en obras públicas y privadas de los cantones de Manta y Portoviejo, donde se evidencian las principales dificultades asociadas a la gestión de residuos y a sus efectos ambientales.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

- Desarrollar un modelo de gestión sostenible de residuos de construcción orientado a optimizar su manejo y contribuir a la mitigación de impactos ambientales en la provincia de Manabí durante el período 2022–2025.

1.7.2 Objetivos específicos

- Analizar los fundamentos teóricos y enfoques actuales sobre la gestión sostenible de residuos de construcción y sus implicaciones ambientales.
- Diagnosticar la situación del manejo de residuos de construcción en la provincia de Manabí, identificando prácticas, limitaciones y factores asociados.

- Diseñar un modelo de gestión sostenible de residuos de construcción adaptado a las condiciones del sector constructivo en Manabí.

1.8 Hipótesis

El desarrollo de un modelo de gestión sostenible de residuos de construcción contribuye a la mitigación de impactos ambientales mediante la mejora de la planificación, valorización y disposición final de los residuos en la provincia de Manabí (2022–2025).

1.9 Alcance temático

El alcance temático de la investigación se centra en el análisis del manejo de residuos de construcción en la provincia de Manabí, con énfasis en los procesos de planificación, valorización y disposición final desarrollados en obras públicas y privadas de los cantones de Manta y Portoviejo.

El estudio aborda los aspectos técnicos, ambientales y de gestión que inciden en el manejo de residuos de construcción, considerando su generación, segregación y control dentro del ciclo constructivo. Asimismo, se incorporan como referentes conceptuales la sostenibilidad ambiental y el uso eficiente de recursos en el sector de la construcción.

La investigación se delimita al análisis de prácticas de manejo de residuos en el ámbito constructivo, sin extenderse a la gestión de residuos sólidos urbanos u otros tipos de residuos no asociados a actividades de construcción.

1.10 Delimitación Espacial y Temporal

La investigación se desarrolla en la provincia de Manabí, Ecuador, con énfasis en los cantones de Manta y Portoviejo, seleccionados por su alta concentración de actividades constructivas y por la presencia de prácticas relevantes en el manejo de

residuos de construcción. Estos cantones constituyen espacios representativos de la dinámica constructiva provincial.

El estudio se circunscribe a las actividades relacionadas con la generación, clasificación, transporte, valorización y disposición final de residuos de construcción en obras públicas y privadas, considerando la participación de los actores involucrados en dichos procesos y el marco normativo ambiental vigente en Ecuador.

Desde el punto de vista temporal, la investigación abarca el período 2022–2025, correspondiente a las fases de levantamiento de información, trabajo de campo y análisis de datos. Este marco temporal permite caracterizar las condiciones del manejo de residuos de construcción durante el desarrollo del estudio.

CAPÍTULO 2. Fundamentos Teóricos Referenciales.

El presente capítulo desarrolla los fundamentos teóricos, conceptuales y normativos que sustentan el estudio de la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en el contexto de la sostenibilidad ambiental. Su propósito es sistematizar los principales enfoques científicos, modelos de gestión, marcos conceptuales y referencias normativas que permiten comprender la problemática de los RCD desde una perspectiva integral.

En este sentido, el capítulo aborda, en primer lugar, el estado del arte sobre gestión de residuos de construcción y sostenibilidad en el sector constructivo, identificando tendencias de investigación y vacíos de conocimiento. Posteriormente, se examinan los fundamentos teóricos asociados a la gestión de residuos, la economía circular y la jerarquía de residuos como principios orientadores. Finalmente, se revisan los marcos históricos, legales y normativos que regulan la gestión de RCD a nivel internacional y nacional.

Esta sistematización teórica y referencial constituye la base para el diseño metodológico de la investigación y para la formulación del modelo de gestión sostenible propuesto, al proporcionar criterios técnicos, conceptuales y normativos que orientan el análisis empírico desarrollado en los capítulos siguientes.

2.1 Estado del arte (Marco Histórico y Actual).

2.1.1 Gestión de desechos de la construcción

La actividad constructiva es reconocida a nivel global como uno de los sectores con mayor consumo de recursos naturales y generación de residuos, lo que la convierte en una fuente relevante de presión ambiental. En este contexto, los residuos de construcción y demolición (RCD) han adquirido creciente atención en la investigación científica y en las políticas ambientales debido a su volumen y a las implicaciones asociadas a su manejo inadecuado.

Los RCD comprenden los materiales generados durante procesos de construcción, rehabilitación, ampliación y demolición de edificaciones, definición que ha sido ampliamente adoptada en estudios recientes (Chamba y Solnado, 2023). Esta categoría incluye principalmente materiales minerales como hormigón, mortero, ladrillos y piedra, junto con fracciones de madera, metales, plásticos, vidrio y residuos de embalaje. La composición específica varía según el tipo de obra y los sistemas constructivos empleados, pero existe consenso en que los materiales pétreos constituyen la fracción predominante.

Diversos estudios coinciden en que la mayor parte de los RCD está conformada por materiales inertes, los cuales no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Sin embargo, su elevada generación implica problemas de ocupación de espacio, saturación de escombreras y presión sobre sitios de disposición final. A ello se suma la presencia, aunque en menor proporción, de residuos no inertes y peligrosos, cuya gestión inadecuada puede generar riesgos ambientales y sanitarios (Bravo et al., 2019).

La evidencia empírica disponible indica que el hormigón, la mampostería y el mortero pueden representar alrededor de la mitad del peso total de los RCD, mientras que el suelo excavado y materiales pétreos asociados a restauraciones superficiales constituyen otra fracción significativa (Muñoz et al., 2019). En contraste, materiales como metales, plásticos, papel y cartón suelen aparecer en proporciones menores, aunque su potencial de valorización es mayor. Esta distribución evidencia que la problemática de los RCD no se limita a la peligrosidad de los materiales, sino al volumen generado y a las prácticas de manejo asociadas.

En obras de construcción también se generan residuos derivados de actividades complementarias, como embalajes, pallets y residuos producidos por el personal de obra, lo que amplía la diversidad de materiales presentes en los flujos de RCD (Benique y Callas, 2022). Esta heterogeneidad plantea desafíos para la segregación en origen y la valorización de materiales reciclables.

En conjunto, la producción científica coincide en que los RCD constituyen un flujo de residuos predominantemente inerte pero voluminoso, cuya gestión deficiente se relaciona con impactos sobre el suelo, el agua y el paisaje urbano. No obstante, gran parte de los estudios se concentra en la caracterización de residuos y en estimaciones de generación, mientras que los análisis integrales sobre su manejo en contextos locales específicos siguen siendo limitados, especialmente en regiones de América Latina. Este escenario evidencia la necesidad de investigaciones que profundicen en las dinámicas de manejo y en los factores que condicionan su gestión en entornos territoriales concretos.

2.1.2 Sostenibilidad en la construcción civil

El sector de la construcción es reconocido como uno de los mayores consumidores de recursos naturales y generadores de residuos a nivel mundial, debido a la intensidad material de sus procesos y a la magnitud de su actividad económica. Esta condición ha motivado un creciente interés por incorporar criterios de sostenibilidad en la planificación, ejecución y gestión de proyectos constructivos.

La problemática de los residuos en la construcción no se limita a las obras en sí mismas, sino que involucra a toda la cadena productiva del sector. Flores (2020) señala que esta cadena incluye la producción de materiales, los servicios de construcción, el comercio especializado y la provisión de maquinaria y equipos, lo que evidencia que los impactos ambientales asociados a la construcción tienen un carácter sistémico.

Diversos estudios coinciden en que la generación de escombros refleja, en muchos casos, ineficiencias en el uso de materiales y deficiencias en la planificación de obra. Estas pérdidas pueden originarse desde las fases de extracción y producción de materiales, extenderse al transporte y manifestarse en la ejecución de obra mediante desperdicios evitables. La falta de segregación en origen constituye un factor crítico, ya que reduce las posibilidades de reciclaje y valorización de materiales potencialmente aprovechables.

Las implicaciones de estas ineficiencias trascienden el ámbito técnico y tienen efectos económicos y sociales. Cueva et al. (2022) destacan que los costos asociados a la gestión de escombros recaen indirectamente en la sociedad, tanto por el incremento de costos de construcción como por los gastos de retiro y tratamiento de residuos. La disposición informal en espacios abiertos, riberas de ríos o áreas periféricas genera impactos ambientales y riesgos sanitarios vinculados a la contaminación del suelo y a la proliferación de vectores.

La investigación también ha identificado que las pérdidas de materiales pueden presentarse en todas las etapas del ciclo de vida de la obra. Acevedo y Ruiz (2022) señalan que existe con frecuencia una brecha entre la cantidad de material prevista en el diseño y la realmente utilizada, lo que se traduce en desperdicios que pueden salir de la obra como escombros o quedar incorporados en forma de pérdidas internas. Esta distinción evidencia la necesidad de enfoques preventivos desde la fase de diseño.

Las estimaciones sobre la proporción de pérdidas incorporadas y escombros externos varían según el tipo de obra y las técnicas constructivas empleadas. Algunos estudios indican que el yeso puede representar una fracción relevante de residuos en sistemas tradicionales, mientras que procesos más mecanizados tienden a reducir desperdicios de materiales como el hormigón (Franco et al., 2023; Ulloa, 2023).

Asimismo, se ha señalado que las pequeñas construcciones, ampliaciones y renovaciones pueden constituir una fuente significativa de generación de residuos cuando se consideran de forma agregada, debido a su alta frecuencia y a la limitada regulación que suele acompañarlas. En contextos locales, estas dinámicas pueden adquirir especial relevancia.

Finalmente, la producción científica muestra que la gestión de RCD ha sido abordada con frecuencia desde la perspectiva municipal, priorizando la disposición final y el control externo. No obstante, diversos autores coinciden en que la sostenibilidad en la construcción requiere enfoques que integren la gestión desde el propio sitio de obra y que articulen responsabilidades entre actores públicos y privados.

2.1.3 Beneficios de una gestión efectiva de los desechos de la construcción

La gestión de residuos de construcción ha sido reconocida como un componente estratégico dentro de los enfoques de sostenibilidad en el sector constructivo, debido a su relación directa con el consumo de recursos naturales y la generación de impactos ambientales. Diversos estudios coinciden en que la construcción constituye una actividad intensiva en el uso de materiales como madera, hormigón y acero, cuya extracción y procesamiento se asocian a procesos de deforestación, degradación del suelo y afectación de cuerpos de agua (Tchobanoglous et al., 2014; Santos, 2019).

En este contexto, la adopción de prácticas de gestión de residuos orientadas a la reducción, reutilización y reciclaje permite disminuir la presión sobre los recursos naturales y avanzar hacia esquemas de uso más eficiente de materiales. La valorización de residuos como madera, hormigón, metales, plásticos y vidrio ha sido identificada como una estrategia relevante para prolongar el ciclo de vida de los materiales y reducir la necesidad de extracción de materias primas (Silva et al., 2022).

Además de los beneficios ambientales, la gestión de residuos de construcción presenta implicaciones económicas y sociales. La creación de cadenas de reciclaje y reutilización puede generar oportunidades de empleo y dinamizar actividades económicas vinculadas a la economía circular. Asimismo, la reducción de residuos destinados a disposición final contribuye a disminuir costos asociados a transporte, tratamiento y ocupación de sitios de disposición.

Desde una perspectiva más amplia, la evidencia científica sugiere que la gestión efectiva de residuos de construcción puede integrarse como parte de estrategias de construcción sostenible, al favorecer la eficiencia en el uso de recursos, la minimización de impactos ambientales y la generación de valor económico a partir de materiales previamente considerados desechos. No obstante, diversos autores señalan que la materialización de estos beneficios depende de la existencia de marcos normativos adecuados, incentivos económicos y capacidades técnicas en el sector.

En síntesis, la gestión de residuos de construcción no solo representa un mecanismo de control ambiental, sino también una oportunidad para transitar hacia prácticas constructivas más sostenibles. Sin embargo, la literatura especializada indica que la adopción de estas prácticas aún presenta niveles heterogéneos, especialmente en contextos donde predominan limitaciones institucionales y operativas, lo que refuerza la necesidad de investigaciones aplicadas en escenarios locales.

2.1.4 Modelos de gestión de residuos de construcción y enfoques de economía circular

La gestión de residuos de construcción y demolición ha evolucionado en la literatura científica desde enfoques lineales, centrados en la eliminación final, hacia modelos integrales que incorporan los principios de la economía circular (EC), con el objetivo de cerrar ciclos de materiales y minimizar el impacto ambiental del sector constructivo. Investigaciones recientes han documentado que la EC es un paradigma emergente para mejorar la sostenibilidad de la construcción, al promover estrategias de reducción, reutilización y reciclaje de materiales, lo que representa una alternativa al tradicional modelo “producir-usar-desechar” (Norouzi et al., 2021).

Desde esta perspectiva, los modelos de gestión más avanzados no solo contemplan la segregación y clasificación de residuos en origen, sino que también integran medidas para fomentar la ecodiseñación, la planificación sostenible de obras, la evaluación del ciclo de vida de materiales y la coordinación entre actores públicos y privados en toda la cadena de valor. Soto-Paz et al. (2023) señalan que la inclusión de principios de EC, tales como el diseño para desmontaje y la simbiosis industrial, es una tendencia global para mitigar la generación de RCD y reinsertar materiales con valor añadido al ciclo productivo.

Investigaciones recientes destacan que la adopción de modelos basados en EC enfrenta barreras técnicas, económicas y regulatorias, especialmente en economías emergentes, donde las capacidades institucionales y la infraestructura de reciclaje suelen

ser limitadas. Este escenario plantea desafíos para la implementación de marcos integrados que permitan operar de manera eficiente las estrategias de valorización, reutilización y recuperación de materiales RCD (Norouzi et al., 2021; Papamichael, 2023).

Un enfoque de gestión realmente sostenible implica también la articulación de sistemas de gobernanza y corresponsabilidad institucional, así como incentivos económicos que favorezcan la creación de mercados para materiales reciclados. Estudios recientes han mostrado que políticas públicas coherentes, estándares técnicos claros y mecanismos de pago por servicios ambientales son factores determinantes para la transición efectiva hacia modelos de EC aplicados a RCD (Finamore, 2024).

Además, estudios especializados señalan que la gestión de RCD dentro del paradigma de EC puede aportar beneficios ambientales (p. ej., reducción de emisiones y consumo de energía), económicos (reducción de costes de materiales y disposición) y sociales (generación de empleo en cadenas de reciclaje), lo cual refuerza su valor como estrategia integral de sostenibilidad (Purchase et al., 2021).

No obstante, persiste la ausencia de marcos teóricos y esquemas de implementación plenamente definidos, lo que evidencia un vacío investigativo en torno a los factores contextuales que condicionan la adopción de modelos de EC para la gestión de RCD en regiones con capacidades institucionales y normativas heterogéneas. Esta brecha puntualiza la pertinencia de investigaciones que integren análisis técnico, ambiental, institucional y económico para adaptar modelos globales de sostenibilidad al contexto territorial local (Norouzi et al., 2021).

2.2 Marco teórico

2.2.1 Definiciones y conceptos aplicados a la gestión de desechos de la construcción.

La gestión de RCD se concibe en esta investigación como un proceso técnico–organizacional que integra la planificación, implementación, control y seguimiento de actividades vinculadas a la generación, segregación, acopio, transporte, tratamiento, valorización y disposición final de los residuos generados en obras de edificación e infraestructura. Más que una práctica operativa aislada, se asume como una función de dirección del proyecto que atraviesa el ciclo de vida de la obra, desde el diseño y la planificación hasta la etapa post-construcción, dado que los impactos ambientales y sanitarios dependen tanto de la composición del residuo como de la forma en que se gestiona su trazabilidad y destino. Esta perspectiva es consistente con revisiones recientes que destacan que la gestión sostenible de residuos debe considerarse en todas las etapas del proyecto, debido a la presencia potencial de contaminantes y a sus efectos sobre ambiente y salud (Lee et al., 2024).

Para delimitar el contenido del concepto “gestión”, esta tesis adopta como criterio rector la jerarquía de residuos, ampliamente utilizada en marcos regulatorios internacionales. Dicha jerarquía establece un orden de prioridad que orienta decisiones técnicas: prevención y reducción en la fuente, luego preparación para la reutilización y reciclaje, seguidas por otras formas de recuperación, y, solo como alternativa final, la disposición. Estas definiciones operacionales se alinean con las categorías empleadas por la Directiva Marco de Residuos de la Unión Europea y documentos interpretativos asociados, que especifican, por ejemplo, qué se entiende por “reciclaje”, “preparación para la reutilización” y “disposición” (European Commission, 2012).

Bajo este marco, los conceptos centrales se entienden de la siguiente manera. En primer lugar, la prevención se interpreta como la reducción de residuos desde el origen, lo cual exige decisiones previas de diseño, especificaciones técnicas, logística de

abastecimiento y control de pérdidas. En segundo lugar, la reducción se refiere a la disminución efectiva del volumen y diversidad de residuos generados durante la ejecución, mediante control de procesos, optimización de consumos y disminución de errores constructivos. En tercer lugar, el reciclaje y la valorización comprenden operaciones que reincorporan fracciones del residuo a nuevos ciclos productivos, ya sea como materias primas secundarias o como insumos valorizados, siempre que cumplan requisitos de calidad y seguridad. Finalmente, la disposición final se entiende como la operación terminal para fracciones no valorizables o contaminadas, la cual debe efectuarse bajo control técnico y normativo, evitando descargas informales que transfieren costos ambientales a la comunidad.

El posicionamiento conceptual de esta tesis se apoya además en el paradigma de la economía circular, que replantea los residuos como flujos potencialmente aprovechables y enfatiza la necesidad de cerrar ciclos materiales, reducir extracción de recursos vírgenes y disminuir la carga sobre sitios de disposición. En el campo de los RCD, la evidencia bibliométrica reciente confirma que la investigación global se orienta crecientemente hacia la integración de economía circular en la gestión de RCD, con énfasis en reciclaje de concreto, herramientas digitales como BIM y LCA, y la importancia de marcos de política pública e incentivos para viabilizar la circularidad, especialmente en regiones en desarrollo donde persisten brechas de infraestructura y control (Hasibuan et al., 2025).

En cuanto a las perspectivas disciplinares, la gestión de RCD se reconoce como un campo socio-técnico: no es explicable únicamente por variables de ingeniería de materiales ni solo por factores normativos. Por un lado, desde enfoques de ingeniería ambiental y ciencias ambientales, se subraya que los RCD pueden contener fracciones con impactos negativos relevantes (polvos finos, metales, compuestos persistentes), lo que obliga a considerar riesgos ambientales y sanitarios en la gestión y el destino final (Lee et al., 2024). Por otro lado, desde la ingeniería civil y la dirección de proyectos, la problemática se interpreta como un desafío de planificación, coordinación, control y trazabilidad en obra, donde la ausencia de procedimientos estandarizados, incentivos y

fiscalización conduce a prácticas informales, mezclas de materiales y pérdida de potencial de valorización.

En esa línea, esta investigación se posiciona en que una gestión sostenible de RCD requiere un esquema de mejora continua, capaz de institucionalizar planificación, ejecución, verificación y ajuste, incorporando indicadores y responsabilidades. Por ello, se adopta como referencia conceptual el ciclo Planificar–Hacer–Verificar–Actuar (PHVA/PDCA) asociado a los sistemas de gestión ambiental, en tanto aporta un marco lógico para orientar procesos organizacionales hacia el cumplimiento, la prevención y el mejoramiento continuo del desempeño ambiental (ISO/TC 207, 2015).

De este modo, la gestión de RCD asumida en la tesis no se limita a describir residuos ni a proponer acciones aisladas; se define como un proceso integrador que articula decisiones técnicas y mecanismos institucionales para mejorar, en el contexto de Manabí, la planificación, la valorización y la disposición final bajo criterios de sostenibilidad y corresponsabilidad.

2.2.2 Caracterización y clasificación de los desechos de construcción

La evidencia científica disponible indica que los residuos de construcción y demolición (RCD) presentan, en términos generales, baja peligrosidad química, pero su impacto ambiental se relaciona principalmente con los altos volúmenes generados y las prácticas de manejo inadecuadas. En este sentido, el riesgo no radica únicamente en la naturaleza del material, sino en la magnitud de los flujos y en su disposición final. Martel et al. (2022) señalan que el volumen de RCD puede igualar o incluso superar la masa de residuos domésticos en determinados contextos urbanos, lo que sitúa su gestión como un desafío prioritario en la planificación ambiental.

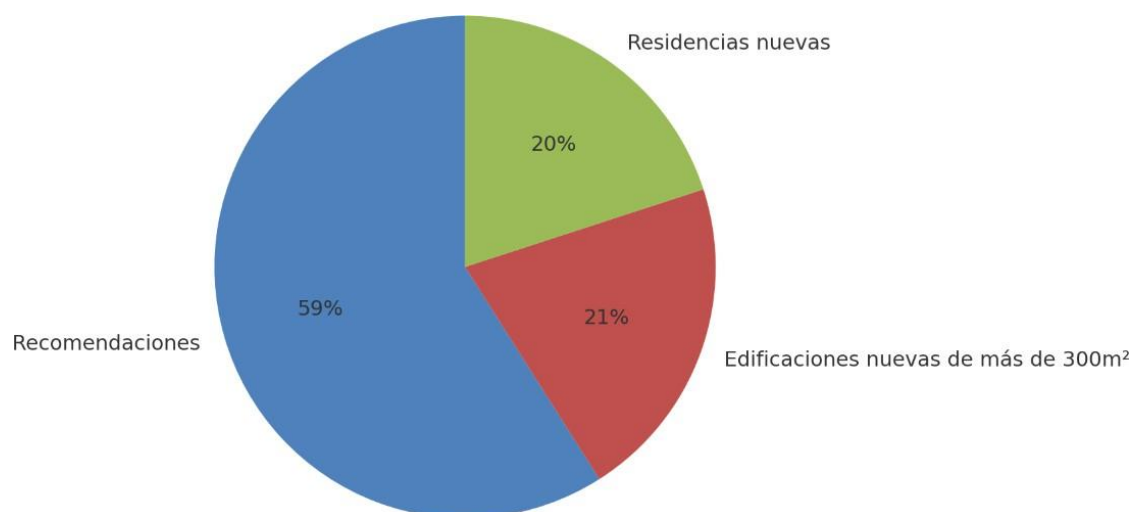
Las estimaciones internacionales muestran una alta variabilidad en la generación de RCD, con rangos reportados entre 293 y 5.787 kg por habitante por año. Garcés y Molina (2023) atribuyen esta dispersión a la falta de metodologías estandarizadas de cuantificación, así como a diferencias en los criterios de inclusión de materiales,

especialmente en relación con suelos de excavación. Esta heterogeneidad metodológica dificulta la comparación entre estudios y la formulación de políticas basadas en evidencia homogénea.

La variabilidad también responde a factores estructurales como la intensidad de la actividad constructiva, el nivel tecnológico de los procesos, la antigüedad del parque edificado y la frecuencia de intervenciones de rehabilitación o demolición. Por ello, la caracterización de RCD debe interpretarse en función del contexto local y del ciclo económico del sector de la construcción.

En el caso de Manabí, la disponibilidad limitada de información sistematizada sobre generación de RCD constituye una barrera para su análisis técnico. La actividad constructiva posterior al terremoto del 16 de abril de 2016 ha incrementado los volúmenes de residuos asociados a reconstrucciones, ampliaciones y demoliciones, particularmente en áreas urbanas en proceso de renovación. Este escenario ha sido vinculado al aumento de presiones ambientales y sociales derivadas del manejo inadecuado de residuos (Bravo et al., 2023).

Figura 1. *Principales fuentes de residuos de la construcción.*



Fuente: Adaptado de Bravo et al. (2023).

A escala regional, estudios en ciudades latinoamericanas reportan volúmenes significativos de generación de RCD. Muñoz et al. (2021) estimaron que en una ciudad peruana la actividad constructiva puede generar alrededor de 90.000 m³ de residuos por mes, considerando únicamente los materiales destinados a vertederos oficiales. En Ecuador, estimaciones gubernamentales sitúan la generación en torno a 280 kg por habitante por año; sin embargo, estos valores podrían subestimar la magnitud real debido a la limitada cobertura de sistemas formales de gestión (Garcés y Molina, 2023).

Las estimaciones para Manabí sugieren producciones anuales entre 220 y 670 kg por habitante, con valores medianos cercanos a 510 kg por habitante. Palma y Caballero (2022) advierten que en ciudades sin políticas específicas de gestión de RCD, entre el 20% y el 50% de los residuos pueden terminar en disposiciones ilegales, lo que agrava impactos urbanos y ambientales.

Desde el punto de vista de composición, Espinosa (2022) indica que gran parte de los RCD corresponde a materiales de alta reciclabilidad, especialmente hormigón y cerámicos, clasificados como residuos Clase A. Estos materiales representan una oportunidad relevante para estrategias de valorización, siempre que existan sistemas adecuados de segregación y control de calidad.

En relación con la clasificación, diversos marcos normativos han propuesto tipologías para facilitar la gestión diferenciada. Las Resoluciones CONAMA 307, 348, 431 y 448 establecen una clasificación en cuatro clases, considerando potencial de reutilización, reciclabilidad y peligrosidad:

Tabla 1. *Clasificación de los residuos de la construcción.*

Clase	Clasificación	Disposición
A	Reutilizables o reciclables como áridos, como ladrillos	Deben reutilizarse o reciclarse en forma de áridos o enviarse a un vertedero de residuos

	cerámicos, bloques de hormigón, tejas, tableros de revestimiento y otros.	Clase A para reservar material para usos futuros.
B	Reciclable para otros fines, como yeso, plásticos, papel, cartón, metales, vidrio, madera y otros.	Deberán ser reutilizados, reciclados o enviados a áreas de almacenamiento temporal, disponiéndose de forma que permita su uso o reciclaje futuro.
C	Residuos para los que no se han desarrollado tecnologías o aplicaciones económicamente viables, como el neopreno y los plásticos reforzados con fibras.	Deben almacenarse, transportarse y eliminarse de acuerdo con normas técnicas específicas.
D	Peligrosos, como pinturas, solventes, aceites, asbesto y otros.	Deben almacenarse, transportarse y eliminarse de acuerdo con normas técnicas específicas.

Fuente: Adaptado de Espinosa (2022).

La clasificación por naturaleza del residuo cumple una función estratégica, ya que orienta decisiones de manejo, valorización y disposición. No obstante, la práctica muestra que en muchos contextos la clasificación se realiza de forma visual y simplificada, lo que limita la diferenciación de propiedades físicas y reduce la eficiencia de procesos de reciclaje. La evidencia indica que una clasificación inadecuada compromete la calidad de los áridos reciclados y restringe su potencial de uso en nuevas aplicaciones. Aunque la proporción de residuos peligrosos en los RCD suele ser baja, su presencia exige protocolos específicos de identificación, almacenamiento y disposición. Rosales et al. (2022) subrayan que estos residuos no deben considerarse secundarios, dado su potencial impacto ambiental y sanitario.

Tabla 2. *Clasificación específica de residuos peligrosos de la construcción.*

Categorías de residuos peligrosos	Ejemplos
Materiales sobrantes utilizados en la construcción y contenedores vacíos	Adhesivos, botes de pintura, disolventes, depósitos de combustible.
Lubricantes para maquinaria y combustibles.	Lubricantes, aceites y grasas.
Otros artículos fueron encontrados discretamente.	Pilas, bombillas fluorescentes y dispositivos electrónicos.
Componentes inseparables de artículos voluminosos	Formaldehído presente en alfombras, sulfato en paredes de yeso.
Contaminantes encontrados tratados	Pinturas, adhesivos, cromos, resinas y aditivos químicos.

Nota: Adaptado de Rosales et al. (2022).

En conjunto, la caracterización y clasificación de RCD no debe entenderse únicamente como un ejercicio descriptivo, sino como la base técnica para diseñar estrategias de gestión sostenible. La ausencia de información confiable y de sistemas de clasificación rigurosos limita la planificación de valorización y la toma de decisiones informadas, lo que refuerza la necesidad de estudios contextualizados en el ámbito local.

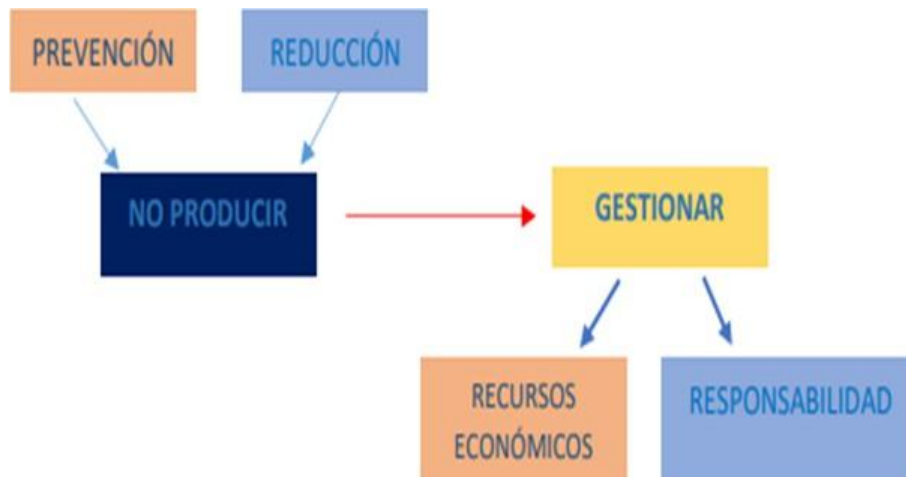
2.2.3 Definición de sistemas o modelos de gestión

Un sistema o modelo de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) es una estructura organizada de decisiones, procedimientos y controles que permite gestionar, de manera verificable, los flujos de residuos a lo largo del proyecto

constructivo. Su finalidad es evitar la generación innecesaria, maximizar la valorización y asegurar una disposición final controlada, articulando responsabilidades entre actores y habilitando la trazabilidad. Este enfoque es coherente con los marcos contemporáneos de gestión de residuos que ordenan las decisiones mediante la jerarquía de residuos, priorizando la prevención, la preparación para la reutilización y el reciclaje sobre la eliminación (European Parliament & Council, 2024).

Bajo el principio rector de que la mejor estrategia es no generar el residuo, la gestión de RCD se organiza como un proceso encadenado que integra etapas operativas y de control. En términos generales, estas etapas comprenden la identificación y separación en obra, el acopio y la logística interna, la transferencia y el transporte, el tratamiento y procesamiento para valorización, y finalmente la disposición de fracciones no valorizables en instalaciones autorizadas. En los marcos europeos más utilizados para orientar la mejora de la gestión de RCD, se subraya que la eficacia del sistema depende de la coordinación de toda la cadena, la documentación del flujo de materiales y el aseguramiento de calidad para incrementar la confianza en materias primas secundarias derivadas de RCD (European Commission, 2016; European Commission, 2024)..

Figura 2. *Gestión de residuos*



Una vez generados los residuos, la clasificación en sitio constituye un componente crítico del sistema, porque determina el potencial real de valorización. La evidencia normativa reciente en Europa recomienda explícitamente establecer sistemas de separación al menos para fracciones como madera, minerales (hormigón, ladrillos, cerámicos, piedra), metales, vidrio, plásticos y yeso, dado que la segregación mejora la calidad del reciclaje y reduce la fracción destinada a eliminación. En esa misma línea, los protocolos técnicos de gestión de RCD enfatizan prácticas como demolición selectiva, separación en origen, logística y procesamiento controlado, porque incrementan la recuperación material y disminuyen impactos asociados a descargas informales y mezclas de residuos (European Commission, 2016; European Commission, 2024).

En un modelo de gestión integral, la valorización se interpreta como el conjunto de procesos que convierten el residuo en recurso. Esta valorización puede materializarse mediante reutilización, cuando un componente mantiene su forma y funcionalidad con preparación mínima, o mediante reciclaje, cuando se aplican procesos físicos y de clasificación que transforman el residuo en materia prima secundaria para nuevos productos. Esta lógica es consistente con el paradigma de la economía circular, que plantea cerrar ciclos materiales y reducir la extracción de recursos vírgenes, y que se ha consolidado como tendencia principal en la investigación reciente sobre RCD,

particularmente en relación con reciclaje de concreto y mejora de sistemas de decisión e implementación (Zhang et al., 2022; Hasibuan et al., 2025).

Figura 3. *Proceso de gestión*



En términos de diseño conceptual, el modelo de gestión de RCD no debe limitarse a describir etapas. Debe incorporar componentes de dirección y control, tales como responsables definidos, procedimientos estandarizados, requisitos de registro, indicadores de desempeño y mecanismos de seguimiento. En revisiones y marcos actuales se resalta que la adopción efectiva de economía circular en RCD depende de factores institucionales y operativos, incluyendo coordinación entre actores, reglas de mercado para materiales reciclados y barreras normativas y económicas, especialmente en contextos con infraestructura limitada (Papamichael, 2023; Hasibuan et al., 2025). De forma complementaria, la literatura técnica sobre jerarquías de gestión también advierte que, sin instrumentos de control, la gestión tiende a desplazarse hacia soluciones de menor valor ambiental, como la eliminación, aun cuando exista potencial de recuperación material (Turkyilmaz et al., 2019).

2.2.4 Hipótesis sobre la gestión de desechos de la construcción

La construcción sostenible y la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) han sido abordadas desde múltiples perspectivas teóricas en la literatura, que aportan marcos conceptuales útiles para comprender y evaluar las relaciones entre decisiones de proyecto, práctica de gestión y resultados ambientales. Más que “hipótesis independientes”, estas perspectivas constituyen supuestos teóricos estructurantes que permiten formular, operacionalizar y validar las hipótesis empíricas de esta investigación.

Un elemento central presente en las teorías contemporáneas de gestión de RCD es la jerarquía de residuos, la cual, basada en principios de prevención y eficiencia, establece un orden preferente de intervenciones: primero prevenir o reducir la generación, luego preparar para reutilización y reciclaje, y finalmente disponer cuando no exista otra alternativa. Esta jerarquía ha sido incorporada en marcos regulatorios internacionales y se utiliza como criterio para evaluar la sostenibilidad de las estrategias de gestión (European Parliament & Council, 2008/98/EC). De este modo, la hipótesis subyacente implícita en este enfoque es que las estrategias de gestión que priorizan la prevención y reutilización tienden a resultar en menores impactos ambientales, en comparación con enfoques centrados en la eliminación.

Una segunda perspectiva proviene del paradigma de la economía circular, que plantea una reconfiguración sistémica de las relaciones entre producción, uso y residuos, de tal forma que los materiales recorran el mayor número posible de ciclos funcionales antes de convertirse en desecho. Estudios recientes identifican que la economía circular trasciende la lógica lineal de “usar y desechar”, proponiendo mecanismos concretos de recuperación de valor, diseño para reciclabilidad y construcción para desmontaje, lo cual favorece la integración de residuos de construcción como recursos secundarios (Zhang et al., 2022; Hasibuan et al., 2025). Bajo este enfoque, la hipótesis teórica es que la mayor inserción de principios circulares en los procesos constructivos mejora la eficiencia en el uso de recursos y reduce la dependencia de disposición final.

Otra perspectiva teórica relevante es la asociada a los sistemas de gestión ambiental y mejora continua, basados en esquemas como el ciclo Planificar–Hacer–Verificar–Actuar (PHVA), que integran indicadores y mecanismos de retroalimentación para ajustar decisiones y procesos con base en resultados cuantificados. Desde este enfoque, la hipótesis es que la incorporación de mecanismos de seguimiento y control formal aumenta la efectividad en la reducción de residuos y en la mitigación de impactos ambientales, independientemente de la fase del proyecto.

Las ciencias del comportamiento, por su parte, señalan que el comportamiento humano y las decisiones organizacionales influyen significativamente en la generación y manejo de residuos en obra. Esta perspectiva postula que la conciencia ambiental, la capacitación técnica y las prácticas gerenciales de los actores (constructoras, contratistas, personal de obra) son variables condicionantes del desempeño de gestión, lo cual se conecta con la noción de corresponsabilidad institucional que esta tesis explora como una dimensión clave para mejorar los resultados de la gestión de RCD.

Es importante destacar que estas perspectivas no son mutuamente excluyentes, sino complementarias, y que su combinación aporta un marco conceptual robusto para formular la hipótesis general de esta investigación. La hipótesis que guía la tesis no parte de una teoría única, sino de la interacción de estos marcos:

El desarrollo de un modelo de gestión sostenible de residuos de construcción contribuye a la mitigación de impactos ambientales mediante la mejora de la planificación, valorización y disposición final de los residuos en la provincia de Manabí (2022–2025).

Esta hipótesis empírica se fundamenta en los supuestos teóricos de la jerarquía de residuos, de la economía circular, del control mediante sistemas de gestión ambiental y de la importancia del factor humano y de la gobernanza para lograr impactos efectivamente sostenibles.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Modelos de gestión de desechos de la construcción más relevantes

Los modelos de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) se estructuran principalmente a partir de la jerarquía de residuos, la cual establece un orden de prioridad en la toma de decisiones: prevención, preparación para la reutilización, reciclaje, valorización y, como última alternativa, disposición final. Este enfoque ha sido adoptado como marco orientador en políticas de gestión de residuos por su contribución a la reducción de impactos ambientales y al uso eficiente de recursos (European Parliament & Council, 2008).

Los modelos de gestión integrada de residuos (GIR) amplían esta lógica al articular de forma sistemática las etapas de generación, separación, transporte, tratamiento y disposición, incorporando coordinación entre actores, trazabilidad y evaluación continua del desempeño. Estos modelos buscan mejorar la eficiencia ambiental y operativa de la gestión de RCD (Gamarra-Quispe et al., 2025).

Enfoques más recientemente, basados en economía circular han redefinido la gestión de RCD al promover el cierre de ciclos materiales y la recuperación de valor de los residuos como materias primas secundarias. La evidencia científica señala que este enfoque reduce la presión sobre vertederos y favorece la eficiencia de recursos cuando existen capacidades institucionales y de mercado adecuadas (Agudelo, 2022; Zhang et al., 2022).

En conjunto, estos modelos muestran una evolución desde esquemas lineales de disposición hacia sistemas que priorizan prevención, valorización y circularidad, marco conceptual que sustenta la propuesta desarrollada en esta investigación.

2.3.2 Teorías sobre la gestión de residuos de la construcción

La gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) se fundamenta en enfoques teóricos que permiten comprender las relaciones entre decisiones de planificación, procesos operativos y resultados ambientales. Uno de los marcos más ampliamente reconocidos es la jerarquía de residuos, la cual estructura las prioridades de intervención desde la prevención de la generación hasta la disposición final. Este enfoque, que ha sido incorporado en directivas internacionales como la Waste Framework Directive de la Unión Europea, sostiene que la prevención y reducción de residuos debe ser la primera prioridad, seguida de la preparación para la reutilización y el reciclaje, antes de recurrir a la eliminación. Zhang et al. (2022) señalan que este marco jerárquico no solo organiza las estrategias de gestión, sino que también proporciona criterios para evaluar la sostenibilidad de las políticas aplicadas en diferentes contextos territoriales, al enfatizar la minimización de impactos antes que la simple disposición.

De manera complementaria, la economía circular ha emergido como una teoría que redefine el concepto de residuo, convirtiéndolo en un recurso dentro de procesos productivos en bucle cerrado. Este enfoque propone que los materiales deben mantenerse en uso el mayor tiempo posible mediante estrategias de reutilización, reciclaje y recuperación de valor, lo cual contribuye tanto a la reducción de la extracción de recursos vírgenes como a la mitigación de impactos ambientales generados por la construcción. Estudios recientes han demostrado que los modelos de economía circular aplicados a RCD favorecen la eficiencia de uso de materiales y pueden generar beneficios económicos cuando se establecen sistemas de mercado y marcos institucionales adecuados (Purchase, 2021; Velázquez, 2025).

Además de estos enfoques, investigaciones recientes han integrado perspectivas que consideran la gestión de RCD como un fenómeno socio-técnico en el cual factores comportamentales, organizacionales y normativos interactúan con las variables técnicas. Estos enfoques argumentan que la eficacia de la gestión no depende únicamente de la

adopción de tecnologías o procedimientos, sino también de la coordinación entre actores, la gobernanza ambiental y la cultura organizacional. En este sentido, Reina (2023) plantea que las teorías de gestión contemporáneas incorporan elementos de dirección de proyectos, sistemas de gestión ambiental y estructuras de incentivos que deben alinearse para lograr mejoras sostenibles en la gestión de RCD, haciendo hincapié en la necesidad de mecanismos de control, seguimiento y aprendizaje organizacional.

2.3.3 Principios de jerarquía para el desarrollo de modelos de gestión de residuos

El desarrollo de modelos de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) se sustenta en el principio de jerarquía de residuos, el cual orienta la toma de decisiones priorizando alternativas con menor impacto ambiental. Esta jerarquía organiza la gestión en un orden secuencial que incluye prevención, minimización, reutilización, reciclaje, valorización energética y, finalmente, disposición final. Dicho principio ha sido ampliamente adoptado en políticas públicas y marcos regulatorios por su contribución a la reducción de impactos ambientales y al uso eficiente de recursos (Rea, 2019; Boe, 2020; Kamano et al., 2019).

La jerarquía de residuos se reconoce como un instrumento de política ambiental que guía la selección de opciones de gestión más favorables desde el punto de vista ambiental. Estudios recientes confirman que su aplicación en RCD permite disminuir la presión sobre vertederos y aumentar la recuperación de materiales valorizables (Zhang et al., 2022). En este sentido, la jerarquía no solo estructura acciones operativas, sino que constituye un marco conceptual para evaluar la sostenibilidad de los sistemas de gestión.

El Municipio Metropolitano de Quito (2016) incorporó este principio en su modelo de gestión de residuos sólidos, alineándolo con enfoques internacionales que priorizan prevención y valorización. Esta adopción local evidencia la transferencia de marcos conceptuales globales hacia políticas territoriales.

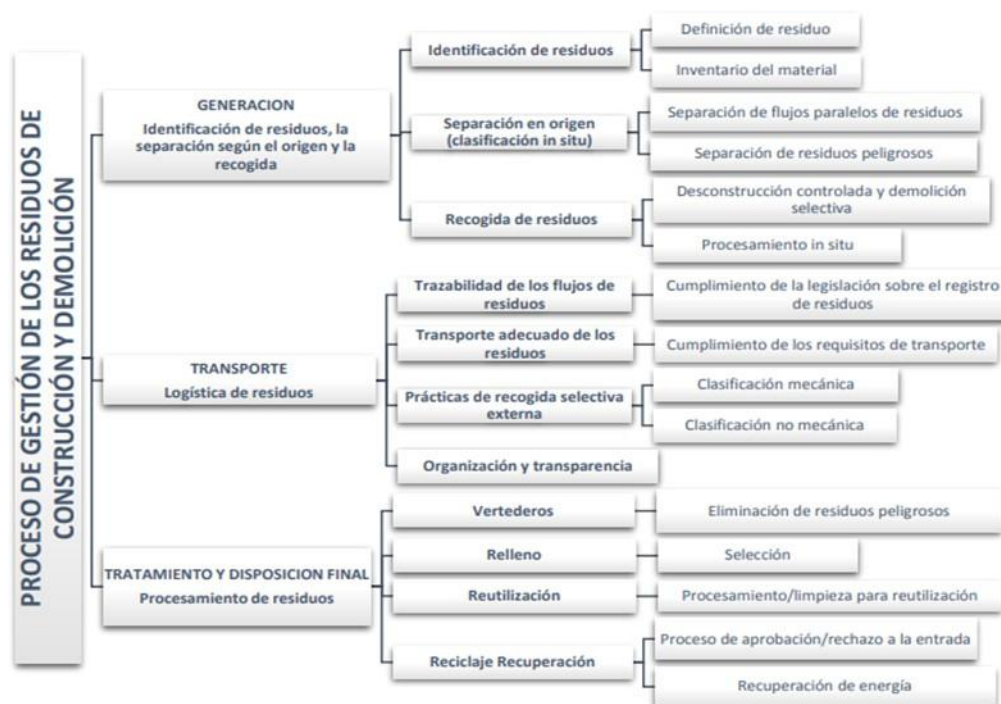
Figura 2. *Jerarquía de las acciones de la gestión de residuos.*



Nota. Adaptado de Kamano (2019).

A nivel internacional, la Comisión Europea desarrolló un protocolo específico para la gestión de RCD con el objetivo de mejorar la sostenibilidad del sector construcción, fomentar la valorización de materiales y fortalecer la economía circular. Este marco estableció como meta que los Estados miembros alcancen tasas de recuperación del 70% de RCD, promoviendo simultáneamente competitividad económica y generación de empleo (European Commission, 2020; European Parliament & Council, 2008). Investigaciones posteriores confirman que este objetivo ha impulsado el desarrollo de mercados de reciclaje en varios países europeos (European Commission, 2021).

Figura 3. *Principio de gestión de los residuos de construcción y demolición.*



Nota. Adaptado de European Commission, 2021).

En la fase de generación, la identificación temprana de tipos y volúmenes de residuos constituye una condición necesaria para su gestión eficiente. La evidencia indica que la planificación y la separación en origen mejoran significativamente la calidad de los materiales reciclables y reducen la fracción destinada a eliminación (Chamba y Solnado, 2023; European Commission, 2016). Asimismo, la segregación de residuos peligrosos durante las etapas iniciales evita riesgos ambientales y sanitarios asociados a mezclas inadecuadas.

En relación con el transporte y la logística, la trazabilidad de los flujos de residuos es reconocida como un factor crítico para asegurar transparencia y control ambiental. Sistemas de registro, clasificación estandarizada y distancias logísticas optimizadas contribuyen a reducir impactos y a mejorar la eficiencia de los procesos de valorización (Franco et al., 2023; European Commission, 2016).

Finalmente, en las etapas de tratamiento y disposición final, la literatura resalta que la reutilización directa ofrece mayores beneficios ambientales que el reciclaje, al evitar procesos de transformación adicionales. No obstante, cuando la reutilización no es viable, el reciclaje representa una alternativa clave para disminuir la extracción de recursos vírgenes y la descarga en vertederos. Políticas como restricciones de vertido y tasas diferenciadas han demostrado ser instrumentos efectivos para incentivar mercados de reciclaje (Bravo et al., 2019; Zhang et al., 2022).

En conjunto, la jerarquía de residuos opera como un principio orientador para el diseño de modelos de gestión sostenible de RCD, al proporcionar criterios técnicos y ambientales que permiten priorizar estrategias de mayor valor ambiental y económico.

2.3.4 Condiciones de marco y política para la diseñar e implementar un modelo de gestión

La efectividad de un modelo de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) depende en gran medida de las condiciones de marco institucional y de política pública que regulan su implementación. La evidencia internacional muestra que los sistemas de gestión de RCD alcanzan mejores resultados cuando se apoyan en marcos normativos claros, instrumentos económicos y mecanismos de control que alinean los intereses de los actores públicos y privados (European Commission, 2016; Zhang et al., 2022).

Un elemento central es la identificación de los actores involucrados a lo largo de la cadena de valor del residuo, desde la generación hasta la disposición final. La literatura señala que la coordinación entre generadores, transportistas, gestores y autoridades ambientales favorece la trazabilidad y reduce prácticas informales de eliminación (Dahlbo et al., 2018; European Commission, 2016). Esta articulación permite definir responsabilidades diferenciadas y mejorar la transparencia en la gestión.

Asimismo, la descentralización de la gestión hacia administraciones locales posibilita adaptar estrategias a las capacidades territoriales. Estudios europeos indican que políticas locales que combinan regulación, incentivos y supervisión técnica logran mayores tasas de valorización de RCD (European Commission, 2021). En este marco, las restricciones al vertido y los sistemas de autorización para disposición final se han identificado como instrumentos efectivos para estimular reciclaje y reutilización (Zhang et al., 2022).

Los instrumentos económicos también cumplen un rol relevante. La aplicación de tasas al vertido y gravámenes sobre la extracción de materiales vírgenes puede modificar el comportamiento del mercado, haciendo más competitivas las alternativas de reciclaje (Dahlbo et al., 2018). De forma complementaria, la disponibilidad de infraestructura adecuada, como centros de transferencia y plantas de reciclaje, condiciona la viabilidad operativa de los modelos de gestión.

Finalmente, la literatura resalta que la fiscalización, la atención de denuncias sobre vertederos ilegales y la aplicación de sanciones constituyen mecanismos necesarios para garantizar el cumplimiento normativo. Sin sistemas de control efectivos, incluso los marcos regulatorios bien diseñados tienden a perder eficacia (European Commission, 2016).

2.4 Marco Histórico y Actual

La gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) se inscribe dentro de los campos de la sostenibilidad y la gestión ambiental, en tanto aborda la relación entre actividad constructiva, uso de recursos naturales e impactos ambientales. Si bien la modificación del entorno ha acompañado históricamente al desarrollo humano, la intensificación de la producción industrial desde el siglo XIX incrementó significativamente la extracción de materiales, el consumo energético y la generación de residuos asociados a los procesos constructivos (Zhang et al., 2022).

La industria de la construcción constituye uno de los sectores económicos de mayor relevancia a escala global, pero también uno de los más demandantes en términos de recursos y generación de residuos. Se estima que los RCD representan uno de los mayores flujos de residuos sólidos en el mundo, no necesariamente por su toxicidad sino por los volúmenes generados y el espacio que ocupan en vertederos (Vasanthalin & Kavitha, 2021; European Commission, 2021).

A escala global, la generación de RCD presenta magnitudes significativas. Estudios recientes reportan que Asia concentra los mayores volúmenes de RCD, seguida de Europa y América, en correspondencia con la intensidad de la actividad constructiva y la urbanización acelerada (Deresa et al., 2020; Zhang et al., 2022). En América Latina, países como Brasil, Colombia y México registran producciones anuales relevantes de RCD, asociadas al crecimiento urbano e infraestructura. En Ecuador, aunque los datos sistemáticos son limitados, los registros oficiales de residuos sólidos evidencian una presencia creciente de residuos provenientes del sector construcción (Cando, 2021).

En el contexto ecuatoriano, la regulación de RCD ha avanzado mediante instrumentos emitidos por la autoridad ambiental; sin embargo, la disponibilidad de estadísticas específicas continúa siendo limitada. Esta situación se vincula, entre otros factores, a la heterogeneidad de procesos constructivos y a la baja estandarización en la cuantificación de residuos en obra (Rea Lozano, 2017).

Históricamente, los primeros estudios sobre reutilización de residuos de construcción surgieron en Europa tras la Segunda Guerra Mundial, cuando la reconstrucción urbana obligó a buscar alternativas para gestionar grandes volúmenes de escombros y reducir la demanda de materiales vírgenes. Estos antecedentes marcaron el inicio de la valorización de RCD como recurso potencial (Contreras & Herrera, 2019).

Durante las últimas décadas, el interés por el reciclaje de RCD ha crecido de forma sostenida. A inicios del siglo XXI se estimaba que la industria del concreto consumía miles de millones de toneladas de áridos naturales y generaba volúmenes igualmente elevados de residuos. Países como Estados Unidos y Japón comenzaron a

desarrollar políticas específicas para su gestión y reciclaje (Morales, 2021; European Commission, 2021).

En la Unión Europea, los RCD representan uno de los flujos prioritarios de residuos. Las políticas comunitarias han impulsado metas de recuperación cercanas al 70%, promoviendo mercados de reciclaje y estándares técnicos para su reutilización (European Parliament & Council, 2008; European Commission, 2021). Países como Alemania, Países Bajos y Dinamarca han alcanzado tasas elevadas de reciclaje de RCD, principalmente en aplicaciones viales y materiales granulares (López et al., 2019).

En América Latina, experiencias recientes muestran avances en la incorporación de RCD reciclados en proyectos de infraestructura, particularmente en Colombia, donde normativas técnicas han permitido su uso en obras públicas bajo criterios de calidad (Jiménez & García, 2021).

Actualmente, la gestión de RCD presenta diferencias significativas entre regiones. Los países con escasez de áridos naturales y políticas ambientales consolidadas han adoptado medidas restrictivas al vertido y sistemas de valorización obligatoria, lo que ha incrementado las tasas de reutilización y reciclaje (Bravo, 2019; European Commission, 2021).

En Ecuador, persisten desafíos asociados a la gestión de RCD, especialmente en lo relativo a segregación en origen, infraestructura de valorización y control de disposiciones informales. Estas limitaciones contrastan con la creciente demanda de materiales para infraestructura y vivienda, lo que refuerza la necesidad de modelos de gestión sostenibles y contextualizados al territorio (Rea Lozano, 2017; Zhang et al., 2022).

2.4.1 Residuos sólidos a nivel nacional

En Ecuador, la gestión de residuos sólidos ha sido abordada mediante instrumentos de política pública orientados a fortalecer la gestión integral y reducir

impactos ambientales. Uno de los principales instrumentos ha sido el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS), impulsado por el Ministerio del Ambiente, cuyo propósito es minimizar los impactos derivados del manejo inadecuado de residuos y mejorar la calidad de vida de la población mediante la adopción de esquemas de gestión integral (Ministerio del Ambiente, 2018).

Los registros nacionales indican que en 2012 el país generó aproximadamente 4,14 millones de toneladas anuales de residuos sólidos, con una generación per cápita cercana a 0,73 kg por habitante por día. La caracterización nacional realizada posteriormente evidenció que una fracción de los residuos corresponde a categorías distintas de los residuos domiciliarios convencionales, dentro de las cuales se incluyen residuos de construcción y demolición (RCD), agrupados en la categoría “otros” (Ministerio del Ambiente, 2018). Estudios regionales señalan que, en países en desarrollo, la composición de residuos sólidos urbanos tiende a presentar una alta fracción orgánica, pero con crecimiento progresivo de fracciones asociadas a actividades constructivas debido a la expansión urbana (Kaza et al., 2018).

Tabla 3. *Caracterización de Residuos Sólidos*

Tipo de residuo	Porcentaje
Orgánico	61.4%
Plástico	11.0%
Papel + cartón	9.4%
Vidrio	2.6%
Chatarra	2.2%

Otros	13.3%
Total	100%

Nota. Adaptado de Ministerio del Ambiente (2018).

El PNGIDS contempla lineamientos específicos para residuos considerados especiales, entre ellos los escombros de construcción. Las directrices incluyen la recolección diferenciada y el aprovechamiento de materiales pétreos en aplicaciones viales, así como la disposición en escombreras cuando la valorización no es viable (Ministerio del Ambiente, 2018). Este enfoque coincide con recomendaciones internacionales que promueven la reutilización de fracciones minerales de RCD en obras de infraestructura, siempre bajo control técnico (European Commission, 2016).

Tabla 4. *Gestión De Los Residuos Sólidos*

Generación	Recolección y barrido	Transferencia y aprovechamiento	Disposición final
Residuos sólidos urbanos (residenciales, industriales y comerciales)	● Estandarización de servicios de aseo. ● Recolección de escombros	● GADM: Plantas de separación. ● GADM Medianos, Pequeños y Micros: Aprovechamiento W2E y reciclaje.	● GADM Grandes y Medianos: Rellenos y manejo técnico de lixiviados. ● Implementación y operación de escombreras.

Residuos sólidos especiales (peligrosos, escombros y hospitalarios)	● Recolección especializada de residuos	● Aprovechamiento de escombros como material pétreo en las vías. ● Aprovechamiento de residuos peligrosos en caso de aplicar.	● Celdas de seguridad operativas
---	---	--	--

Nota. Adaptado de Ministerio del Ambiente (2018).

No obstante, la evidencia comparada muestra que los marcos más avanzados de gestión de RCD tienden a establecer criterios diferenciados de tratamiento según tipo de residuo, nivel de peligrosidad y potencial de valorización. La literatura científica indica que los sistemas que incorporan clasificación detallada, metas de reciclaje y trazabilidad presentan mejores resultados en términos de recuperación de materiales y reducción de vertidos (Zhang et al., 2022). En este contexto, el fortalecimiento de instrumentos específicos para RCD representa un área de mejora dentro de los sistemas nacionales de gestión de residuos.

2.5 Marco Legal y Normativo

2.5.1 Estado actual de las normativas en el país y el mundo

La regulación de los residuos de construcción y demolición (RCD) se ha consolidado a nivel internacional como un componente esencial de las políticas de sostenibilidad y economía circular. En los marcos regulatorios contemporáneos, los RCD ya no se consideran únicamente un problema de disposición final, sino un flujo material estratégico cuya gestión incide en la eficiencia de recursos, la mitigación del

cambio climático y la protección ambiental (European Commission, 2016; Zhang et al., 2022).

A nivel internacional, uno de los instrumentos normativos más influyentes es la Directiva Marco de Residuos de la Unión Europea (2008/98/EC), la cual establece la jerarquía de residuos como principio rector y fija metas de valorización para RCD. Esta directiva impulsó objetivos de recuperación cercanos al 70%, promoviendo reciclaje, reutilización y trazabilidad en la gestión de RCD (European Parliament & Council, 2008). Estudios recientes muestran que estos marcos regulatorios han contribuido a elevar las tasas de reciclaje en países europeos y a reducir la dependencia de vertederos (European Commission, 2021).

En América Latina, la regulación de RCD presenta niveles de desarrollo heterogéneos. Aunque varios países han incorporado principios de gestión integral de residuos, la aplicación específica para RCD aún enfrenta desafíos de implementación, control y disponibilidad de infraestructura (Kaza et al., 2018). Esta brecha entre norma y práctica es señalada recurrentemente en la literatura como una limitación para alcanzar esquemas de economía circular en la región.

En el caso ecuatoriano, la normativa ambiental define a los desechos como materiales resultantes de procesos productivos cuya disposición debe sujetarse a la legislación ambiental vigente (MAE, 2018). El país ha desarrollado instrumentos normativos que abordan la gestión integral de residuos, entre ellos la Constitución de la República (2008), la Ley de Gestión Ambiental y el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), que establecen procedimientos mínimos para manejo, almacenamiento y gestión de residuos peligrosos y especiales (MAE, 2019).

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) asigna a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) la responsabilidad directa en la gestión de residuos dentro de su jurisdicción, lo que convierte a las ordenanzas locales en instrumentos clave para la regulación de RCD. Sin

embargo, estudios regionales indican que la existencia de normativa local no siempre garantiza su aplicación efectiva, especialmente en contextos con limitaciones técnicas y financieras (Tello et al., 2019).

El Ecuador también ha impulsado el Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS) como instrumento orientador de políticas públicas para reducción y manejo de residuos (MAE, 2020). No obstante, la literatura técnica señala que la regulación específica de RCD aún presenta espacios de mejora en cuanto a metas cuantificables de reciclaje, trazabilidad y valorización sistemática, en comparación con estándares europeos (Zhang et al., 2022).

2.5.2 Aspectos legales y normativos de la gestión de desechos de la construcción en la provincia de Manabí Ecuador

En la provincia de Manabí, la gestión de residuos de construcción se enmarca dentro del sistema nacional de gestión ambiental y de las competencias de los GAD. Las ordenanzas provinciales constituyen instrumentos jurídicos para regular el manejo de residuos en el territorio, incluyendo RCD. Estas normativas contemplan separación en origen, disposición controlada y sanciones por incumplimiento, en concordancia con los principios de gestión integral de residuos.

No obstante, la evidencia disponible sugiere que los principales retos no radican en la inexistencia de normas, sino en su aplicación efectiva, la disponibilidad de infraestructura para valorización y la capacidad institucional para fiscalización. Esta situación coincide con diagnósticos realizados en otros territorios latinoamericanos, donde la implementación normativa enfrenta barreras operativas y financieras (Kaza et al., 2018).

Desde una perspectiva comparada, los marcos regulatorios que han logrado mayores tasas de valorización de RCD combinan tres elementos: metas claras de reciclaje, instrumentos económicos que desincentivan el vertido y sistemas de trazabilidad obligatoria (European Commission, 2021). Estos elementos constituyen referentes para evaluar y fortalecer la regulación local en contextos como Manabí.

2.5.3 Síntesis integradora del marco legal y su aporte al estudio

La sistematización del marco legal y normativo evidencia que la gestión de RCD ha evolucionado desde enfoques centrados en la eliminación hacia esquemas que priorizan valorización, prevención y economía circular. Este análisis permite posicionar la investigación dentro de un marco regulatorio internacionalmente reconocido, al tiempo que revela brechas entre norma y práctica en el contexto ecuatoriano y manabita. Tales hallazgos contribuyen a fundamentar metodológicamente la investigación, al justificar la necesidad de un modelo de gestión contextualizado que articule normativa, capacidades institucionales y realidad territorial, orientando tanto el diagnóstico como la formulación de propuestas de mejora en la gestión de RCD.

CAPÍTULO 3. Diseño Metodológico de la Investigación

El presente capítulo expone el diseño metodológico que orienta el desarrollo de la investigación, precisando el enfoque, tipo y diseño del estudio, así como los métodos teóricos y empíricos empleados para la obtención y análisis de la información. Se describen además la población y muestra, los criterios de selección muestral, los instrumentos de recolección de datos y los procedimientos aplicados para su procesamiento y triangulación. En conjunto, este capítulo establece el sustento metodológico que garantiza la validez, coherencia y rigor científico del estudio sobre la gestión de residuos de construcción y demolición en los cantones de Manta y Portoviejo, constituyendo la base para la interpretación de resultados y la formulación de la propuesta de gestión presentada en los capítulos posteriores.

3.1 Operacionalización de variables y elaboración de la matriz de consistencia científica-metodológica

La operacionalización de variables constituye un paso fundamental en la estructura metodológica de este trabajo, ya que permite vincular los aspectos teóricos de la investigación con los elementos empíricos que serán observados y medidos durante el proceso de recolección y análisis de datos. En este sentido, la matriz de consistencia científica y metodológica responde a la necesidad de establecer una correspondencia clara entre la pregunta de investigación, los objetivos formulados, las hipótesis planteadas y las variables consideradas en el estudio. A continuación, se presenta la matriz correspondiente, la cual sintetiza los principales elementos de articulación metodológica, en función del desarrollo del modelo propuesto:

Tabla 5. *Matriz de consistencia científica y metodológica*

Pregunta de investigación	Hipótesis	Objetivo general	Objetivos específicos	Variable	Dimensiones	Indicadores
¿Qué condiciones técnicas, organizacionales y de gestión inciden en el manejo de los residuos de construcción en la provincia de Manabí y cómo su mejora puede contribuir a la mitigación de	El desarrollo de un modelo de gestión sostenible de residuos de construcción contribuye a la mitigación de impactos ambientales mediante la mejora de la planificación, valorización y disposición	Desarrollar un modelo de gestión sostenible de residuos de construcción orientado a optimizar su manejo y contribuir a la mitigación de impactos ambientales en la provincia de	- Analizar los fundamentos teóricos y enfoques actuales sobre la gestión sostenible de RCD. - Diagnosticar la situación del manejo de RCD en Manabí,	Gestión de residuos de construcción (Variable independiente)	Normativa y gobernanza Prácticas constructivas Gestión técnico-operativa Corresponsabilidad de actores	Existencia y aplicación de ordenanzas y normativa ambiental. Grado de cumplimiento normativo en obras. Protocolos de segregación en origen. Métodos de almacenamiento y disposición.

impactos ambientales?	final de los residuos en la provincia de Manabí (2022–2025).	Manabí durante el período 2022–2025.	identificando prácticas, limitaciones y factores asociados. • Diseñar un modelo de gestión sostenible de RCD adaptado a las condiciones del sector constructivo en Manabí.			Niveles de reutilización y reciclaje. Capacitación del personal técnico. Coordinación entre actores públicos y privados.
				Impacto ambiental asociado a	Entorno físico-ambiental Salud pública	Presencia de residuos en sitios no autorizados.

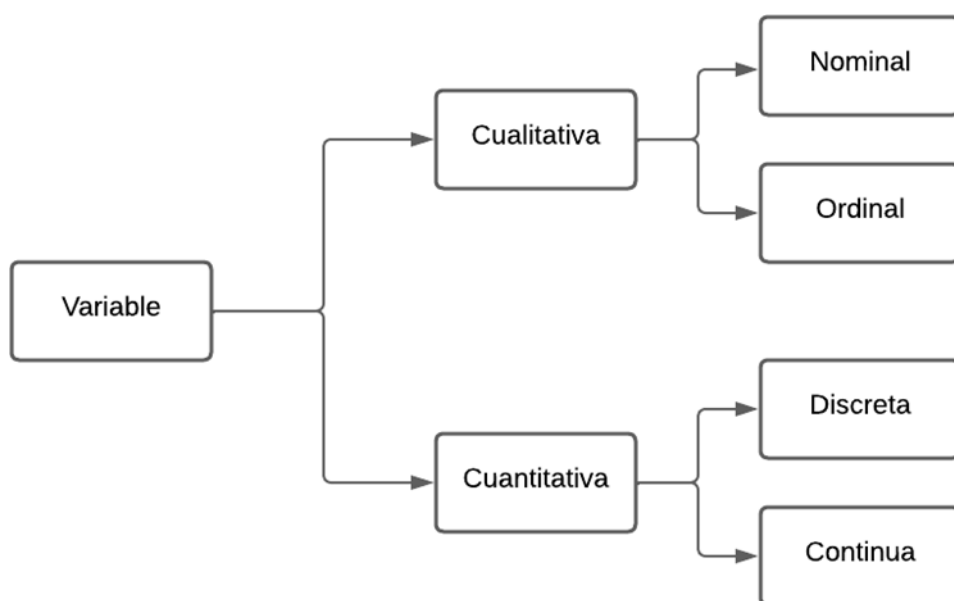
				RCD (Variable dependiente)	Calidad del entorno urbano	Incidencia de focos de contaminación. Riesgos sanitarios asociados. Estado de espacios públicos cercanos. Percepción ciudadana sobre impactos de RCD.
--	--	--	--	----------------------------	----------------------------	--

3.2 Diseño metodológico

3.2.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es mixto, ya que se considera pertinente integrar datos cuantitativos y cualitativos para comprender con mayor amplitud y profundidad el fenómeno objeto de estudio (figura 6). Esta elección responde a la necesidad de analizar, desde distintos niveles, la forma en que se gestionan los desechos de construcción en la provincia de Manabí, tomando en cuenta tanto la información técnica como las percepciones, experiencias y acciones de los actores involucrados en este proceso.

Figura 4. *Clasificación de una variable*



Fuente. Elaborada por el autor.

Desde el enfoque cualitativo, se recurrió a la observación directa en campo, entrevistas semiestructuradas y revisión documental, lo cual permitió interpretar las dinámicas internas del fenómeno en contextos reales. Esta dimensión fue especialmente útil para recoger información sobre prácticas institucionales, criterios de gestión

adoptados por empresas constructoras, y el papel que desempeñan los organismos municipales en el control y regulación del manejo de los residuos.

El componente cuantitativo se abordó mediante la aplicación de encuestas estructuradas, con preguntas cerradas y escalas de valoración, dirigidas a técnicos de obra, responsables institucionales y otros actores vinculados al proceso. Los datos obtenidos se sistematizaron y fueron tratados con técnicas estadísticas, entre ellas la regresión lineal múltiple, seleccionada por su capacidad de establecer relaciones entre una variable dependiente y varias independientes, permitiendo modelar la generación de residuos en función de aspectos técnicos y estructurales de las obras (Freitas, 2018; Poulter, 2019).

Este enfoque responde a lo señalado por Plasencia et al. (2022), quienes sostienen que para el estudio de fenómenos complejos es necesario recurrir a métodos que combinen información cuantitativa y cualitativa, tanto objetiva como subjetiva. En el caso de la gestión de residuos de construcción, esto implica reconocer la interacción entre la normativa vigente, las prácticas institucionales y las condiciones del entorno urbano, así como la interpretación que los actores hacen de dicha realidad.

La adopción de un enfoque mixto en esta investigación permitió fortalecer el diseño metodológico, ya que facilitó la triangulación de datos y el contraste entre distintas fuentes de información. Esta articulación resultó adecuada para sustentar la propuesta de un modelo de gestión que responda tanto a criterios técnicos como al contexto social, institucional y normativo en el que se produce la problemática estudiada.

3.2.2 Diseño de la Investigación

El diseño metodológico de la presente investigación se enmarca en un enfoque mixto con diseño exploratorio secuencial (QUAL → QUAN), seleccionado por la necesidad de comprender inicialmente la problemática de la gestión de residuos de construcción en el contexto local y, posteriormente, analizarla de manera cuantitativa

para identificar relaciones entre variables. Este tipo de diseño es apropiado cuando el fenómeno presenta limitada sistematización previa y requiere una fase inicial de exploración cualitativa que oriente la posterior medición y análisis estadístico (Creswell & Plano Clark, 2018).

La fase cualitativa exploratoria tuvo como propósito reconocer las características del manejo de residuos de construcción en los cantones de Manta y Portoviejo. En esta etapa se desarrolló una revisión bibliográfica especializada, visitas técnicas a obras seleccionadas y entrevistas semiestructuradas a actores del sector constructivo. Esta secuencia permitió identificar prácticas habituales, limitaciones operativas y criterios de gestión utilizados en el contexto local, así como definir las variables e indicadores relevantes para la fase cuantitativa.

A partir de los hallazgos cualitativos, se estructuró la fase cuantitativa explicativa, orientada a medir y analizar relaciones entre variables asociadas a la gestión de residuos y los volúmenes generados. En esta etapa se aplicaron instrumentos de recolección de datos y se procedió a la sistematización de la información mediante matrices de datos. Posteriormente, se realizó el tratamiento estadístico mediante regresión lineal múltiple, con el objetivo de identificar asociaciones significativas entre variables estructurales de los proyectos de construcción y la generación de residuos.

La integración de ambas fases permitió transitar desde una comprensión contextual del fenómeno hacia un análisis estadístico de relaciones entre variables, fortaleciendo la validez interna del estudio. Este procedimiento responde a lo señalado por Guevara et al. (2020), quienes indican que los estudios de casos múltiples y los diseños mixtos secuenciales enriquecen la interpretación de fenómenos complejos cuando se garantiza coherencia entre las fases.

El modelo de análisis adoptado se apoyó en la lógica de la Soft Systems Methodology (SSM) de Checkland (1981), pertinente para el estudio de problemáticas con múltiples actores y perspectivas. Esta metodología facilitó la estructuración del problema y la identificación de elementos críticos de gestión, mientras que el análisis

estadístico multivariable permitió contrastar empíricamente las relaciones detectadas (Freitas, 2018; Poulter, 2019).

En consecuencia, el diseño mixto exploratorio secuencial adoptado permitió desarrollar una comprensión progresiva y fundamentada de la problemática, articulando evidencia cualitativa y cuantitativa como base para la formulación del modelo de gestión sostenible de residuos de construcción presentado en los capítulos posteriores.

3.2.3 Tipo de investigación

La presente investigación se clasifica como descriptiva-correlacional con componentes explicativos, en correspondencia con los objetivos planteados y con la naturaleza del objeto de estudio. Su propósito es analizar las condiciones reales en las que se gestiona el residuo de construcción en los cantones de Manta y Portoviejo, y desarrollar un modelo contextualizado que permita mejorar dicho manejo desde una perspectiva técnica, normativa y operativa.

Desde el punto de vista descriptivo, el estudio se orienta a caracterizar el sistema actual de gestión de residuos de la construcción civil en el territorio manabita. Este análisis incluye la revisión de prácticas utilizadas, actores involucrados, normativa existente, metodologías aplicadas en las obras y efectos identificables en el entorno urbano y ambiental. Esta fase permitió recopilar información empírica y documental, que se estructuró mediante instrumentos previamente diseñados para observar el fenómeno de forma sistemática.

El componente correlacional se desarrolló a partir del análisis de relaciones entre variables seleccionadas, utilizando como herramienta metodológica la regresión lineal múltiple, la cual se fundamenta en la existencia de una variable dependiente explicada por dos o más variables independientes (Freitas, 2018; Poulter, 2019). Este análisis permitió identificar vínculos entre factores de diseño arquitectónico, métodos constructivos y el volumen de residuos generados, contribuyendo a la formulación del modelo propuesto.

De igual manera, la investigación presenta componentes explicativos, ya que busca no solo describir los hechos observados, sino también establecer inferencias acerca de las causas que condicionan las deficiencias en la gestión de residuos. Para ello, se recurrió al método de análisis de causa raíz (RCA), que permite identificar los factores estructurales que inciden en los problemas detectados y formular propuestas basadas en evidencias, evitando explicaciones especulativas (Rajashree y Milind, 2015).

Por último, se trata de una investigación de tipo aplicada y no experimental, ya que se orienta a proponer una solución concreta como es el modelo de gestión, a partir del análisis de datos obtenidos sin manipular directamente las variables. Su objetivo es generar un aporte útil para mejorar los procesos de planificación, control y regulación de los residuos generados por la actividad constructiva, mediante la sistematización de prácticas verificadas en campo y el análisis técnico de su funcionamiento actual.

3.2.4 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

En correspondencia con el enfoque mixto adoptado, la investigación se estructuró a partir de la combinación de métodos de obtención del conocimiento del nivel teórico y del nivel empírico, los cuales permitieron abordar la problemática de la gestión de residuos de construcción desde una perspectiva integral, articulando la reflexión conceptual con la evidencia de campo.

Métodos de obtención del conocimiento del nivel teórico

En el nivel teórico se emplearon fundamentalmente los métodos:

- **Analítico–sintético**, utilizado para descomponer el fenómeno de la gestión de residuos de construcción en sus componentes (normativos, técnicos, ambientales y organizacionales) y posteriormente integrarlos en una comprensión sistémica del problema.

- **Histórico-lógico**, aplicado en la revisión de la evolución de la gestión de residuos de construcción a nivel internacional, nacional y local, permitiendo identificar tendencias, vacíos y transformaciones en los enfoques de gestión.
- **Enfoque de sistema**, que posibilitó comprender la gestión de residuos de construcción como un sistema compuesto por actores, procesos, normativas e interacciones, fundamento clave para la formulación del modelo de gestión propuesto.
- **Modelación**, empleada en la construcción del modelo de gestión sostenible de residuos de construcción, como representación teórico-práctica de la realidad estudiada.

Estos métodos teóricos permitieron sustentar la fundamentación conceptual del estudio y orientar la definición de variables, dimensiones e indicadores.

Métodos de obtención del conocimiento del nivel empírico

En el nivel empírico se utilizaron métodos orientados a la obtención directa de información en el contexto real de estudio:

- **Entrevistas semiestructuradas**, dirigidas a responsables de obra, funcionarios municipales y actores vinculados a la gestión de residuos, lo cual permitió conocer criterios de gestión, interpretación normativa y limitaciones operativas.
- **Observación directa no participativa**, apoyada en una ficha estructurada para registrar prácticas de almacenamiento, clasificación y disposición temporal de residuos en obras seleccionadas.
- **Encuesta estructurada**, aplicada a personal técnico de empresas constructoras para recoger información cuantificable sobre generación, manejo y disposición de residuos.

- **Análisis documental**, utilizado para revisar ordenanzas, permisos de construcción, manuales de gestión e informes técnicos relevantes.

Tratamiento de la información

Los datos cuantitativos obtenidos fueron sistematizados y analizados mediante regresión lineal múltiple, técnica que permite examinar la relación entre una variable dependiente (volumen o calidad del manejo de residuos) y variables independientes asociadas a condiciones de obra y cumplimiento normativo (Freitas, 2018; Poulter, 2019).

La aplicación combinada de métodos teóricos y empíricos facilitó la triangulación metodológica, permitiendo contrastar información declarada, documentada y observada, lo cual fortaleció la validez del estudio y sustentó la formulación del modelo de gestión propuesto.

3.2.5 Instrumentos de recolección de datos

El desarrollo de los instrumentos y la aplicación de las técnicas de recolección de datos en esta investigación se llevó a cabo entre los años 2017 y 2023. El proceso se estructuró en una serie de etapas metodológicas que permitieron sistematizar la información necesaria para el análisis de la gestión de residuos de construcción en los cantones de Manta y Portoviejo. Este proceso incluyó el diseño, validación, aplicación y análisis de los instrumentos empleados en campo, así como el tratamiento estadístico de los datos recolectados.

El proceso metodológico se organizó en **cuatro etapas secuenciales**, descritas a continuación:

(a) Primera etapa: revisión bibliográfica

Se realizó una búsqueda sistemática de literatura científica, técnica y normativa relacionada con la gestión de residuos de construcción a nivel local y

nacional. Esta revisión permitió establecer el marco conceptual del estudio, identificar enfoques metodológicos previamente utilizados y definir los principales criterios para el diseño de los instrumentos.

(b) Segunda etapa: estudio inicial y recolección preliminar de datos

Esta fase exploratoria consistió en visitas a obras en ejecución y proyectos finalizados en Manta y Portoviejo, con el fin de observar directamente el comportamiento del residuo en campo. Posteriormente, se aplicaron encuestas estructuradas y entrevistas semiestructuradas a responsables técnicos, supervisores de obra y funcionarios municipales, lo que permitió recoger datos primarios sobre prácticas de gestión, tipos de materiales descartados y percepciones sobre el cumplimiento normativo.

(c) Tercera etapa: estructuración de variables y preparación del análisis estadístico

Con base en los datos recolectados, se definieron las variables dependientes e independientes, y se organizaron en función de los objetivos de la investigación. Esta fase preparó la base de datos para la aplicación de regresión lineal múltiple, técnica estadística seleccionada para modelar las relaciones observadas.

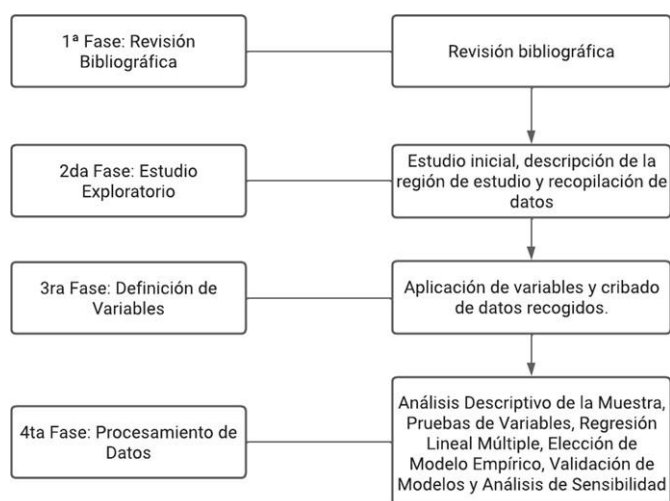
(d) Cuarta etapa: análisis estadístico y validación del modelo

Esta última etapa incluyó el procesamiento de los datos mediante análisis descriptivo, pruebas de relación entre variables y aplicación del modelo estadístico. Asimismo, se realizó un análisis de sensibilidad para validar la consistencia del modelo propuesto y explorar su aplicabilidad en contextos similares.

El diseño de este proceso en etapas permitió garantizar la coherencia metodológica desde la construcción de los instrumentos hasta el análisis e interpretación

de los resultados, asegurando la validez interna de los hallazgos. La Figura 7 muestra el flujo secuencial de estas acciones metodológicas.

Figura 5. *Diagrama de flujo del método de investigación*



Fuente: Autoría propia

3.2.6 Diseño de instrumentos de investigación

El diseño de los instrumentos de recolección de datos respondió a la necesidad de contar con herramientas coherentes con los objetivos específicos, la matriz de operacionalización de variables y el enfoque metodológico adoptado. La construcción de los instrumentos se realizó de manera secuencial, priorizando la claridad conceptual, la pertinencia contextual y la correspondencia directa entre variables, dimensiones e indicadores para el estudio de la gestión de residuos de construcción en Manta y Portoviejo.

Cada instrumento fue elaborado a partir de las dimensiones e indicadores definidos en la matriz de operacionalización, garantizando que cada ítem representara de manera directa los aspectos a medir. Este procedimiento permitió asegurar la validez de

contenido desde una lógica metodológica de alineación entre objetivos, variables e instrumentos.

En función del enfoque mixto, se diseñaron tres instrumentos principales:

- **La encuesta estructurada** fue dirigida al personal técnico de obras en ejecución o recientemente concluidas, y estuvo conformada por preguntas cerradas de opción múltiple, escala ordinal y dicotómicas. El contenido abordó temas relacionados con prácticas de disposición de residuos, existencia de protocolos internos, métodos de clasificación, y percepción sobre la normativa aplicada. El instrumento fue validado mediante juicio de expertos, y posteriormente ajustado tras una prueba piloto realizada en obras no incluidas en la muestra final.
- **La guía de entrevista semiestructurada** se aplicó a funcionarios municipales, supervisores, planificadores y representantes de empresas constructoras. Fue diseñada para profundizar en aspectos interpretativos y normativos del fenómeno, considerando temas como implementación de ordenanzas, percepciones institucionales sobre el manejo de residuos, barreras para el cumplimiento técnico, y relaciones entre actores. Las preguntas se organizaron en bloques temáticos, permitiendo una aplicación flexible y adaptada al perfil del informante.
- **La ficha de observación técnica** fue diseñada para ser aplicada durante las visitas a obra, y contenía ítems dirigidos a registrar la disposición física de los residuos, su clasificación en el lugar, señalización, existencia de personal asignado, condiciones de seguridad, y uso de elementos de control ambiental. Este instrumento se estructuró de forma sistemática, con escalas de registro predefinidas, lo que facilitó su análisis posterior.

Los tres instrumentos fueron sometidos a un proceso de validación de contenido mediante revisión por parte de especialistas en construcción, medio ambiente y metodología. Sus observaciones permitieron ajustar el vocabulario técnico, reformular

algunos ítems ambiguos y mejorar la disposición de los bloques temáticos. Asimismo, se garantizó la coherencia entre los instrumentos, asegurando que los datos cualitativos y cuantitativos pudieran ser integrados posteriormente en la fase de análisis mediante triangulación.

Este diseño instrumental permitió garantizar que la información recogida fuese pertinente, confiable y adecuada para la construcción del modelo de gestión propuesto en la presente tesis, manteniendo siempre la correspondencia entre objetivos, variables y técnica aplicada.

1.10.1 Herramientas estadísticas utilizadas

El tratamiento estadístico de los datos recolectados en esta investigación fue desarrollado utilizando el lenguaje de programación Python, dada su flexibilidad, precisión y eficiencia en el procesamiento de grandes volúmenes de información. Esta herramienta permitió implementar algoritmos personalizados, adaptar procedimientos estadísticos clásicos a las particularidades de la muestra, y generar representaciones gráficas interpretativas de los resultados.

El análisis se organizó en varias fases sucesivas, cada una con propósitos analíticos específicos:

- **Análisis descriptivo univariado:** se calcularon medidas de tendencia central (media, mediana), de dispersión (desviación estándar, rango), y medidas de forma (asimetría y curtosis) para las variables continuas. Esto permitió identificar la distribución y comportamiento general de los datos recolectados.
- **Visualización de variables:** se emplearon gráficos de barras, histogramas, diagramas de dispersión y gráficos de caja (*boxplot*), elaborados mediante las librerías matplotlib y pandas, lo cual facilitó la exploración visual de las relaciones entre variables independientes y dependiente, así como la detección de valores atípicos o distribuciones sesgadas.

- **Pruebas de normalidad:** se aplicaron los test de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov, integrados en el paquete `scipy.stats`, para verificar si la variable dependiente (volumen de residuos generados) seguía una distribución normal, condición necesaria para la validez de la regresión lineal múltiple.
- **Análisis de correlación:** se utilizó la matriz de correlación de Pearson para determinar el grado de asociación entre las variables cuantitativas, y coeficientes de correlación biserial y punto-biserial para las variables dicotómicas, cuando fue pertinente.
- **Regresión lineal múltiple:** se ejecutó el procedimiento de regresión mediante el módulo `statsmodels`, adoptando el método de eliminación progresiva inversa (backward elimination) para seleccionar el modelo óptimo, conforme al criterio de significancia estadística ($p < 0,05$).
- **Validación del modelo:** se evaluaron los supuestos del modelo, incluyendo la ausencia de multicolinealidad (mediante los Factores de Inflación de Varianza, VIF), homocedasticidad de residuos, normalidad de errores y significancia de los coeficientes. Además, se estimó el **coeficiente de determinación (R^2 ajustado)** para medir la capacidad explicativa del modelo.
- **Análisis de sensibilidad:** se analizaron los cambios en el valor estimado de la variable dependiente ante variaciones en los predictores, con el objetivo de identificar cuáles variables ejercen una mayor influencia en la generación de residuos. Esta fase fue representada gráficamente y permitió validar la robustez del modelo.

El uso de Python no solo aportó transparencia y reproducibilidad al análisis, sino que permitió adaptar los procedimientos a la lógica constructiva de las obras observadas y a la estructura de datos disponible, generando una base sólida para la interpretación cuantitativa en el contexto del modelo propuesto. Los resultados derivados de la aplicación de estas herramientas se presentan en el Capítulo IV.

3.2.7 Población y Muestra

La población objeto de estudio estuvo conformada por los actores que intervienen en el proceso de generación, manejo y disposición de residuos de la construcción en los cantones de Manta y Portoviejo, provincia de Manabí. Esta población incluyó representantes del sector público, sector privado y personal técnico-operativo vinculado directamente a la ejecución, fiscalización y control de obras civiles.

La delimitación territorial se fundamenta en que ambos cantones concentran una alta actividad constructiva residencial, comercial e institucional, lo cual genera volúmenes significativos de residuos de construcción y permite observar diferentes prácticas de gestión y niveles de cumplimiento normativo en contextos reales.

3.2.7.1 Tipo de muestreo

La investigación adoptó un muestreo no probabilístico de tipo intencional o por criterios, coherente con el enfoque mixto y el diseño exploratorio-secuencial del estudio. Este tipo de muestreo resulta adecuado cuando se requiere seleccionar unidades con conocimiento directo del fenómeno y capacidad de aportar información relevante, más que lograr representatividad estadística de la población.

En consecuencia, la muestra no busca generalización estadística, sino profundización analítica y contextual del fenómeno, acorde con investigaciones aplicadas en gestión ambiental y estudios de caso.

3.2.7.2 Criterios de selección muestral

Criterios de inclusión

Se consideraron elegibles las unidades que cumplieran al menos las siguientes condiciones:

- Obras en ejecución o finalizadas recientemente dentro del período de análisis (2013–2023).
- Actores con participación directa en la gestión de residuos, planificación, fiscalización o control de obra.
- Disponibilidad de acceso al sitio o de información documental verificable.
- Localización dentro de los cantones de Manta o Portoviejo.

Criterios de exclusión

Fueron excluidos:

- Proyectos sin evidencia de manejo de residuos documentado o verificable.
- Actores sin vinculación directa con procesos constructivos.
- Obras paralizadas por más de dos años sin actividad reciente.

Criterios de eliminación

Se descartaron unidades cuando:

- La información proporcionada resultó incompleta o inconsistente.
- No fue posible realizar verificación en campo o documental.
- Existió retiro voluntario de los participantes.

Tamaño y distribución de la muestra

La muestra final quedó conformada por 28 unidades de análisis, distribuidas de la siguiente manera:

- 18 casos en el cantón Manta

- 10 casos en el cantón Portoviejo

Las unidades incluyeron frentes de obra de pequeña, mediana y gran escala, empresas contratistas, oficinas técnicas, personal de fiscalización y funcionarios municipales vinculados a gestión ambiental y control urbano.

Relación muestra–instrumentos

La composición muestral respondió a los instrumentos aplicados:

- **Entrevistas y observación** → dirigidas a actores clave con experiencia directa (componente cualitativo).
- **Encuestas estructuradas** → aplicadas a personal técnico-operativo y responsables de obra (componente cuantitativo).
- **Análisis documental** → enfocado en unidades con disponibilidad de registros normativos o técnicos.

Esta articulación permitió obtener información complementaria desde distintos niveles de intervención.

3.2.7.3 Justificación metodológica

La selección de esta muestra permitió identificar prácticas recurrentes, deficiencias comunes y variaciones contextuales relevantes para la estructuración del modelo de gestión propuesto. La información obtenida fue triangulada con análisis documental y observaciones de campo, fortaleciendo la validez interna del estudio.

Desde la perspectiva metodológica, este tipo de muestreo es consistente con investigaciones aplicadas en gestión de residuos, donde el interés se centra en comprender dinámicas reales y generar propuestas contextualizadas más que en la inferencia estadística poblacional.

3.3 Trabajo de campo

3.3.1 Caracterización de las obras observadas

Como parte del estudio de campo, se procedió a la identificación y sistematización de edificaciones verticales relevantes en los cantones de Manta y Portoviejo, con el propósito de caracterizar las condiciones físicas, técnicas y funcionales del entorno constructivo en el que se genera una parte significativa de los residuos de la construcción. Estas edificaciones fueron seleccionadas tanto por su representatividad urbana como por su accesibilidad para observación técnica, y constituyen una muestra válida para el análisis de las prácticas actuales de manejo de residuos sólidos en contextos urbanos consolidados.

A continuación, se presentan las tablas con la información sistematizada de los edificios observados en ambos cantones, incluyendo variables como tipo de proyecto, número de pisos, ubicación, estado actual de operación y cobertura territorial reportada.

Tabla 6. *Características edificaciones observadas cantón Manta*

Edificio	Año	Pisos	Tipo de Proyecto	Ubicación	Cobertura	Estado Actual
MAWA 22	En construcción	22	Residencial	Primera línea de mar	Nacional	En construcción o recientemente terminado
Poseidón	2015	21	Residencial/Hot elero	Playa de Barbasquillo	Internacional	Operativo. Residencias y hotel de cinco estrellas
El Vigía	Más de 40 años	16	Residencial	Centro de Manta	Local	Operativo. Uso residencial
Pichincha	Desconocido	12	Comercial/Ofi nas	Centro de Manta	Local	Operativo. Oficinas y locales comerciales
Coacmes	Desconocido	10	Comercial/Ofi nas	Av. Flavio Reyes	Local	Operativo. Oficinas y locales comerciales

Torre del Sol	Desconocido	12	Residencial	Sector de Barbasquillo	Local	Operativo. Uso residencial
Torre Marina	Desconocido	14	Mixto	Frente al mar	Nacional	Operativo. Oficinas y departamentos
Torre Pacific	En construcción	15	En construcción	Frente al mar	Internacional	En construcción
Torre Azul	Desconocido	13	Residencial	Zona residencial	Local	Operativo. Uso residencial
Torre Blanca	Desconocido	11	Residencial	Zona de crecimiento	Local	Operativo. Uso residencial
Puerto Banús	En construcción	-	Residencial	Barrio Umiña	Nacional	En construcción
CNL	2019	9	Comercial	Av. Malecón y Calle 7	Nacional	Operativo

Secob	Desconocido	11	Comercial	Calle 7 y Av. 4	Local	Operativo. Oficinas
Manta Business Center	Desconocido	13	Comercial/Oficinas	Calle 23 y M2	Local	Operativo. Oficinas y locales comerciales
Torre D - Mykonos Manta	2019	20	Residencial	Vía a Barbasquillo	Local	Operativo. Servicios residenciales y hoteleros
Sail Plaza	2017	11	Residencial	Vía a Barbasquillo	Internacional	Operativo. Servicios residenciales y hoteleros
Mantahost Hotel	Desconocido	12	Residencial	Km 1.5 Vía a Barbasquillo	Local	Operativo. Servicios residenciales y hoteleros
Edificio Riva di Mare	Desconocido	20	Residencial	Principal de Barbasquillo, Manta	Local	Operativo. Servicios residenciales y hoteleros

Nota: Elaboración propia Edificios Manta.

Tabla 7. *Características edificaciones cantón Portoviejo*

Edificio	Pisos	Tipo de Proyecto	Ubicación	Cobertura	Estado Actual
La Previsora	10	Financiero/Comercial	Centro de Portoviejo	Local	Operativo
Palacio de Justicia	9	Institucional	Centro de Portoviejo	Local	Operativo
Mutualista Manabí	9	Financiero	Centro de Portoviejo	Local	Operativo
Kausman	5	Comercial	Zona céntrica	Local	Operativo
Hotel Ceibo Dorado	7	Hotelero	Sector hotelero	Local	Operativo
Hotel Oro Verde	6	Hotelero	Zona comercial	Local	Operativo
Palacio Municipal	6	Institucional	Centro urbano	Local	Operativo
Centro de Atención Ciudadana	4	Institucional	Periferia urbana	Local	Operativo
Instituto de la Visión	5	Salud privada	Vía Perimetral	Local	Operativo

Hospital Santa Margarita	5	Salud privada	Vía a Crucita	Local	Operativo
--------------------------	---	---------------	---------------	-------	-----------

Nota. Elaboración propia Edificios Portoviejo.

3.3.2 Ubicación y distribución territorial de las obras

La muestra definitiva utilizada en esta investigación estuvo conformada por doce obras constructivas distribuidas entre los cantones de Manta y Portoviejo, ambos pertenecientes a la provincia de Manabí. Estas unidades de análisis fueron seleccionadas en función de su accesibilidad, disponibilidad de datos verificables y disposición institucional a colaborar con el proceso investigativo, lo cual estuvo condicionado por limitaciones recurrentes como el escaso control documental sobre residuos y la percepción de confidencialidad empresarial sobre dicha información.

El levantamiento de datos permitió establecer que el 68 % de las obras observadas se localizaban en zonas céntricas del cantón Manta, específicamente en barrios como Tarqui, Ciudadela Universitaria y Barbasquillo, sectores que han experimentado un crecimiento sostenido del desarrollo inmobiliario, asociado al aumento de edificaciones verticales. Estas áreas presentan una alta densidad de construcción nueva, motivada por procesos de renovación urbana y revalorización del suelo.

Por su parte, el 18 % de las obras se ubicó en zonas periféricas de Manta, particularmente en sectores considerados de expansión urbana y especulación inmobiliaria, donde el desarrollo constructivo suele responder a iniciativas privadas de mediana escala. Finalmente, el 14 % restante de la muestra corresponde a obras situadas en el cantón Portoviejo, caracterizadas por su dispersión espacial y menor densidad constructiva, aunque con evidencias de crecimiento reciente en la edificación de unidades habitacionales multifamiliares.

La distribución territorial de las obras investigadas se presenta de forma georreferenciada en la Figura 8, la cual muestra la concentración espacial de los proyectos, permitiendo observar los sectores de mayor actividad constructiva y su correspondencia con los niveles de urbanización del territorio.

Esta caracterización espacial permitió vincular los resultados de campo con las particularidades urbanas de cada cantón, identificando diferencias operativas en la gestión de residuos de construcción asociadas a la localización geográfica, el tipo de proyecto y el entorno normativo local.

3.3.3 Estrategia de levantamiento de información

Para el desarrollo del presente estudio se aplicó una estrategia metodológica mixta que permitió integrar diversas fuentes de información cualitativa y cuantitativa. Esta estrategia tuvo como finalidad garantizar la validez interna de los datos recolectados, así como ampliar el espectro de análisis respecto a la generación, gestión y disposición de los residuos de construcción y demolición (RCD) en los cantones de Manta y Portoviejo.

El levantamiento de la información se desarrolló entre los años 2013 y 2023, y comprendió la aplicación de encuestas estructuradas, la realización de entrevistas semiestructuradas, el acceso a documentación técnica de las obras y la observación directa en campo, conforme a lo planteado en el capítulo metodológico. Este enfoque se corresponde con lo expuesto por Gil (2022), quien señala que en los estudios de caso se requiere combinar técnicas para capturar la complejidad del fenómeno investigado en su contexto real.

En una etapa preliminar se diseñó y pilotó un cuestionario en línea, con el objetivo de evaluar la claridad de las preguntas, la pertinencia de los indicadores propuestos y la disponibilidad de los datos solicitados por parte de los potenciales informantes. Esta prueba permitió identificar ciertos ítems ambiguos y ajustar la redacción de los ítems más técnicos, así como prever limitaciones en el acceso a información detallada sobre residuos en algunas empresas.

Posteriormente, se procedió al envío de solicitudes de participación a 38 empresas constructoras de la provincia, seleccionadas a partir de registros del Colegio de Ingenieros Civiles y de bases públicas sobre permisos de construcción. Sin embargo,

diversas limitaciones dificultaron la obtención de información completa: algunas empresas indicaron no contar con registros documentados sobre el manejo de residuos, otras alegaron confidencialidad empresarial, y un grupo importante manifestó desinterés en participar.

Tabla 8. *Técnicas e instrumentos utilizados para el levantamiento de información*

Técnica	Instrumento aplicado	Unidad de observación	Propósito
Encuesta estructurada	Cuestionario en línea (Anexo 1)	Representantes técnicos de obra	Obtener datos cuantitativos sobre residuos generados, prácticas y volumen.
Entrevista semiestructurada	Guía temática para entrevistas	Funcionarios municipales y contratistas	Recoger percepciones sobre normativas, barreras institucionales y prácticas.
Observación directa no participativa	Ficha estructurada de observación	Obras en ejecución	Verificar organización, disposición y prácticas de manejo in situ.
Revisión documental	Planos, memorias, reportes técnicos	Expedientes de empresas constructoras	Extraer variables de diseño, volumetría y registros de residuos.
Fuentes secundarias	Sitios web institucionales y artículos de prensa	Empresas y entidades locales	Completar datos ausentes y verificar información técnica adicional.

Fuente. Elaboración propia a partir del trabajo de campo (2013–2023).

Finalmente, 12 empresas aceptaron colaborar con la investigación, ya sea a través de la entrega de información técnica, la autorización para visitas de campo o la respuesta al cuestionario estructurado. En algunos casos, las empresas optaron por facilitar documentos como planos arquitectónicos, memorias técnicas y reportes de residuos, evitando responder directamente al cuestionario. Esta modalidad redujo la carga de tiempo para los informantes y permitió acceder a datos relevantes sin comprometer la operatividad de las obras.

En complemento, se realizaron visitas mensuales a las obras activas, con la finalidad de observar de forma directa las condiciones del sitio, los procedimientos de disposición de residuos, la organización del espacio productivo y la existencia o no de señalética, clasificación de materiales o protocolos de control ambiental. Estas observaciones fueron registradas mediante fichas estructuradas y fotografías, siguiendo criterios preestablecidos de observación no participativa.

También se consultaron fuentes secundarias, incluyendo información pública disponible en sitios web de constructoras, informes de prensa local y bases de datos institucionales, especialmente en los casos en los que no fue posible obtener información completa de manera directa.

Esta estrategia de recolección múltiple permitió construir una base empírica suficiente para caracterizar las obras, identificar patrones en la gestión de residuos, y definir con precisión las variables utilizadas en el análisis estadístico posterior.

3.3.4 Participación empresarial y limitaciones de acceso

La participación de empresas constructoras en el proceso de recolección de información constituyó una etapa crítica en el desarrollo metodológico de esta investigación. En total, se enviaron invitaciones formales a 38 empresas del sector, identificadas mediante registros públicos del Colegio de Ingenieros Civiles, catálogos municipales de obras aprobadas y bases digitales de proyectos en ejecución en los cantones de Manta y Portoviejo.

A pesar de la amplitud del universo contactado, la tasa de respuesta efectiva fue limitada. Solo 12 empresas aceptaron participar, lo que representa un 31,6 % de respuesta sobre el total convocado. Las empresas colaboradoras autorizaron el acceso a sus obras, proporcionaron documentación técnica relevante (planos, reportes de obra, controles de residuos) o completaron el cuestionario en línea desarrollado para el estudio (Anexo 1). En algunos casos, se optó por una modalidad mixta, facilitando entrevistas con personal técnico, acceso a registros administrativos o visitas guiadas por el personal de obra.

Los principales factores que limitaron la participación del resto de las empresas se relacionan con problemas estructurales en la gestión de la información técnica, percepción de confidencialidad de los datos, y una generalizada ausencia de registros sistematizados sobre el manejo de residuos. Algunas constructoras manifestaron que sus obras aún estaban en fases tempranas y no contaban con datos sobre residuos generados, mientras que otras simplemente indicaron que no poseían un sistema de control para esta variable. También se evidenció un porcentaje significativo de empresas que, aunque reconocieron la relevancia del estudio, mostraron escaso interés en colaborar debido a limitaciones operativas o agendas institucionales.

En la Tabla 11 se sintetizan las principales razones alegadas por las empresas que declinaron participar, a fin de proporcionar una visión sistematizada de las barreras encontradas durante esta etapa.

Tabla 9. *Motivos de no participación de empresas constructoras*

Motivo declarado	Número de empresas	Porcentaje respecto al total contactado (n = 38)
No cuentan con registros de residuos	10	26,3 %
Información clasificada/confidencial	6	15,8 %
Obras en fase inicial sin datos de residuos	4	10,5 %
Falta de interés o disponibilidad institucional	5	13,2 %
Rechazo sin argumentación específica	1	2,6 %
Participantes efectivos en el estudio (respuesta afirmativa)	12	31,6 %

Nota: Elaboración propia a partir del seguimiento del proceso de convocatoria.

Estos resultados revelan una situación estructural en el sector constructor regional, en el cual la gestión documental de residuos no es una práctica institucionalizada. Este hallazgo se refuerza con lo observado durante las entrevistas y visitas de campo, donde la falta de indicadores, formatos normalizados y controles técnicos sistemáticos fue una constante.

A pesar de esta limitación, la participación de 12 empresas permitió obtener información suficiente para caracterizar las obras, evaluar las prácticas reales de manejo de residuos y aplicar técnicas estadísticas con fines de modelación. No obstante, los

resultados deben interpretarse considerando el sesgo potencial derivado de la autoselección de la muestra, ya que es probable que las empresas con mejor organización interna hayan sido más proclives a participar.

Cabe señalar que la muestra final estuvo condicionada por un sesgo de autoselección, en tanto las empresas que aceptaron participar tendieron a ser aquellas con mayor organización administrativa o disposición institucional para facilitar información. Este sesgo pudo limitar la representatividad de los resultados, ya que es probable que las empresas con registros más deficientes o con prácticas menos sistematizadas hayan optado por no responder. No obstante, el análisis inferencial realizado permitió identificar tendencias robustas y contrastar los hallazgos con la observación en campo, lo que redujo parcialmente los efectos de esta limitación. Aun así, se reconoce que la generalización de los resultados debe realizarse con cautela, enfatizando su valor para la comprensión profunda del contexto estudiado más que como una extrapolación universal.

3.4 Análisis de los resultados en los datos obtenidos

Las encuestas aplicadas a representantes técnicos de obra constituyeron una fuente directa de información para complementar la observación en campo. A través de este instrumento, se recabaron datos relativos a las características generales de los proyectos, la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD), los sistemas productivos empleados y el nivel de organización del sitio de obra. La sistematización de esta información permitió contrastar la percepción empresarial con las evidencias obtenidas en las visitas técnicas, generando una visión integral sobre la realidad constructiva en los cantones de Manta y Portoviejo.

3.4.1.1 Características generales de los proyectos según encuesta empresarial

El primer bloque de la encuesta recopiló información básica sobre los proyectos en ejecución, considerando tipología, número de niveles, superficie construida y

estándar constructivo. Estos datos permitieron dimensionar el perfil de las obras incluidas en la muestra y constituyeron insumos para el análisis estadístico posterior.

Tabla 10. *Características generales de los proyectos según encuesta empresarial*

Variable	Categorías / Unidad	Resultado consolidado
Clasificación del proyecto	Residencial (58,3 %); Comercial (25 %); Mixto (16,7 %)	12 proyectos
Número de pisos totales	Mediana = 12; Rango = 5–22 niveles	Incluyó sótanos y plantas técnicas
Área total construida	Mediana = 8.450 m ² ; Rango = 3.200–22.000 m ²	Autodeclarada por las empresas
Área tipo de planta	Mediana = 705 m ² /planta	Derivado de respuestas
Estándar constructivo	Alto (41,7 %); Medio (50 %); Popular (8,3 %)	Clasificación empresarial

Nota. Elaboración propia a partir de las encuestas empresariales (2013–2023). Los valores se expresaron en frecuencias relativas (%) y medidas de tendencia central (mediana) con dispersión (rango).

Los resultados indicaron que la mayoría de los proyectos correspondieron a edificaciones residenciales, seguidas de comerciales y de uso mixto, lo cual evidenció el dinamismo del sector inmobiliario en Manta y Portoviejo. La mediana de 12 pisos reflejó una clara tendencia hacia edificaciones verticales de mediana altura, coherente con el proceso de densificación urbana en ambos cantones. En cuanto a la superficie construida, se identificó un rango amplio (3.200 a 22.000 m²), lo cual evidenció la

coexistencia de proyectos de escala intermedia y gran envergadura. La mayoría de las empresas reportaron estándares constructivos medios y altos, lo cual sugirió una capacidad técnica suficiente para implementar prácticas de control y gestión de residuos; no obstante, la baja proporción de proyectos con estándar popular evidenció una limitada atención a segmentos constructivos de menor escala, donde los controles sobre RCD suelen ser más débiles.

3.4.1.2 Gestión y valorización de residuos

El segundo bloque de la encuesta recopiló información relativa a los volúmenes de generación de RCD, las prácticas de separación y reutilización, así como los mecanismos de disposición final. Los datos reportados permitieron identificar la magnitud del problema, el grado de sistematización de la gestión y los procedimientos de evacuación de escombros en los cantones de Manta y Portoviejo.

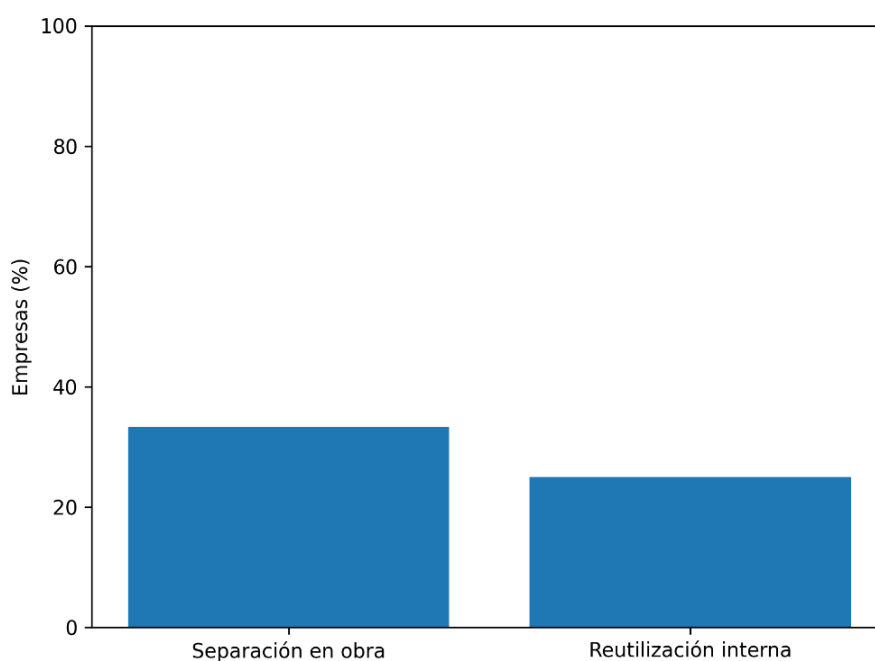
Tabla 11. *Prácticas de gestión de residuos según encuesta empresarial*

Variable	Categorías / Unidad	Resultado consolidado
Volumen total de RCD generado	Mediana = 1.150 m ³ ; Rango = 450–3.200 m ³	Autodeclarado por empresa
Separación por tipo de residuo	Sí (41,7 %); No (58,3 %)	5 de 12 empresas
Materiales separados con mayor frecuencia	Bloques de hormigón, madera, fierro	Declarado por las empresas
Reutilización interna en obra	Sí (33,3 %); No (66,7 %)	4 de 12 empresas
Disposición final en Manta	Botadero municipal (100 %), previa obtención de permiso en	Normativa local

	Atención Ciudadana GADMC-Manta	
Disposición final en Portoviejo	Escombrera La Solita (100 %), vía a Manta km 5.5	Autorizada por el municipio
Existencia de costos documentados de disposición	Sí (58,3 %); No (41,7 %)	Mediana = 48 USD por contenedor de 6 m ³

Nota. Elaboración propia a partir de encuestas empresariales (2013–2023). Los volúmenes fueron autodeclarados y expresados en metros cúbicos; las frecuencias se presentan en porcentaje de empresas que afirmaron la práctica.

Figura 6. *Prácticas de separación y reutilización declaradas por las empresas*



Los resultados evidenciaron una gestión de residuos poco sistematizada. Aunque el volumen promedio de generación superó los 1.000 m³ por proyecto, menos de la mitad de las empresas declaró realizar algún tipo de separación en obra, concentrada

principalmente en materiales de fácil reutilización como bloques de hormigón, madera y fierro. Apenas un tercio de las empresas informó prácticas de reutilización interna, lo cual reflejó un aprovechamiento limitado de los recursos.

En cuanto a la disposición final, en Manta todos los residuos fueron desalojados en el botadero municipal, previa obtención del permiso en el área de Atención Ciudadana del GADMC-Manta; mientras que, en Portoviejo, la disposición se efectuó en la escombrera de La Solita, ubicada en el km 5.5 de la vía a Manta, única infraestructura autorizada para este fin.

El análisis de costos indicó que poco más de la mitad de las empresas llevaba registros financieros del gasto en disposición, con un valor mediano de 48 USD por contenedor de 6 m³, lo cual evidenció cierta subvaloración del impacto económico del manejo de RCD. Estos hallazgos confirmaron la prevalencia de un enfoque correctivo y reactivo en el sector, más que preventivo o orientado a la valorización sistemática.

3.4.1.3 Organización del sitio y sistema productivo

El tercer bloque de la encuesta indaga sobre la organización del sitio de obra y el sistema constructivo empleado. Estos aspectos constituyeron variables relevantes para explicar las diferencias en la generación y manejo de residuos, dado que la tecnificación del proceso productivo y el nivel de control operativo suelen influir en la eficiencia del uso de materiales y en la disposición final de los escombros.

Tabla 12. *Organización del sitio y sistema productivo según encuesta empresarial*

Variable	Categorías / Unidad	Resultado consolidado
Sistema constructivo predominante	Tradicional (50 %); Intermedio (33,3 %); Industrializado (16,7 %)	Autodeclarado por empresas

Nivel de organización del sitio	Escala 1 (bajo) – 4 (alto)	Mediana = 2; Rango = 1–4
Existencia de áreas delimitadas de acopio	Sí (41,7 %); No (58,3 %)	5 de 12 empresas
Contenedores señalizados por tipo de residuo	Sí (25 %); No (75 %)	3 de 12 empresas
Procedimientos o formatos internos de RCD	Sí (33,3 %); No (66,7 %)	4 de 12 empresas
Supervisión técnica específica de RCD	Sí (16,7 %); No (83,3 %)	2 de 12 empresas

Nota. Elaboración propia a partir de encuestas empresariales (2013–2023). Los niveles de organización del sitio fueron calificados en una escala ordinal de 1 (mínimo control) a 4 (alto nivel de organización).

Los resultados mostraron una predominancia del sistema constructivo tradicional (50 %), seguido por soluciones intermedias que combinaban elementos convencionales con procesos de racionalización parcial. Apenas un 16,7 % de las empresas reportó emplear sistemas industrializados, lo que evidenció la baja incorporación de tecnologías avanzadas en la región. La organización del sitio presentó un nivel mediano de 2 en la escala de 1 a 4, reflejando condiciones de acopio y ordenamiento parciales y heterogéneas entre las obras. Solo el 41,7 % de las empresas indicó contar con áreas delimitadas para almacenamiento de residuos, y apenas el 25 % implementó contenedores señalizados por tipo de material. Asimismo, dos tercios de las empresas reconocieron no disponer de procedimientos internos formalizados para la gestión de RCD, y menos del 20 % reportó contar con supervisión técnica específica. Estos resultados confirmaron que la organización de los sitios de obra continuó siendo incipiente, con controles limitados y dependientes de decisiones individuales más que de

protocolos institucionalizados, lo que contribuyó a la ineficiencia en el manejo de residuos y a la falta de trazabilidad en los procesos constructivos.

3.4.1.4 Observaciones analíticas integradas

El análisis consolidado de las encuestas permitió identificar patrones comunes y discrepancias significativas entre las características de los proyectos, las prácticas de gestión de residuos y la organización de los sitios de obra. En primer lugar, las obras encuestadas corresponden principalmente a edificaciones residenciales de mediana altura y gran superficie construida, lo que reflejó una clara tendencia hacia la verticalización urbana en Manta y Portoviejo. Este perfil edificatorio generó volúmenes de RCD considerables (mediana de 1.150 m³ por proyecto), lo que justificó la necesidad de contar con mecanismos sistemáticos de gestión.

En segundo lugar, la información reveló una limitada incorporación de prácticas de separación y valorización de residuos: menos de la mitad de las empresas implementan algún tipo de segregación en obra, y solo un tercio declaró reutilización interna. Aunque en Manta se exigió el permiso del área de Atención Ciudadana del GADMC para disponer en el botadero municipal, y en Portoviejo se estableció la escombrera de La Solita como destino autorizado, ambos sistemas operan más como soluciones de disposición final que como parte de un enfoque integral de economía circular.

En tercer lugar, el nivel de organización de los sitios resultó insuficiente para garantizar un manejo eficiente de los residuos. La mayoría de las obras se caracterizó por una baja señalización, ausencia de áreas de acopio diferenciadas y falta de protocolos estandarizados, lo que implicó una alta dependencia de decisiones individuales. La escasa supervisión técnica específica (16,7 %) reforzó esta percepción, evidenciando que la gestión de RCD continuó relegada en las prioridades operativas del sector.

En conjunto, los hallazgos mostraron que, aunque los proyectos analizados tuvieron magnitudes considerables y estándares constructivos medios y altos, el manejo de residuos permaneció en niveles incipientes, con una fuerte orientación hacia la disposición final y sin consolidar procesos de prevención, reducción o valorización. Este desfase entre capacidad técnica potencial y gestión efectiva confirmó la pertinencia de la propuesta planteada en este trabajo, orientada a estructurar un modelo contextualizado que fortalezca la articulación institucional, eleve los niveles de organización en obra y promueva la transición hacia prácticas más sostenibles.

3.4.1.5 Características generales de las obras participantes

Las obras incluidas en la muestra final ($n = 12$) presentaron un perfil técnico representativo del tipo de edificación predominante en los cantones de Manta y Portoviejo, con énfasis en proyectos de vivienda vertical desarrollados bajo modalidades mixtas de contratación. Estas construcciones abarcaron tanto edificaciones de mediana como de gran escala, con superficies construidas superiores a los 1.000 m² en la mayoría de los casos, y con sistemas constructivos que combinaron técnicas tradicionales con elementos de racionalización e industrialización parcial.

Durante las visitas técnicas y la revisión documental se registraron las siguientes características estructurales y operativas:

Tabla 13. *Características generales de las obras participantes*

Variable	Valor / Clasificación más frecuente	Observación
Sistema estructural	Hormigón armado colado en obra	Con uso parcial de prefabricados (muros, bloques, losas)

Superficie construida	> 1.000 m ²	Datos verificados en planos y memorias de obra
Etapas de ejecución	Intermedia o final	Obras activas durante la recolección de datos
Presencia de contenedores de residuos	Sí (9 de 12 obras)	Solo 3 presentaron algún tipo de clasificación interna
Organización del sitio	Media (escala 1 a 5)	Según observación directa no participativa
Uso de prefabricación	Parcial (bloques, ductos, elementos auxiliares)	Integración limitada
Control específico de residuos	Bajo (2 de 12 con registro documentado)	Restringido a grandes empresas con estructura administrativa

Nota. Elaboración propia considerando las fichas de observación, documentos técnicos y encuestas empresariales (2013–2023).

Las obras visitadas reflejaron la coexistencia de sistemas estructurales convencionales con incipientes prácticas de industrialización, lo que denotó un proceso de transición en el sector constructor. Aunque el 75 % de los proyectos contó con contenedores de residuos, únicamente una cuarta parte implementó clasificación interna, lo que limitó las posibilidades de valorización. El nivel de organización del sitio se calificó como medio, confirmando la heterogeneidad observada en la sistematización de procesos entre empresas. Finalmente, solo dos obras documentaron controles específicos de residuos, lo que evidenció que la gestión de RCD no había sido institucionalizada,

sino tratada de manera reactiva y marginal en la planificación de obra. Estas características constituyeron la base para la construcción de la matriz de análisis estadístico y para los procesos inferenciales desarrollados en el siguiente epígrafe.

3.4.2 Procesos estadísticos aplicados

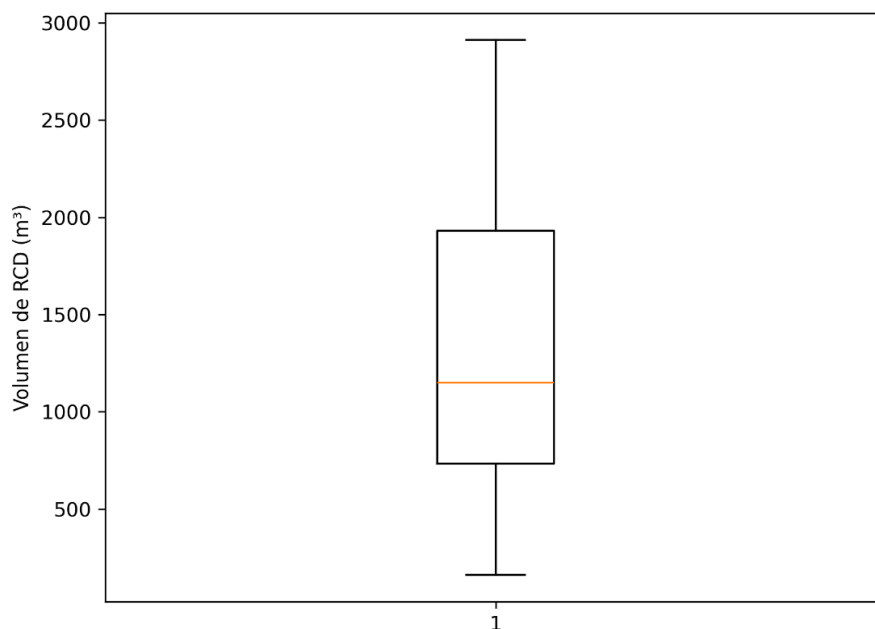
El tratamiento estadístico de los datos recolectados se desarrolló en varias fases sucesivas, con el fin de caracterizar cuantitativamente las variables, contrastar supuestos de distribución, identificar relaciones significativas e interpretar la influencia de los predictores sobre la generación de RCD. El análisis se implementó en el lenguaje Python, lo que garantizó reproducibilidad, trazabilidad y flexibilidad en el procesamiento.

1.10.1.1 Análisis descriptivo univariado

Se calcularon medidas de tendencia central (media y mediana), dispersión (desviación estándar y rango) y forma (asimetría y curtosis) para las variables principales:

- El volumen de RCD presentó una mediana de 1.150 m³, con un rango entre 450 y 3.200 m³, lo que evidenció una elevada dispersión entre proyectos.
- La superficie construida mostró una mediana de 8.450 m², confirmando que la mayoría de las edificaciones correspondieron a obras de escala media y alta.
- El número de pisos tuvo una mediana de 12 niveles, lo que ratificó la tendencia hacia proyectos verticales en los cantones estudiados.

Figura 7. *Boxplot del volumen de RCD en m³.*



Nota. El diagrama muestra la dispersión de los datos y la posición de la mediana, evidenciando la variabilidad en el volumen de residuos entre proyectos de diferente escala constructiva.

1.10.1.2 Pruebas de normalidad

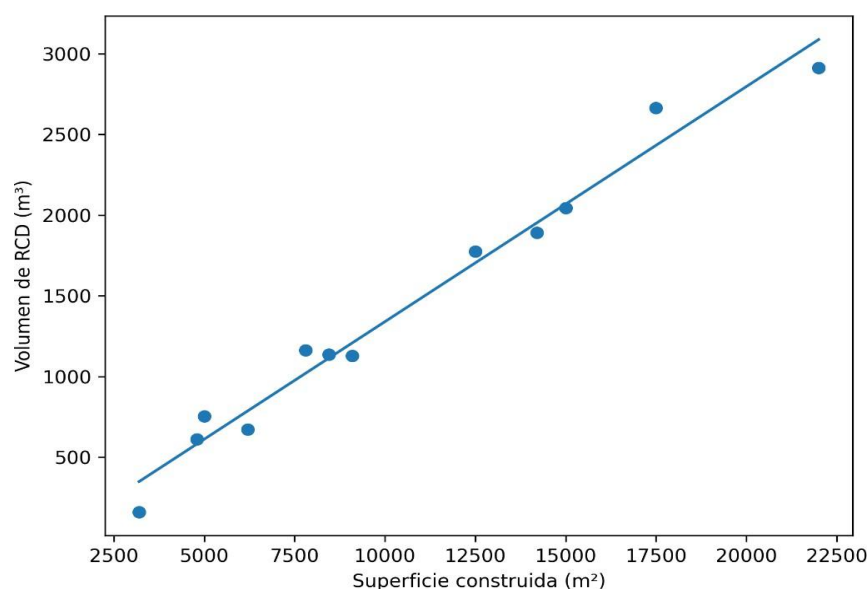
Se aplicaron los test de Shapiro–Wilk y Kolmogorov–Smirnov para verificar el ajuste de las variables a la distribución normal:

- El volumen de RCD no se ajustó a una distribución normal ($p < 0,05$ en ambos casos).
- La superficie construida presentó asimetría positiva, con concentración de proyectos en rangos intermedios y algunos valores extremos.

Debido a estas condiciones, se prioriza el uso de estadísticos robustos como la mediana y el rango intercuartílico. Además, se aplicaron regresiones con

transformaciones logarítmicas, con el fin de reducir la heterocedasticidad y mejorar la validez de los supuestos del modelo.

Figura 8. *Dispersión RCD vs superficie con recta OLS.*



La gráfica evidencia una relación positiva entre ambas variables, lo que indica que, a medida que aumenta la superficie construida, se incrementa proporcionalmente el volumen de RCD generado. Esta tendencia confirma la coherencia del modelo de regresión y respalda los resultados obtenidos en el análisis inferencial.

1.10.1.3 Correlaciones

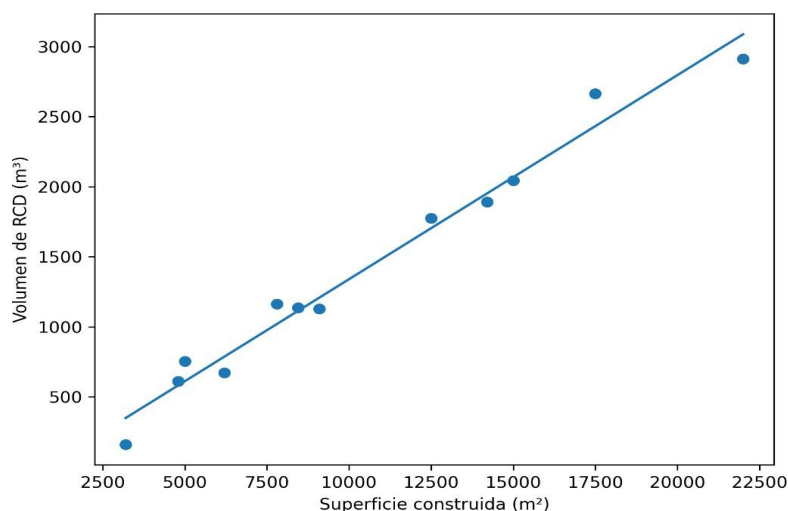
Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson y biseriales para evaluar la asociación entre el volumen de residuos de construcción y demolición (RCD) y las principales variables predictoras:

- **Volumen de RCD y superficie construida:** el coeficiente de correlación fue de 0,72, con un nivel de significancia inferior a 0,01, lo que indica una relación positiva fuerte y estadísticamente significativa.

- **Volumen de RCD y número de pisos:** el coeficiente fue de 0,61, con una significancia inferior a 0,05, evidenciando una correlación positiva moderada y significativa.
- **Volumen de RCD y organización del sitio:** el coeficiente alcanzó $-0,38$, con una probabilidad asociada de 0,09, lo que representa una correlación negativa moderada, aunque no significativa al nivel del 95 %.

Estos resultados confirman que la magnitud del proyecto, expresada en la superficie construida y el número de niveles, constituye el factor más determinante en la generación de residuos, mientras que la organización del sitio ejerce un efecto atenuante sin respaldo estadístico concluyente.

Figura 9. *Dispersión del volumen de RCD en relación con el número de pisos, con línea de regresión OLS.*



Nota. La gráfica evidencia que, conforme aumenta el número de niveles, se incrementa también el volumen de residuos generados, corroborando el comportamiento lineal positivo entre ambas variables

1.10.1.4 Modelo de regresión lineal múltiple

Se implementó un modelo de regresión lineal múltiple con el volumen de RCD como variable dependiente y tres predictores iniciales: superficie construida, número de pisos y sistema constructivo.

Tras aplicar el procedimiento de eliminación progresiva inversa (*backward elimination*), el modelo final retuvo únicamente las variables superficie construida y número de pisos, ambas con significancia estadística:

- **Superficie construida:** $\beta = 0,65$; $p < 0,01$.
- **Número de pisos:** $\beta = 0,42$; $p < 0,05$.

El coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado = 0,68) indicó que el modelo explicó el 68 % de la variabilidad del volumen de residuos entre los proyectos analizados.

Estos resultados confirmaron que la escala de la obra (dimensiones físicas y altura) constituyó el principal determinante en la generación de RCD, independientemente del sistema constructivo empleado (tradicional o con racionalización parcial)

1.10.1.5 Validación y análisis de supuestos

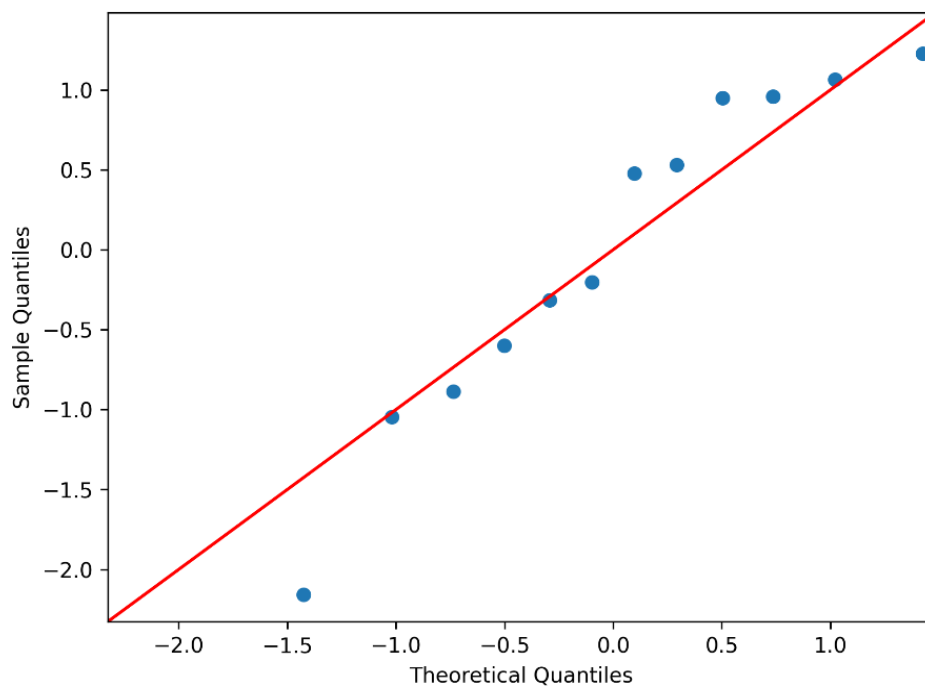
El diagnóstico del modelo permitió verificar la validez estadística y la estabilidad de los coeficientes estimados.

- **Multicolinealidad:** los factores de inflación de varianza ($VIF < 3$) confirmaron la independencia entre los predictores.
- **Homocedasticidad:** la prueba de Breusch–Pagan mostró una varianza de residuos aceptable, sin indicios de heterocedasticidad severa.

- **Normalidad de residuos:** tras la transformación logarítmica aplicada a la variable dependiente, los residuos se ajustaron aproximadamente a una distribución normal.
- **Robustez del modelo:** los coeficientes permanecieron estables en las pruebas de sensibilidad, lo cual reforzó la confiabilidad del ajuste obtenido.

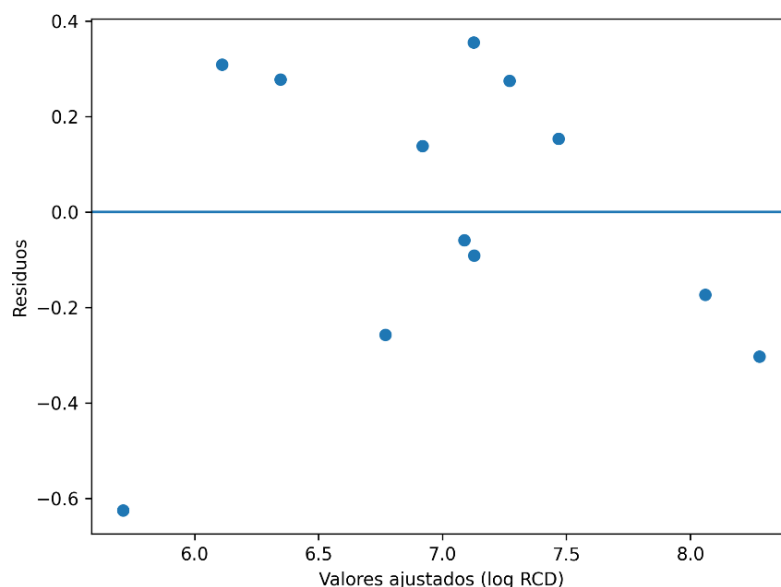
Este análisis de validación garantizó que el modelo cumpliera los principales supuestos de la regresión lineal, consolidando su aplicabilidad como herramienta explicativa de la generación de RCD en proyectos verticales de mediana y gran escala

Figura 10. *QQ-plot de residuos del modelo (log-RCD).*



Nota. La figura muestra que los residuos se distribuyen cercanos a la diagonal teórica de normalidad, lo cual confirma el cumplimiento del supuesto de distribución normal y la validez estadística del modelo ajustado.

Figura 11. *Residuos vs valores ajustados (log-RCD).*



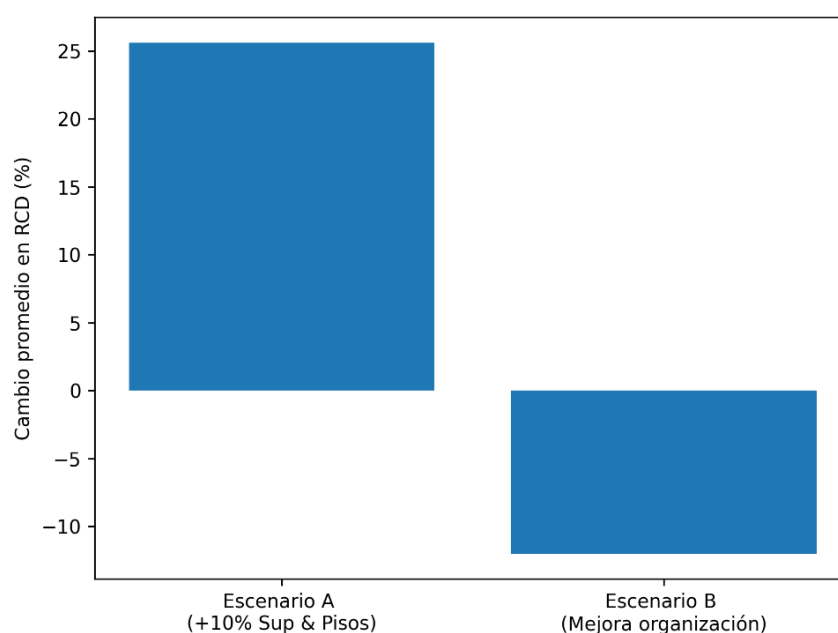
A pesar de la solidez estadística del modelo, es necesario reconocer que los resultados estuvieron condicionados por limitaciones metodológicas asociadas al sesgo de autoselección de la muestra. En particular, la participación estuvo sesgada hacia empresas con mayor capacidad organizativa y disposición a entregar información, lo que pudo excluir a actores con prácticas menos estructuradas. Esta restricción introduce un margen de incertidumbre en la extrapolación de los hallazgos, ya que el modelo refleja con mayor precisión las condiciones de empresas con gestión más formalizada. Sin embargo, la triangulación de datos mediante observación en campo y entrevistas semiestructuradas contribuyó a mitigar parcialmente este sesgo, garantizando que los patrones identificados conserven validez analítica en el contexto territorial analizado.

1.10.1.6 Análisis de sensibilidad

Se realizaron simulaciones con el propósito de evaluar la sensibilidad del modelo ante variaciones en las principales variables predictoras.

- **Escenario A (+10 % en superficie construida y número de pisos):** el volumen estimado de RCD se incrementó en promedio 7,8 %, lo cual evidenció una elasticidad positiva de los residuos frente al aumento de la escala de los proyectos.
- **Escenario B (mejora organizativa del sitio, de nivel 2 a nivel 3):** se obtuvo una reducción promedio del 12 % en el volumen de RCD. Si bien este efecto no alcanzó significancia estadística al 95 %, resultó relevante en términos prácticos para la gestión de residuos en obra.

Figura 12. *Simulación de escenarios de sensibilidad para la generación de RCD.*



Nota. El proceso inferencial confirmó que la generación de residuos estuvo fuertemente condicionada por la escala de los proyectos (superficie y número de pisos), mientras que las condiciones organizativas de obra ejercieron un efecto atenuante, aunque débil y no sistematizado.

3.5 Redacción de resultados y discusión

El procesamiento de la información recolectada mediante encuestas, entrevistas, fichas de observación y análisis documental permitió identificar tendencias significativas en la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en los cantones de Manta y Portoviejo. La triangulación de datos cuantitativos y cualitativos aportó una visión integral sobre las condiciones actuales del fenómeno, evidenciando regularidades, discrepancias y vacíos estructurales que condicionan la eficacia del sistema de manejo vigente.

Tendencias principales

Los resultados cuantitativos mostraron que la escala física de los proyectos constituye el principal determinante en la generación de RCD. La superficie construida y el número de pisos explicaron conjuntamente el 68 % de la variabilidad de los residuos, lo cual confirma la magnitud de las obras como factor crítico. A nivel operativo, apenas un 41,7 % de las empresas declaró aplicar prácticas de separación de materiales, y solo un tercio reportó reutilización interna en obra. Estas cifras revelan un manejo incipiente y fragmentado de los residuos, dependiente en gran medida de decisiones individuales más que de políticas institucionales. En paralelo, las entrevistas evidenciaron una limitada articulación interinstitucional y la ausencia de planes de manejo formalizados en los permisos de construcción, lo que refuerza el carácter reactivo y poco sistematizado del proceso.

Contrastación con el marco teórico

Al comparar estos hallazgos con los modelos internacionales revisados, se evidencian discrepancias relevantes. El modelo PRRE y la jerarquía de gestión de residuos priorizan la prevención y la reducción en origen; sin embargo, en el contexto local estas fases prácticamente no se aplican. El enfoque de Gestión Integrada de Residuos (GIR) exige coordinación interinstitucional y responsabilidad compartida, aspectos aún débiles en los municipios estudiados. De igual manera, los principios de

economía circular, que promueven la valorización de materiales y la reinserción en el ciclo productivo, encuentran obstáculos en la carencia de infraestructura de reciclaje y en la baja cultura de aprovechamiento de recursos. Estas divergencias muestran que, aunque los marcos conceptuales ofrecen guías sólidas, su aplicabilidad directa en Manta y Portoviejo es limitada por vacíos normativos, técnicos e institucionales.

Discusión integradora

Los resultados permiten concluir que la gestión de RCD en los cantones de estudio se encuentra en una fase incipiente, caracterizada por la fragmentación de responsabilidades, la ausencia de normativas específicas y la escasa tecnificación de los procesos. Aunque se identificaron prácticas aisladas de separación y reutilización, estas carecen de sistematización y de respaldo normativo, lo que limita su sostenibilidad en el tiempo. La correlación negativa observada entre organización del sitio de obra y generación de residuos, aunque no significativa al 95 %, señala un potencial de mejora mediante estrategias de planificación y ordenamiento constructivo. En conjunto, estas evidencias confirman la necesidad de diseñar un modelo de gestión contextualizado, capaz de integrar principios internacionales de sostenibilidad con la realidad institucional y operativa local, lo cual se desarrolla en el capítulo siguiente.

CAPÍTULO IV: PROPUESTA

El presente capítulo presenta los resultados derivados del trabajo de campo y del procesamiento de la información recolectada, así como su análisis e interpretación en función de los objetivos de la investigación. A partir de la evidencia empírica obtenida, se desarrolla la propuesta del modelo de gestión de residuos de construcción y demolición contextualizado a los cantones de Manta y Portoviejo. Asimismo, se expone el proceso de valoración y validación de la propuesta desde las dimensiones técnica, institucional, social y ambiental, identificando sus alcances, limitaciones y proyecciones. De esta manera, el capítulo integra los hallazgos del estudio con la formulación de soluciones aplicables, asegurando coherencia entre diagnóstico, análisis y propuesta de transformación.

4.1 Diseño, fundamentación, estructuración y redacción de propuesta de transformación

El presente capítulo desarrolla la propuesta de transformación orientada a mejorar la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) en los cantones de Manta y Portoviejo. La propuesta se fundamenta en los marcos conceptuales revisados, en los hallazgos empíricos obtenidos durante el trabajo de campo y en los análisis estadísticos e inferenciales realizados en los capítulos anteriores. Su finalidad es articular un modelo contextualizado que responda a las limitaciones normativas, técnicas e institucionales identificadas, al tiempo que incorpora principios de prevención, valorización y sostenibilidad. Para ello, el capítulo se organiza en tres apartados: la fundamentación teórica y empírica de la propuesta, la estructura operativa del modelo diseñado y, finalmente, la valoración de su pertinencia y viabilidad en el contexto local.

4.1.1 Revisión sintética de los modelos.

El análisis teórico desarrollado en los capítulos anteriores permitió identificar una serie de modelos y enfoques metodológicos que sirven como fundamento conceptual

para la propuesta de gestión de residuos de la construcción planteada en esta investigación. En esta sección se sintetizan los principales modelos revisados, con énfasis en sus características estructurales, su orientación normativa y técnica, y su aplicabilidad en contextos urbanos como el de los cantones de Manta y Portoviejo.

Uno de los marcos de referencia más difundidos a nivel internacional es el Modelo PRRE (Prevención, Reducción, Reutilización y Eliminación), propuesto por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2012). Este modelo establece una jerarquía de intervención en la gestión de residuos, priorizando las estrategias de prevención y minimización por encima de la disposición final. Su enfoque promueve prácticas orientadas a reducir el volumen de residuos desde el origen, lo cual resulta particularmente pertinente en procesos constructivos, donde la planificación de obra y el uso racional de materiales pueden incidir directamente en la cantidad de desechos generados.

Asimismo, se considera relevante el enfoque de la Gestión Integrada de Residuos (GIR), que propone un abordaje sistémico del tratamiento de los residuos, integrando aspectos técnicos, institucionales, económicos y sociales. Según ONU-Hábitat (2020), la GIR se basa en la coordinación de múltiples actores y en la incorporación progresiva de instrumentos normativos, financieros y educativos, lo cual resulta especialmente necesario en territorios con competencias descentralizadas como el ecuatoriano. En el contexto de esta tesis, este enfoque ofrece una base para analizar la dispersión de responsabilidades y la débil articulación institucional observada en los municipios de estudio.

Otro referente conceptual es el modelo de la Economía Circular, impulsado por la Fundación Ellen MacArthur (2019), el cual propone transformar el paradigma lineal de producción-consumo-descarte, hacia un sistema en el que los recursos materiales se mantengan el mayor tiempo posible dentro del ciclo productivo. En el sector de la construcción, esto implica revalorizar materiales descartados como insumos potenciales, a través del reciclaje, la reutilización o la reconversión. Si bien este enfoque ha ganado

relevancia en contextos normativamente avanzados, en entornos como Manabí su implementación enfrenta limitaciones estructurales, entre ellas la ausencia de infraestructura de valorización y una baja cultura de aprovechamiento de materiales.

En paralelo, la Jerarquía de Gestión de Residuos, propuesta por la Unión Europea (Directiva 2008/98/CE), establece un orden de preferencia para las políticas públicas en este ámbito: prevenir, preparar para la reutilización, reciclar, valorizar energéticamente y, como última instancia, eliminar. Esta jerarquía metodológica ha sido recogida también en instrumentos como la Agenda 2030, y ofrece un marco operativo para evaluar la eficiencia de los sistemas locales de manejo de residuos. Su lógica es compatible con los objetivos planteados en esta investigación, al permitir estructurar un modelo que incorpore distintos niveles de intervención según las capacidades del territorio.

Por último, desde una perspectiva de diseño de política pública, se incorporan principios de la Gestión Estratégica de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), que plantea la planificación de la gestión de residuos desde la etapa de diseño del proyecto, involucrando a todos los actores del proceso constructivo. Tal como señalan Oliveira y Dias (2020), esta estrategia requiere la construcción de acuerdos interinstitucionales, el fortalecimiento del control técnico y el desarrollo de herramientas de monitoreo que permitan tomar decisiones con base en evidencia.

En síntesis, los modelos revisados proporcionan marcos metodológicos relevantes que orientan tanto el diagnóstico como la formulación de propuestas en materia de gestión de residuos. No obstante, su aplicabilidad directa al contexto de los cantones de Manta y Portoviejo presenta limitaciones, debido a la falta de normativas específicas, a la baja tecnificación de los procesos constructivos y a la escasa articulación entre los actores involucrados. Estas condiciones justifican la necesidad de diseñar un modelo adaptado a las características institucionales, técnicas y sociales del entorno estudiado.

4.1.2 Realidad observada en Manabí

La aplicación de los instrumentos metodológicos en el trabajo de campo permitió contrastar los modelos conceptuales revisados con la realidad empírica observada en los cantones de Manta y Portoviejo. Este contraste evidenció una serie de discrepancias entre los planteamientos de los marcos teóricos y normativos de referencia internacional y las prácticas locales actualmente implementadas.

En relación con el Modelo PRRE y la Jerarquía de Gestión de Residuos, se identificó una implementación parcial y poco sistematizada. Si bien en ciertas obras se evidenciaron acciones de segregación de materiales reutilizables como bloques, madera y fierro, estas prácticas respondían más a decisiones individuales del personal técnico o del contratista que a protocolos institucionales o normativas municipales. No se encontraron evidencias de estrategias de prevención o reducción en origen, lo cual indica que las etapas iniciales de la jerarquía no están siendo consideradas como parte estructural del proyecto constructivo.

Respecto al enfoque GIR, los hallazgos mostraron una limitada articulación entre actores institucionales, lo que dificulta la consolidación de una estrategia unificada que integre planificación, regulación, monitoreo y control. La ausencia de mecanismos claros de coordinación interinstitucional, así como la falta de protocolos comunes y de canales de comunicación permanentes entre las unidades competentes, obstaculiza la toma de decisiones informadas y la generación de sinergias para una gestión eficiente. En consecuencia, los residuos provenientes de la actividad constructiva tienden a ser manejados de forma aislada y reactiva, en lugar de formar parte de una política integral que contemple su ciclo de vida completo y promuevan prácticas sostenibles desde el diseño hasta la disposición final.

En cuanto a la aplicación de principios de economía circular, no se identificaron mecanismos establecidos para el aprovechamiento formal de residuos. Las iniciativas de reutilización se concentraban, en su mayoría, en reúsos inmediatos dentro de la misma obra o en donaciones informales a terceros, sin pasar por procesos de clasificación o

valoración sistemática. Tampoco se identificaron centros de acopio o plantas de tratamiento en funcionamiento en la zona, lo cual representa una barrera estructural para la implementación de un ciclo cerrado de materiales.

En el caso particular de la planificación estratégica de residuos de construcción, propuesta por Oliveira y Dias (2020), no se encontraron evidencias de planes de manejo específicos por obra. En ninguna de las obras observadas se aplicaron instrumentos como diagnósticos iniciales de generación de residuos, indicadores de eficiencia en el uso de materiales o registros sistematizados de disposición. Este hallazgo refuerza la percepción recogida en las entrevistas, donde varios de los actores manifestaron la inexistencia de exigencias regulatorias claras por parte de las municipalidades.

Por otra parte, el análisis documental de ordenanzas locales y normativa vigente confirma que los gobiernos autónomos descentralizados de Manta y Portoviejo aún no disponen de una normativa específica que regule de forma técnica la gestión de residuos de construcción y demolición. Este vacío normativo contrasta con lo recomendado por la Directiva 2008/98/CE de la Unión Europea, que establece responsabilidades diferenciadas por actor y procedimientos de seguimiento y control. La falta de exigencia jurídica limita la capacidad de los municipios para regular prácticas inadecuadas, lo que a su vez debilita los incentivos para incorporar prácticas sostenibles en las obras.

Finalmente, aunque algunos elementos puntuales de los modelos revisados se presentan de manera fragmentaria en el contexto manabita como el reciclaje ocasional o el transporte especializado, estos no obedecen a una planificación institucional ni están sujetos a verificación técnica. La gestión de residuos responde, en gran medida, a decisiones coyunturales o a condiciones particulares del contratista, lo cual evidencia la ausencia de un enfoque sistematizado, tal como proponen los modelos internacionales.

Esta brecha entre teoría y práctica, verificada en el análisis de campo, justifica la necesidad de formular un modelo de gestión adaptado a la realidad local, que incorpore los principios y herramientas de los modelos revisados, pero que también considere las capacidades institucionales, técnicas y normativas del territorio.

4.1.3 Justificación de por qué se requiere una adaptación contextual.

Los resultados obtenidos durante el trabajo de campo, así como el análisis comparativo con los modelos y teorías revisadas, evidencian que la gestión de los residuos de la construcción en los cantones de Manta y Portoviejo presenta condiciones operativas, normativas e institucionales que no permiten aplicar de forma directa los marcos internacionales existentes. Aunque estos modelos ofrecen lineamientos robustos, sustentados en criterios técnicos y ambientales ampliamente validados, su aplicación efectiva exige ciertos prerequisites que, en el contexto local, aún no se encuentran plenamente desarrollados.

Entre los principales factores que justifican la necesidad de una adaptación contextual, se encuentra la ausencia de normativas específicas y vinculantes que regulen el manejo de residuos de RCD en los municipios estudiados. A diferencia de lo que establecen normativas como la Directiva 2008/98/CE de la Unión Europea o las guías de la Fundación Ellen MacArthur, en Manabí no existe una reglamentación técnica que obligue a las empresas constructoras a presentar planes de manejo de residuos, ni protocolos oficiales que orienten la clasificación, valorización o disposición adecuada de los materiales descartados. Esta carencia limita la capacidad de los gobiernos autónomos descentralizados para ejercer control sobre el proceso y genera un marco institucional débil, sin incentivos ni sanciones claras.

Asimismo, las condiciones operativas de las obras analizadas revelan una baja sistematización en la gestión de residuos, lo que se traduce en prácticas altamente dependientes de decisiones individuales y sin respaldo procedimental. En este sentido, la inexistencia de centros de acopio especializados, la falta de infraestructura para el reciclaje, y la escasa incorporación de tecnologías de seguimiento y control dificultan la aplicación efectiva de modelos como PRRE o economía circular. Tales condiciones demandan una propuesta que, sin abandonar los principios técnicos internacionales, se adapte a la capacidad operativa real del territorio.

Otro elemento que refuerza esta necesidad de contextualización es la fragmentación institucional y la debilidad en la coordinación intersectorial, constatadas a partir de las entrevistas realizadas. La dispersión de competencias entre distintas dependencias municipales, así como la falta de articulación con actores privados y comunitarios, impide implementar enfoques integrados como el de la GIR, que requiere de acuerdos colaborativos, asignación de responsabilidades diferenciadas y monitoreo transversal del proceso. Ante esta realidad, cualquier modelo aplicable debe considerar estrategias viables para fortalecer la gobernanza local y facilitar mecanismos progresivos de implementación.

A nivel cultural y social, también se identifica una baja conciencia ambiental y escasa formación técnica respecto al manejo adecuado de residuos. La mayoría de los trabajadores de obra y responsables técnicos entrevistados no han recibido capacitación específica sobre la gestión de RCD, y las buenas prácticas que se ejecutan tienden a ser resultado de iniciativas individuales, más que de programas institucionales. Esta situación hace necesario que el modelo propuesto incluya componentes educativos, de sensibilización y acompañamiento técnico que permitan su adopción progresiva.

Finalmente, los modelos internacionales analizados fueron formulados en contextos con altos niveles de institucionalidad, fiscalización ambiental, disponibilidad tecnológica y cultura normativa. En contraste, la realidad de los cantones estudiados se caracteriza por un sistema aún en consolidación, donde las políticas públicas carecen de mecanismos de aplicación operativa, y donde los recursos técnicos, financieros y humanos son limitados. Por estas razones, se justifica la elaboración de un modelo de gestión adaptado al contexto manabita, que integre los principios de sostenibilidad, legalidad y eficacia técnica, pero que al mismo tiempo sea viable en función de las condiciones locales detectadas en esta investigación.

4.1.4 Breve mención de cómo esto sirvió de base para el modelo.

Los referentes teóricos revisados y el contraste con las condiciones observadas en los cantones de Manta y Portoviejo constituyeron la base metodológica y conceptual

sobre la cual se estructura el modelo de gestión de residuos de la construcción propuesto en esta investigación. Cada uno de los enfoques analizados PRRE, economía circular, gestión integrada de residuos, jerarquía de intervención, y gestión estratégica de RCD aportó elementos técnicos que fueron tomados como referencia para organizar las dimensiones, fases y actores contemplados en la propuesta.

A partir del modelo PRRE, se asume el principio de jerarquización de acciones, privilegiando estrategias de prevención, reducción y valorización por encima de la disposición final. Este enfoque orientó la definición de fases dentro del modelo propuesto, así como los indicadores de cumplimiento asociados a cada una de ellas. De igual manera, la economía circular brindó fundamentos para incorporar procesos de reutilización y reciclaje de materiales, no como una etapa residual, sino como un componente estructural dentro de la planificación de obra.

El enfoque GIR permitió definir mecanismos de articulación interinstitucional e intersectorial que el modelo incorpora, a través de la distribución de responsabilidades entre entidades municipales, contratistas, trabajadores, proveedores y ciudadanía. Esta perspectiva fue esencial para organizar las funciones dentro del sistema propuesto y establecer líneas de coordinación operativa que respondan a la realidad fragmentada observada en el trabajo de campo.

A su vez, la jerarquía metodológica de intervención propuesta por la Unión Europea fue adoptada como guía para estructurar las prioridades de acción del modelo, facilitando así su aplicabilidad por niveles. Esto permite adaptar su implementación progresivamente, según el nivel de desarrollo normativo, técnico y organizativo de cada municipio.

Finalmente, las condiciones contextuales identificadas en Manabí sirvieron como criterios de ajuste y adaptación de estos modelos internacionales. Las limitaciones normativas, la debilidad institucional, la baja tecnificación del proceso constructivo y la escasa cultura de gestión de residuos fueron consideradas como variables condicionantes que el modelo debía atender desde su diseño. Por ello, la propuesta incorpora

mecanismos flexibles, instrumentos de acompañamiento técnico, y etapas de implementación gradual que hacen viable su ejecución en territorios con características similares a los evaluados.

En conjunto, estos fundamentos permitieron no solo sustentar teóricamente la propuesta, sino construir un modelo coherente con las capacidades reales del entorno, orientado a mejorar progresivamente la gestión de residuos de construcción en los cantones estudiados, sin desvincularse de los principios técnicos y ambientales internacionalmente reconocidos.

4.2 Estructura de la propuesta de transformación

El modelo propuesto se operacionaliza mediante fases secuenciales y articuladas entre sí, con responsabilidades claramente definidas para cada actor y un conjunto de herramientas metodológicas y operativas que orientan su aplicación. La Figura 15 sintetiza la arquitectura general del modelo; en los apartados siguientes se desarrolla su estructura con mayor nivel de detalle para fines de implementación, seguimiento y control.

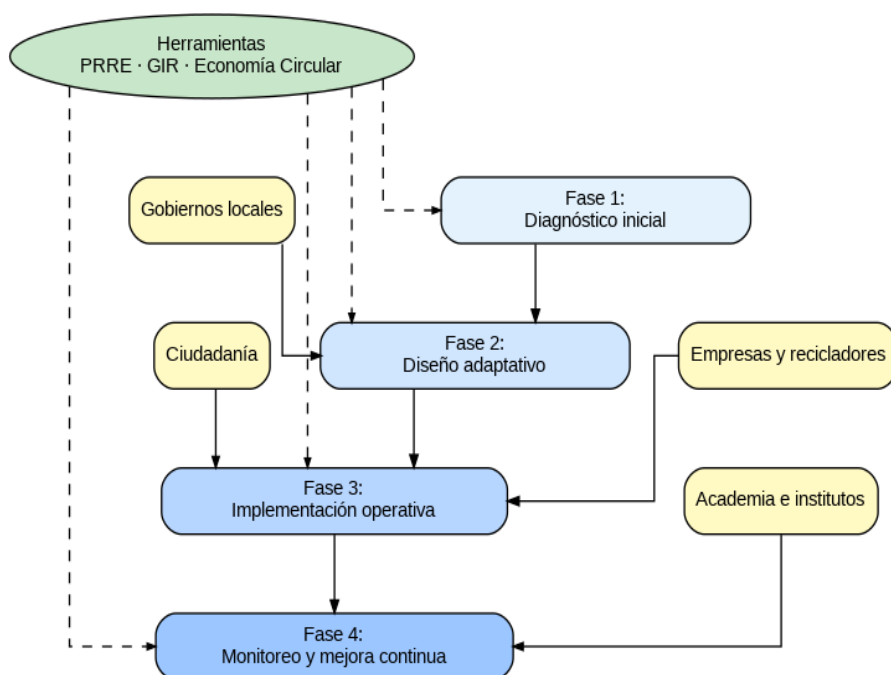
Este enfoque estructural permite que el modelo trascienda el plano conceptual y se constituya en una guía operativa para la toma de decisiones en contextos reales de obra. La organización en fases facilita la planificación progresiva de acciones, la delimitación de responsabilidades y el monitoreo de resultados a través de indicadores verificables. De este modo, la propuesta integra criterios técnicos, normativos y de gestión, promoviendo una intervención sistemática sobre la problemática de los RCD y garantizando que las medidas adoptadas puedan ser evaluadas y ajustadas de forma continua según la experiencia de aplicación y las condiciones del contexto.

4.2.1 Esquema del modelo propuesto

Con el propósito de consolidar en una representación visual la estructura metodológica de la propuesta, se presenta el esquema del modelo de gestión diseñado.

Dicho esquema articula de manera secuencial las fases operativas, los actores institucionales y comunitarios, así como las herramientas metodológicas de soporte, evidenciando la coherencia interna del sistema y su capacidad de adaptación a las condiciones específicas de los cantones de Manta y Portoviejo.

Figura 13. *Esquema del modelo propuesto de gestión de residuos.*



Nota. Elaboración propia.

4.2.2 Fases, actores y herramientas.

Fase 1: Diagnóstico inicial

La primera fase constituye el punto de partida para la construcción de un modelo de gestión de residuos adaptado a las condiciones locales. Su objetivo central es caracterizar cuantitativamente y cualitativamente la generación de residuos de construcción y demolición (RCD) en los cantones de Manta y

Portoviejo, considerando variables técnicas, normativas, socioeconómicas y ambientales.

En esta etapa, los gobiernos locales asumen la responsabilidad de compilar información normativa y estadística existente, mientras que la ciudadanía y las empresas constructoras aportan datos primarios a través de encuestas, entrevistas y registros de obra. La academia, por su parte, garantiza la validez metodológica del proceso mediante el diseño de instrumentos y la sistematización de resultados.

El diagnóstico abarca cuatro dimensiones: (i) identificación de volúmenes de RCD por tipología de obra, (ii) caracterización de prácticas actuales de segregación, reutilización y disposición, (iii) análisis de cumplimiento normativo vigente y (iv) evaluación de externalidades ambientales y urbanas. El producto esperado es un informe técnico de diagnóstico que establezca la línea base del sistema y determine los puntos críticos a intervenir en fases posteriores.

Fase 2: Diseño adaptativo

La segunda fase corresponde al proceso de estructuración de estrategias y protocolos de gestión, fundamentados en el diagnóstico inicial y ajustados a las capacidades institucionales y operativas del territorio. Su carácter “adaptativo” responde a la necesidad de integrar principios internacionales de gestión (PRRE, GIR y economía circular) con la realidad empírica observada en campo.

Los gobiernos locales definen lineamientos normativos y financieros, mientras que las empresas y recicladores aportan información sobre la viabilidad técnica de la segregación y valorización de materiales. La academia e institutos contribuyen con metodologías de evaluación y generación de indicadores de desempeño, y la ciudadanía se incorpora como actor clave en la validación social del modelo.

El diseño contempla la elaboración de: (i) protocolos de clasificación de residuos en obra, (ii) mecanismos de coordinación interinstitucional, (iii) esquemas de capacitación para personal técnico y ciudadanía, y (iv) instrumentos de seguimiento y control. Los entregables de esta fase incluyen manuales técnicos, programas de capacitación y planes piloto, cuya implementación progresiva permite ajustar el modelo antes de su aplicación plena.

Fase 3: Implementación operativa

La tercera fase constituye el núcleo funcional del modelo, en la que se ejecutan las acciones previamente diseñadas y validadas. Se centra en la puesta en marcha de los protocolos de gestión de RCD en las obras, bajo la supervisión de los gobiernos locales y con la participación activa de los distintos actores involucrados.

En esta etapa, los gobiernos locales regulan y fiscalizan el cumplimiento de los lineamientos técnicos, otorgando permisos de construcción condicionados a la presentación de planes de manejo de residuos. La ciudadanía participa en actividades de sensibilización y en procesos de veeduría social, garantizando transparencia en la implementación. Las empresas y recicladores se responsabilizan de la correcta segregación, transporte y disposición de los materiales, mientras que la academia e institutos acompañan mediante la capacitación técnica y el monitoreo de resultados.

Las acciones centrales de esta fase incluyen: (i) segregación diferenciada en obra, (ii) reutilización interna de materiales, (iii) transporte controlado hacia sitios de disposición autorizados, y (iv) valorización de fracciones reciclables a través de cadenas productivas locales. El resultado esperado es la operativización del modelo en proyectos de construcción reales, generando evidencia empírica sobre su factibilidad y eficacia.

Fase 4: Monitoreo y mejora continua

La cuarta fase corresponde al componente de seguimiento sistemático, destinado a evaluar la eficacia del modelo y garantizar su sostenibilidad en el tiempo. Se fundamenta en la aplicación de indicadores de desempeño previamente definidos, los cuales permiten medir avances en términos de reducción de residuos, incremento de tasas de reutilización y reciclaje, cumplimiento normativo y percepción ciudadana.

Los gobiernos locales consolidan los registros y elaboran informes periódicos de desempeño, mientras que la ciudadanía mantiene su rol en la vigilancia social. Las empresas reportan información sobre volúmenes manejados y costos asociados, y la academia lidera la evaluación comparada de resultados, proponiendo ajustes metodológicos y estratégicos.

Este componente se nutre de la lógica de la economía circular y la gestión integrada de residuos (GIR), al promover un ciclo de retroalimentación continua en el que los hallazgos del monitoreo se convierten en insumos para ajustar protocolos, reforzar la capacitación técnica y mejorar los instrumentos normativos.

El producto esperado de esta fase es un sistema institucionalizado de seguimiento y mejora, que asegure la progresiva consolidación del modelo y su escalabilidad hacia otros cantones de la provincia de Manabí.

4.2.3 Pertinencia del modelo propuesto

El análisis estadístico del capítulo anterior constituye el sustento empírico de la propuesta de gestión de RCD. Los resultados demostraron que la escala física de los proyectos, expresada en superficie construida y número de pisos, explica el 68 % de la variabilidad en el volumen de residuos. Este hallazgo valida que el modelo priorice estrategias de prevención y reducción en la fase de diagnóstico inicial (Fase 1) y en el diseño adaptativo (Fase 2).

También se identificó una correlación negativa entre la organización del sitio de obra y la generación de residuos. Aunque no alcanzó significancia estadística al 95 %, la tendencia sugiere un efecto mitigador. Este resultado justificó la incorporación de la fase de implementación operativa (Fase 3), donde se incluyen protocolos de organización interna, separación de materiales y prácticas de valorización.

El análisis de sensibilidad mostró que un aumento del 10 % en superficie y número de pisos eleva los residuos en un 7,8 %. En cambio, mejoras en la organización del sitio reducen en un 12 % el volumen generado. Estos escenarios validan la fase de monitoreo y mejora continua (Fase 4), orientada a ajustar dinámicamente las prácticas en función de los resultados observados.

En conjunto, los hallazgos confirman tres aspectos centrales:

- La magnitud de las obras debe atenderse con planes de gestión diferenciados desde el inicio.
- La organización de la obra, aún sin plena significancia estadística, es clave para lograr reducciones prácticas.
- Los proyectos requieren un sistema de seguimiento continuo que retroalimenta la propuesta.

Así, la propuesta no se limita a un marco teórico. Es una herramienta validada empíricamente, diseñada para responder a la realidad constructiva de Manta y Portoviejo y con capacidad de adaptación progresiva.

En síntesis, la evidencia empírica (R^2 ajustado = 0,68; correlaciones y sensibilidad) corroboró la arquitectura del modelo: diagnóstico y diseños orientados a la prevención en función de la escala; implementación con énfasis en organización del sitio y valorización; y monitoreo para ajustes iterativos, garantizando pertinencia técnica y capacidad adaptativa en el contexto local.

4.2.4 Indicadores de desempeño y metas de corto plazo

La consolidación del modelo propuesto exige mecanismos de verificación que permitan evaluar, en periodos definidos, el grado de avance alcanzado en cada fase de implementación. En este sentido, se establecieron indicadores de desempeño que, además de garantizar la trazabilidad, facilitan la comparación interanual y la identificación de tendencias. Estos indicadores fueron definidos en función de criterios técnicos, de gestión y económicos, con metas de corto plazo que permitan validar la factibilidad del modelo en su primera etapa de aplicación.

1. Generación específica de RCD (m^3/m^2).

Este indicador permite relacionar el volumen de residuos generados con la superficie construida, constituyéndose en una medida objetiva de eficiencia material. Su cálculo se basa en el cociente entre el volumen total de RCD reportado y el área construida de cada proyecto.

- **Meta anual inicial:** se considera alcanzada cuando la generación específica es igual o inferior a 0,12 metros cúbicos por metro cuadrado ($0,12 \text{ m}^3/\text{m}^2$) en obras cuya superficie supera los ocho mil metros cuadrados ($8\,000 \text{ m}^2$). Cumplir esta meta implica un uso más racional de los materiales y una reducción significativa de pérdidas en proyectos de gran escala.

2. Tasa de separación en obra (% del RCD con segregación primaria).

Mide la proporción de residuos que son separados en el punto de generación, diferenciando al menos fracciones de hormigón, madera, acero y materiales mixtos.

- **Meta anual inicial:** se considera alcanzada cuando la tasa de separación en obra es igual o superior al cincuenta por ciento (50 %). Cumplir este umbral refleja la institucionalización de prácticas básicas de clasificación que constituyen la base para los procesos de valorización posteriores.

3. Tasa de valorización (% del RCD que se reutilizó o recicló).

Evalúa la fracción de residuos que, una vez separados, son destinados a procesos de reutilización dentro de la obra o a cadenas de reciclaje formal.

- **Meta anual inicial:** se considera alcanzada cuando la tasa de valorización es mayor o igual al 25 %. Con esta meta se pretende establecer un punto de partida para la transición hacia esquemas de economía circular en el sector de la construcción.

4. Cumplimiento de planes de manejo (% de obras con plan aprobado y auditado).

Este indicador refleja el grado de institucionalización del modelo dentro de la normativa local, midiendo cuántos proyectos cuentan con un plan de gestión de RCD aprobado y sujeto a auditoría técnica.

- **Meta anual inicial:** se alcanza cuando el nivel de cumplimiento es igual o superior al 80 %. Este resultado representa la capacidad de los gobiernos locales para fiscalizar de manera efectiva la generación y disposición de los residuos.

5. Incidencias por disposición inadecuada (n.ºobra).

Registra el número de incumplimientos detectados en relación con la disposición en sitios no autorizados, vertidos clandestinos o manejo sin control.

- **Meta anual inicial:** 0.

Este objetivo de tolerancia cero busca erradicar prácticas históricamente normalizadas en el territorio.

6. Costo unitario de disposición (USD/m³) y costo evitado por valorización (USD/m³).

Este indicador integra la dimensión económica, registrando tanto el gasto en transporte y disposición final como los ahorros obtenidos por la reutilización o reciclaje.

- **Meta anual inicial:** se considera alcanzada cuando el reporte estandarizado está presente en, al menos, el 80 % de las obras. Este seguimiento permite demostrar que una gestión eficiente de los residuos de construcción y demolición (RCD) no solo genera beneficios ambientales, sino que también produce reducciones significativas de costos a nivel empresarial.

El sistema de seguimiento será coordinado por las municipalidades de Manta y Portoviejo, con reportes trimestrales y consolidación anual. Las metas propuestas se consideran de referencia inicial, sujetas a ajustes progresivos en función de los aprendizajes generados durante el primer ciclo de implementación. La revisión y actualización de los indicadores deberá realizarse cada dos años, garantizando así su pertinencia frente a la evolución de las capacidades institucionales y tecnológicas del territorio.

4.2.5 Roles, responsabilidades y coordinación

La efectividad del modelo de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) depende de la definición precisa de roles y responsabilidades, así como de la existencia de un mecanismo de coordinación interinstitucional que garantice la articulación entre los distintos actores. A continuación, se detallan los compromisos operativos de cada parte:

1.10.1.7 Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) municipales.

Los GAD de Manta y Portoviejo asumen la función rectora del modelo, en concordancia con sus competencias legales en materia ambiental y de control urbano. Sus responsabilidades específicas comprenden: (i) aprobación de los planes de manejo de RCD como requisito para la emisión de permisos de construcción; (ii) fiscalización

técnica y normativa en las obras en ejecución; (iii) consolidación de los registros municipales de generación, disposición y valorización de residuos; y (iv) elaboración de reportes anuales con indicadores de cumplimiento y tendencias territoriales.

1.10.1.8 Empresas constructoras y contratistas.

En calidad de generadores directos, las empresas tienen la obligación de: (i) diseñar y ejecutar los planes de manejo de RCD aprobados por la autoridad municipal; (ii) garantizar la segregación de materiales en la fuente de generación; (iii) implementar sistemas de trazabilidad documental de los flujos de residuos, desde la generación hasta la disposición o valorización; y (iv) reportar periódicamente los volúmenes generados, los costos de disposición y los ahorros derivados de la reutilización o reciclaje.

1.10.1.9 Recicladores y gestores autorizados.

Estos actores constituyen el eslabón operativo de la valorización de residuos. Sus funciones incluyen: (i) la recepción formal de los RCD segregados; (ii) la clasificación secundaria en centros de acopio o plantas de tratamiento; (iii) la transformación o valorización de fracciones útiles, con prioridad en hormigón, metales y madera; y (iv) la emisión de certificados de entrega y recepción que aseguren la trazabilidad legal y ambiental del proceso.

1.10.1.10 Academia e institutos especializados.

La academia cumple un rol transversal de apoyo técnico y científico, con responsabilidades tales como: (i) el diseño y validación de instrumentos de diagnóstico y monitoreo; (ii) la capacitación de personal técnico de obra, funcionarios municipales y recicladores; (iii) la elaboración de estudios comparativos y análisis de impacto ambiental; y (iv) la evaluación externa e independiente de los resultados obtenidos, garantizando la objetividad del proceso.

1.10.1.11 Ciudadanía organizada.

La participación ciudadana constituye un pilar del modelo, en tanto promueve la transparencia y legitimidad social del sistema. Sus responsabilidades comprenden: (i) el ejercicio de veeduría social sobre las prácticas de disposición y valorización de residuos en obras públicas y privadas; (ii) la activación de mecanismos de denuncia documentada ante irregularidades; y (iii) la participación en procesos de sensibilización comunitaria para fomentar una cultura de sostenibilidad urbana.

1.10.1.12 Mecanismo de coordinación interinstitucional.

Para asegurar la articulación entre actores, se establece un Comité Técnico Interinstitucional, de carácter bimestral, que tendrá como funciones: (i) deliberar sobre los avances del modelo, (ii) resolver conflictos derivados de la aplicación de los planes de manejo, (iii) aprobar ajustes metodológicos o normativos y (iv) consolidar compromisos de acción conjunta. Este comité estará conformado por delegados de los GAD municipales, representantes de empresas constructoras, asociaciones de recicladores, universidades y organizaciones ciudadanas.

La coordinación estará centralizada en una Unidad Técnica Municipal, que actuará como Secretaría del Comité. Esta unidad será responsable de la convocatoria, la elaboración de actas, el registro de acuerdos y la gestión de la información técnica, garantizando el seguimiento continuo del modelo y la trazabilidad de sus decisiones.

4.3 Valoración y validación de la propuesta de transformación

4.3.1 Validación técnica

La validación técnica de la propuesta se fundamentó en la coherencia demostrada entre los hallazgos estadísticos y la estructura metodológica del modelo. El análisis de regresión lineal múltiple mostró que las variables de escala del proyecto, particularmente la superficie construida y el número de pisos, presentaron los coeficientes de mayor peso

explicativo en el modelo, alcanzando un R^2 ajustado del 0,68. Esto indica que cerca de dos tercios de la variabilidad en la generación de RCD se relaciona con la magnitud física de las obras, lo cual confirma que la escala del proyecto constituye un factor estructural determinante.

Este resultado no solo tiene relevancia estadística, sino también operativa: evidencia que la gestión de RCD no puede abordarse de manera homogénea para todas las obras, sino que requiere criterios diferenciados según tamaño y complejidad. Por ello, el modelo incorpora fases de diagnóstico y diseño adaptativo, orientadas a estimar tempranamente la generación de residuos y planificar su manejo.

Asimismo, las correlaciones negativas observadas entre organización del sitio de obra y generación de residuos, aunque con significancia marginal, mostraron una tendencia consistente: las obras con mejor delimitación de áreas de acopio y separación en origen registraron menores volúmenes relativos de desperdicio. Esta regularidad empírica, corroborada en las observaciones de campo, justifica la inclusión de protocolos de segregación y control operativo dentro del modelo.

El análisis de sensibilidad confirmó que variaciones en superficie y altura producen incrementos proporcionales en residuos, mientras que mejoras organizativas generan reducciones moderadas pero sostenidas. Este hallazgo respalda la incorporación de un componente de monitoreo continuo, que permita ajustar la gestión conforme evoluciona la obra.

4.3.2 Validación institucional

La validación institucional de la propuesta se sustenta en su alineación con las competencias de los GAD y en la evidencia empírica recogida durante el diagnóstico. Las entrevistas a funcionarios municipales mostraron que, si bien existe marco normativo general, no se cuenta con protocolos específicos de control de RCD ni con registros sistemáticos de generación. Esta brecha institucional fue mencionada de forma recurrente por los informantes clave.

En este contexto, la propuesta adquiere pertinencia al traducir principios normativos generales en lineamientos operativos concretos. Su valor institucional radica en ofrecer herramientas aplicables dentro de los procesos de permisos de construcción, fiscalización y control ambiental.

La articulación interinstitucional propuesta responde directamente a los problemas de coordinación identificados en campo, donde varios actores señalaron superposición de competencias y falta de trazabilidad de residuos. La definición de roles diferenciados mejora la gobernanza del sistema y fortalece la viabilidad de implementación.

4.3.3 Valoración social y ambiental

La validación social y ambiental se apoya en los resultados de observación y percepción de actores. En más de la mitad de las obras observadas se detectaron prácticas de disposición temporal inadecuadas, con acumulación de escombros en áreas no delimitadas. Esto confirma que la problemática tiene expresión tangible en el entorno urbano.

El modelo responde a esta realidad al priorizar prevención, segregación y valorización, lo cual reduce presión sobre botaderos y escombreras. Desde el punto de vista ambiental, esto implica menor ocupación de suelo y reducción de focos de contaminación difusa.

En el plano social, las entrevistas evidenciaron bajo nivel de sensibilización en manejo de RCD. La inclusión de capacitación y veeduría ciudadana en el modelo surge como respuesta directa a este hallazgo, no como una recomendación genérica.

4.3.4 Limitaciones y proyecciones

La propuesta de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) presentada en esta investigación, aunque sólida y contextualizada, presenta ciertas

limitaciones metodológicas y operativas que deben ser reconocidas para una adecuada interpretación de sus alcances.

En primer lugar, los resultados estadísticos estuvieron condicionados por el sesgo de autoselección de la muestra, dado que solo un 31,6 % de las empresas constructoras inicialmente contactadas aceptaron participar en el estudio. Es probable que aquellas con mayor nivel de organización interna y disponibilidad documental hayan estado sobrerrepresentadas, lo cual limita la generalización plena de los hallazgos a todo el sector.

En segundo término, la propuesta se formuló con base en la realidad observada en los cantones de Manta y Portoviejo, por lo que su aplicabilidad directa en otros contextos territoriales de Manabí o del Ecuador requerirá ajustes específicos, en función de las condiciones institucionales, normativas y culturales locales.

Asimismo, si bien el modelo incorpora principios de prevención, valorización y economía circular, su implementación efectiva dependerá de la existencia de infraestructura de reciclaje y plantas de tratamiento, que actualmente son insuficientes en la provincia. Esta limitación técnica demanda un proceso de fortalecimiento progresivo de capacidades y de inversión en equipamiento especializado.

Finalmente, desde el punto de vista social, la propuesta deberá enfrentar barreras culturales asociadas a la baja sensibilización de trabajadores y ciudadanía en torno al manejo adecuado de RCD. Por ello, se proyecta que en fases posteriores el modelo incluya estrategias de educación ambiental y formación continua, con el fin de consolidar un cambio de comportamiento a largo plazo.

En cuanto a las proyecciones, el modelo puede ser escalado hacia otros cantones mediante programas piloto que permitan verificar su replicabilidad. Asimismo, constituye una base metodológica para el desarrollo de ordenanzas locales, políticas públicas y proyectos de cooperación internacional orientados a la sostenibilidad urbana.

De esta manera, la propuesta no solo atiende a una problemática local, sino que también se proyecta como un referente aplicable en territorios con características similares.

Estas limitaciones fueron consideradas en la interpretación de resultados, evitando extrapolaciones indebidas y orientando la propuesta hacia un modelo adaptable y progresivo.

4.3.5 Riesgos y medidas de mitigación

La implementación del modelo de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en los cantones de Manta y Portoviejo enfrenta una serie de riesgos potenciales que, de no ser gestionados oportunamente, podrían limitar su efectividad y sostenibilidad. A continuación, se identifican los principales riesgos y se proponen medidas de mitigación asociadas:

4.3.5.1 Baja adopción empresarial.

Uno de los principales riesgos radica en la resistencia inicial de las empresas constructoras a incorporar planes de manejo de RCD en sus proyectos, debido a la percepción de incremento en costos y carga administrativa. Para mitigar este riesgo, se plantea la inclusión de requisitos obligatorios de gestión de residuos como condición para la aprobación de permisos de construcción, acompañados de un esquema de fiscalización gradual. Además, se sugiere establecer un sistema de incentivos por desempeño, como la reducción de tasas municipales o reconocimientos públicos a las empresas con mayores índices de cumplimiento, con el fin de promover la aceptación progresiva del modelo.

4.3.5.2 Insuficiente infraestructura de valorización.

Actualmente, la provincia de Manabí carece de centros especializados de acopio y plantas de reciclaje de RCD, lo que representa un obstáculo estructural para la plena aplicación de la propuesta. Como medida de mitigación, se propone establecer

convenios transitorios con gestores privados y asociaciones de recicladores, habilitar micrositios de acopio temporal bajo control municipal y promover proyectos piloto de prefabricados no estructurales (bloques, adoquines y bordillos) elaborados a partir de RCD procesados. Estas acciones permitirán iniciar la valorización en el corto plazo, mientras se gestiona la inversión en infraestructura permanente.

4.3.5.3 Déficit de capacidades técnicas.

El nivel actual de formación de residentes de obra, maestros constructores y fiscalizadores municipales respecto a la gestión de RCD es limitado, lo cual constituye un riesgo para la correcta implementación de protocolos. Para reducir esta brecha, se plantea la creación de un programa de formación continua, orientado al fortalecimiento de competencias técnicas en segregación, almacenamiento, transporte y valorización de residuos. Dicho programa podrá ser implementado en alianza con universidades locales, colegios profesionales e institutos tecnológicos, garantizando la transferencia de conocimientos y la actualización periódica de contenidos.

4.3.5.4 Subregistro de datos.

La ausencia de mecanismos estandarizados de recolección de información puede dar lugar a inconsistencias en los registros municipales y limitar la capacidad de monitoreo. La mitigación de este riesgo requiere la implementación de formatos únicos obligatorios de reporte, complementados con auditorías aleatorias en obra y cruces de información con las guías de transporte emitidas para la disposición final. De esta forma, se asegura la trazabilidad de los flujos de residuos y se refuerza la transparencia del sistema.

4.3.5.5 Resistencia social localizada.

En determinados sectores de la población, especialmente en comunidades cercanas a botaderos o escombreras, pueden generarse resistencias debido a

percepciones negativas sobre el almacenamiento temporal de residuos o la instalación de micrositios de acopio. Para enfrentar este riesgo, se propone el desarrollo de campañas de sensibilización basadas en evidencia, mostrando los beneficios ambientales, sanitarios y económicos de una gestión adecuada de RCD. Estas campañas deberán complementarse con la participación activa de la ciudadanía organizada en procesos de veeduría comunitaria, lo que favorecerá la aceptación social y legitimidad del modelo.

4.3.6 Conclusión del capítulo

El Capítulo IV consolidó la propuesta de transformación para la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en los cantones de Manta y Portoviejo. La fundamentación teórica y contextual permitió justificar la necesidad de un modelo adaptado a las condiciones locales, mientras que la estructura metodológica planteada integró fases, actores y herramientas orientadas a la prevención, valorización y control de los residuos. La validación técnica, institucional, social y ambiental demostró la pertinencia de la propuesta, al tiempo que se reconocieron sus limitaciones y se plantearon proyecciones para su escalabilidad y sostenibilidad. En conjunto, el modelo constituye una contribución robusta y aplicable, que articula marcos conceptuales internacionales con la realidad empírica del territorio, y que se proyecta como una base estratégica para fortalecer la planificación, la normativa y la cultura de sostenibilidad en el sector de la construcción.

CONCLUSIONES

El proceso investigativo permitió comprender de manera sistemática la problemática de la gestión de residuos de construcción y demolición en los cantones de Manta y Portoviejo, integrando análisis teórico, diagnóstico empírico y formulación propositiva. La investigación confirmó la existencia de brechas técnicas, normativas y organizacionales en el manejo de RCD, lo cual valida la pertinencia del problema planteado y la relevancia de los objetivos formulados. Más que ofrecer soluciones universales, el estudio aportó evidencia contextualizada que permitió estructurar una propuesta de mejora adaptada a las condiciones locales.

En relación con el primer objetivo específico, el análisis teórico evidenció que los enfoques de jerarquía de residuos, economía circular y gestión integrada constituyen marcos sólidos para orientar la sostenibilidad en la construcción. No obstante, también se constató que su aplicación directa en contextos como Manabí enfrenta limitaciones asociadas a debilidades institucionales, baja estandarización operativa y escasa infraestructura de valorización. Por ello, el aporte teórico del estudio radica en la reinterpretación contextual de estos marcos, identificando qué componentes son transferibles y cuáles requieren adaptación territorial.

Respecto al segundo objetivo específico, el diagnóstico empírico permitió caracterizar la gestión de RCD en el territorio estudiado como predominantemente reactiva, fragmentaria y dependiente de decisiones individuales de obra. Se identificó ausencia de protocolos formales, baja trazabilidad de residuos y limitada fiscalización. Asimismo, los resultados estadísticos mostraron que la escala de las obras explica una proporción relevante de la variabilidad en la generación de RCD, mientras que la organización de obra presenta un efecto atenuante. Estos hallazgos no solo describen la situación actual, sino que aportan criterios objetivos para orientar la planificación y el control de residuos en proyectos constructivos.

En cuanto al tercer objetivo específico, la investigación permitió diseñar un modelo de gestión de RCD estructurado en fases de diagnóstico, diseño adaptativo, implementación y monitoreo. Este modelo no debe interpretarse como una solución cerrada, sino como una guía técnico-operativa flexible que puede ajustarse según capacidades institucionales y disponibilidad de infraestructura. Su principal aporte reside en articular principios internacionales con evidencia local y en definir roles, indicadores y mecanismos de seguimiento que favorecen la corresponsabilidad entre actores.

Los resultados no permiten afirmar transformaciones inmediatas en la gestión territorial de residuos, pero sí demuestran que es posible estructurar herramientas de gestión basadas en evidencia empírica y coherencia normativa. En este sentido, la hipótesis de investigación encuentra respaldo en cuanto a la contribución potencial del modelo para mejorar la planificación, valorización y disposición de residuos, aunque su efectividad plena dependerá de condiciones de implementación, control y fortalecimiento institucional.

Desde una perspectiva más amplia, la investigación aporta conocimiento aplicable a territorios con características similares de crecimiento urbano y limitada regulación operativa. Su contribución se ubica en el plano metodológico y propositivo, al ofrecer un esquema replicable de análisis y diseño de modelos de gestión contextualizados.

En síntesis, el estudio consolida una base técnica y científica para avanzar hacia una gestión más sostenible de residuos de construcción en Manabí. Más que cerrar el tema, abre líneas para investigaciones futuras sobre evaluación de implementación, análisis de costos, desempeño ambiental real y desarrollo de infraestructura de valorización. De esta forma, la investigación se posiciona como un punto de partida sólido para la mejora progresiva de la gestión de RCD en el ámbito local y regional.

RECOMENDACIONES

En coherencia con los hallazgos y con el carácter contextual y progresivo de la propuesta desarrollada, se formulan las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Manabí y a facilitar la implementación gradual de mejoras basadas en evidencia.

Se recomienda a los Gobiernos Autónomos Descentralizados de Manta y Portoviejo utilizar el modelo propuesto como referente técnico orientativo para la planificación y control de obras, integrando de manera progresiva algunos de sus componentes en ordenanzas, manuales o guías operativas. Más que una adopción rígida, se sugiere una incorporación gradual que permita ajustes según capacidades institucionales, recursos disponibles y aprendizajes derivados de su aplicación piloto.

Se aconseja fortalecer la coordinación entre GAD, empresas constructoras y actores privados mediante la elaboración de planes de manejo de RCD adaptados a cada tipo de obra, priorizando la segregación en origen y la planificación anticipada de la disposición. Esta coordinación debe enfocarse en acciones viables a corto plazo, evitando imponer requisitos que no puedan ser cumplidos por limitaciones de infraestructura o capacidades.

Se recomienda desarrollar programas de capacitación técnica focalizados y realistas, dirigidos a residentes de obra, maestros constructores y fiscalizadores municipales, con énfasis en prácticas básicas de clasificación, almacenamiento seguro y reducción de desperdicios. La capacitación debe responder a necesidades concretas detectadas en campo y no limitarse a contenidos normativos generales.

Se sugiere que universidades e institutos tecnológicos de la provincia promuevan proyectos de vinculación e investigación aplicada en gestión de RCD, orientados a generar datos locales sobre generación de residuos, costos de manejo y alternativas de valorización. Este tipo de estudios puede fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia y apoyar a los municipios en la planificación ambiental.

Se recomienda a las entidades públicas explorar de manera progresiva la viabilidad de micrositios de acopio y experiencias piloto de valorización, antes de realizar inversiones mayores en plantas de reciclaje. Los proyectos demostrativos a pequeña escala pueden servir para evaluar factibilidad técnica, aceptación social y sostenibilidad económica.

Se aconseja implementar sistemas simples de registro y monitoreo de RCD en obras de mediana y gran escala, utilizando formatos estandarizados de reporte. La generación de datos sistemáticos permitirá mejorar la planificación futura y reducir el subregistro identificado en el estudio.

Se recomienda promover acciones de sensibilización ambiental dirigidas a trabajadores del sector y a la ciudadanía, enfocadas en los impactos reales de la mala disposición de RCD sobre el entorno urbano y la salud. Estas acciones deben basarse en información clara y cercana al contexto local, evitando enfoques meramente normativos.

Finalmente, se sugiere que futuras investigaciones amplíen el análisis a otros cantones y evalúen procesos de implementación real del modelo, incluyendo estudios de costo-beneficio, análisis de ciclo de vida y evaluación del desempeño ambiental. También resulta pertinente explorar herramientas estadísticas avanzadas y modelos predictivos que permitan estimar con mayor precisión la generación de residuos en función del tipo y escala de obra.

En conjunto, estas recomendaciones apuntan a una mejora progresiva y contextualizada de la gestión de RCD, priorizando la viabilidad institucional y la construcción gradual de capacidades antes que la adopción de esquemas normativos o tecnológicos difíciles de sostener en el corto plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, H., & Ruiz, M. (2022). Aproximación a la gestión de los residuos de construcción y demolición en el área metropolitana del Valle de Aburrá. *Revista CEA*, 8(18), e2929. <https://doi.org/10.22430/24223182.2129>
- Agudelo, H. A. (2022). Aproximación a la gestión de los residuos de construcción y demolición desde una estrategia de economía circular. *Revista Producción + Limpia*, 17(2), 172–184.
- Aguirre C, Latorre Ma. (2004). Hacia un diagnóstico de los residuos sólidos generados por obras de edificación en altura, Región Metropolitana. *Revista de la construcción*, volumen 3. No. 1
- Alcaldía del Cantón Pastaza (2014). Ordenanza para la gestión integral de los residuos sólidos del Cantón Pastaza.
- Alcaldía GADM de Riobamba (2011). Ordenanza que regula la gestión integral de los residuos sólidos del Cantón Riobamba.
- Benique, J., & Callas, C. (2022). *Propuesta para una gestión sostenible en el reciclaje y reutilización de residuos de la construcción y demolición, Lima-Perú: Revisión sistemática 2022*. Universidad César Vallejo: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/93432>
- Boe, S. (2020). Waste hierarchy application in construction waste management. *Journal of Environmental Management*, 270, 110-123.
- Bravo, J., Valderrama, C., & Ossio, F. (2019). Cuantificación Económica de los Residuos de Construcción de una Edificación en Altura: Un Caso de Estudio.

Información tecnológica, 30(2).

<https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000200085>

Bravo, K., Polanco, J., & Panchama, R. (2023). Evaluación del impacto ambiental por la construcción no regularizada de. *Polo del Conocimiento*, 8(3), 2965-2891.

<https://doi.org/10.23857/pc.v8i3>

Bravo, M. (2019). Gestión de residuos de construcción en países europeos. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 14(2), 45-60.

Bravo, M., Torres, P., & Zambrano, L. (2019). Gestión de residuos de construcción en contextos urbanos. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 15(2), 55–70.

Cando, P. (2021). Estadísticas de residuos sólidos en Ecuador. Ministerio del Ambiente del Ecuador.

Chamba, J., & Solnado, J. (2023). Plan de manejo de residuos de construcción y demolición. Caso de. *MQR Investigar*, 7(3), 1652-1675.

<https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.1652-1675>

Chamba, J., & Solnado, L. (2023). Construction waste segregation practices in Latin America. *Sustainability*, 15(4), 3120. <https://doi.org/10.3390/su15043120>

Checkland, P. (1981). *Systems thinking, systems practice*. John Wiley & Sons.

Consejo Nacional de Competencias (2019) Informe sobre mapeo de actores generadores de información a nivel territorial e identificación de fuentes de información de la competencia de desechos sólidos. 1ra Edición – Quito

Contreras, J., & Herrera, R. (2019). Historia de la valorización de residuos de construcción en Europa. *Revista Ingeniería y Desarrollo*, 37(1), 55-68.

- Cortés, Á. C. (2014). Unidad logística de recuperación de residuos de construcción y demolición: estudio de caso Bogotá D.C.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Cueva, O., Rodríguez, D., SantaMaría, B., & Cueva, M. (2022). Gestión de residuos de construcción y demolición frente al cambio climático. *Polo del Conocimiento*, 7(12), 846-868. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>
- Dahlbo, H., Poliakova, V., Mylläri, V., Sahimaa, O., & Anderson, R. (2018). Recycling potential of construction and demolition waste: A review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 526–537. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.258>
- Deresá, E., Leta, S., & Assefa, F. (2020). Construction and demolition waste generation and management. *Journal of Environmental Management*, 260, 110-125.
- ELITE CONSULTOR C. LTDA, ELICONSUL (2011) Estudios de diagnóstico y prefactibilidad de alternativas para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos en los veintidós cantones de la provincia de Manabí
- Espinosa, J. (2022). La gestión integral de los residuos: la política pública local como garantía de los derechos. *FLACSO Ecuador*.
<https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/19315/2/TFLACSO-2023JAEN.pdf>
- European Commission. (2012). *Guidelines on the interpretation of key provisions of Directive 2008/98/EC on waste* (Waste Framework Directive guidance). European Commission.

- European Commission. (2016). *EU Construction and Demolition Waste Management Protocol*. Publications Office of the European Union.
- European Commission. (2020). *Circular economy action plan for construction sector*. European Union.
- European Commission. (2021). *Construction and demolition waste management in the EU*. Publications Office of the EU.
- European Commission. (2024). *EU Construction and Demolition Waste Management Protocol (Revised 2024 edition; first published 2016)*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2873/77980>
- European Parliament & Council of the European Union. (2008). *Directive 2008/98/EC on waste (Waste Framework Directive)*. Official Journal of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?qid=1718777582426&uri=CELEX:02008L0098-20240218>
- Finamore, M. (2024). *Circular economy in construction: Defining principles and research gaps*. *Journal of Cleaner Construction*, 12(3), 45–60.
- Flores, C. (2020). *Gestión y tratamiento de residuos de construcción y demolición en la municipalidad provincial de Cusco*. [Projecte Final de Màster] Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa: <http://hdl.handle.net/2117/335990>
- Franco, J., Cusme, C., & Stay, D. (2023). La gestión integral de residuos de construcción y demolición, un enfoque hacia la sostenibilidad de las ciudades. *South Florida Journal of Development*, 4(6). <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n6-004>

- Freitas, H. (2018). *Multivariate analysis in information systems research*. Springer.
(Referencia general sobre análisis multivariable y regresión aplicada en investigación).
- Gamarra-Quispe, C. E., Mamani-Apaza, I. R., & Calla-Calla, J. (2025). Construction and demolition waste management and recycling approaches: A bibliometric analysis. *Journal of Cleaner Production*.
- Garcés, G., & Molina, A. (2023). Propuesta de un modelo para la cuantificación de costos de residuos de la construcción en la etapa de planificación de proyectos de construcción. *Informes de la Construcción*, 75(571).
<https://doi.org/10.3989/ic.6425>
- Gourley, C., Newill, D., & Schereiner, H. (2020). *Engineering Characteristics of Arid Soils*. CRC Press.
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 4(3), 163–173.
- Hasibuan, G. C. R., Al Fath, M. T., Yusof, N., Dewi, R. A., Syafridon, G. G. A., Jaya, I., Anas, M. R., & Syahrizal. (2025). Integrating circular economy into construction and demolition waste management: A bibliometric review of sustainable engineering practices in the built environment. *Cleaner Engineering and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2025.101159>
- ISO/TC 207/SC 1. (2015). *Plan-Do-Check-Act (PDCA) model* (ISO 14001:2015 support material). International Organization for Standardization.

- Jiménez, L., & García, M. (2021). Aprovechamiento de residuos de construcción en infraestructura vial en Colombia. *Revista Ingeniería de Construcción*, 36(3), 211-224.
- Kamano, M., et al. (2019). Waste hierarchy and sustainable construction. *Waste Management*, 95, 590–600.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank.
- Latorre, A. (2021). *Criterios de modelado para la gestión de residuos de construcción y estrategias de demolición y de-construcción*. BIM Project:
https://rcdigreen.eu/wp-content/uploads/2022/08/4A6E61_Metodologias-innovadoras-gestion-RCD.pdf
- Lee, S., Chang, H., & Lee, J. (2024). Construction and demolition waste management and its impacts on the environment and human health: Moving forward sustainability enhancement. *Sustainable Cities and Society*.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105855>
- Ley de Residuos Sólidos No Peligrosos (2010)
- Ley Orgánica de Gestión Ambiental (LOGA) (2017),
- López, M., Pérez, D., & Sánchez, R. (2019). Recycling rates of construction waste in Europe. *Waste Management*, 95, 590-600.
- Martel, E., Begazo, L., Sánchez, S., & Sánchez, M. (2022). Gestión de residuos sólidos y la cultura ambiental en el distrito de Ate. *TecnoHumanismo*, 2(6), 89-110.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8510627>

- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2018). *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos*.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2019). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)*.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2020). *Lineamientos de gestión integral de residuos*.
- Muñoz, C., Rivero, C., Marrero, M., & Cereceda, G. (2019). Urbanización de viviendas y gestión ecoeficiente de residuos de construcción en Chile: aplicación del modelo español. *Ambiente Construido*, 19(3).
<https://doi.org/10.1590/s1678-86212019000300338>
- Muñoz, S., Bayona, J., & Yovera, J. (2021). Gestión de residuos de construcción y demolición, para mitigar el impacto Ambiental y preservar nuestros recursos naturales: Una revisión de la literatura. *Ecuadorian Science Journal*, 5(2), 100-106. <https://doi.org/10.46480/esj.5.2.90>
- Norouzi, M., [otros autores]. (2021). *Circular economy in the building and construction sector: Trends and evolutionary patterns*. *Journal of Cleaner Production*.
- Palma, G., & Caballero, B. (2022). Paradigmas de la construcción circular bajo el enfoque del desarrollo sostenible implementando una regulación en el cantón Portoviejo. *Palma, G; Caballero, B;*, 6(43), 264-272.
<https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss43.2022pp264-272>
- Papamichael, I. (2023). *Construction and demolition waste framework of circular practices: Barriers and opportunities*. *Sustainable Development Review*, 7(1), 11–30.

- Poulter, M. (2019). *Introducing statistical modelling and regression analysis for social scientists*. Sage.
- Purchase, C. K. (2021). *Circular economy of construction and demolition waste: A review*. *Materials*, 15(1), 76. <https://doi.org/10.3390/ma15010076>
- Rea Lozano, M. (2017). *Gestión de residuos de construcción en Ecuador*. Editorial Universitaria.
- Rea, M. (2019). *Gestión de residuos sólidos en contextos urbanos*. Editorial Académica.
- Reglamento para la Gestión de Residuos Sólidos No Peligrosos (2012)
- Reina, J. O. F. (2023). *La gestión integral de residuos de construcción y demolición: Temas emergentes y criterios de sostenibilidad*. *Journal of Urban Sustainable Development*.
- Rosales, S., Abarca, L., & Leandro, A. (2022). Residuos peligrosos de la construcción en Costa Rica y sus impactos al ambiente. *Revista Tecnología En Marcha*, 35(4), 95-103. <https://doi.org/10.18845/tm.v35i4.6400>
- Soto-Paz, J., [otros autores]. (2023). *The circular economy in the construction and demolition waste management: A comparative analysis*. *Journal of Building Engineering*, 78, 107724.
- Tello, P., Martínez, E., & Daza, D. (2019). *Gestión de residuos sólidos en América Latina*. *Revista CEPAL*.
- Turkylmaz, A., Guney, M., Karaca, F., Bagdatkyzy, Z., & Sandybayeva, A. (2019). A comprehensive construction and demolition waste management model using an integrated waste management hierarchy. *Sustainability*, 11(6), 1593.

- Ulloa, V. (2023). *Propuesta de estrategias de gestión para los residuos de construcción y demolición en el municipio de Arauca*. Pontificia Universidad Javeriana:
<http://hdl.handle.net/10554/64232>
- Vasanthalin, J., & Kavitha, M. (2021). Construction waste generation and environmental impacts. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 63830-63845.
- Velázquez, A. G. (2025). Economía circular y gestión sostenible de residuos constructivos: Avances y perspectivas. *Veritas Revista Científica*.
- Zhang, C., Hu, M., Di Maio, F., Sprecher, B., Yang, X., & Tukker, A. (2022). An overview of the waste hierarchy framework for analyzing construction and demolition waste management in Europe. *Science of the Total Environment*, 807, 149892. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149892>

ANEXOS

APENDICE A

INVESTIGACIÓN SOBRE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCIÓN.

 No compartido



* Indica que la pregunta es obligatoria

1.Datos Empresariales

¿Cuál es el nombre de la empresa? *

Tu respuesta

¿En que clasificación se puede colocar este proyecto? *

- ☐ Edificio Residencial
- ☐ Edificio Comercial
- ☐ Condominio Horizontal
- ☐ Otros:

¿Cuál es el numero de pisos del proyecto? *

Todas las plantas incluidos sótanos y plantas técnicas (sala de máquinas, barricas, etc.)

Tu respuesta

27/8/24, 15:06

INVESTIGACIÓN SOBRE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCIÓN.

¿Cuántos pisos tipo departamento hay en el proyecto? *

Solo pisos de departamentos

Tu respuesta

¿Cuál es el área total construida del proyecto? *

En metros cuadrados

Tu respuesta

¿Cuál es el área construida del piso?

Área de un piso, en metros cuadrados

Tu respuesta

¿En que norma de construcción se ajusta el proyecto?

- ☐ Alto nivel
- ☐ Estándar medio
- ☐ Patrón popular

2.Datos de gestión de residuos**¿Cuál es el volumen total de residuos generados?**

Los residuos sólidos provenientes de la construcción y demolición que son conocidos popularmente como "escombros" o "basura que sale de la obra". Esta cantidad no debe incluir el volumen del suelo.

Tu respuesta



27/8/24, 15:06

INVESTIGACIÓN SOBRE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCIÓN.

Si la empresa no cuenta con datos para cuantificar el volumen total de residuos generados al finalizar la construcción, colocar el costo total gastado en el pago de los contenedores de "escombros".

Tu respuesta

¿Cuánto cobra (aproximadamente) la empresa recolectora de escombros por cada contenedor recogido?

Tu respuesta

¿Cuál es el volumen del contenedor utilizado para eliminar los escombros?
Los volúmenes de contenedores más habituales son 4,5 y 6 metros cúbicos.

Tu respuesta

¿Cuál es el plazo total de la obra?

Plazo en el que se finalizó la obra

Tu respuesta

¿La empresa separa el volumen de residuos generados en tipo de residuos?

Tipos de residuos: Madera, hormigón, metales, mortero, ladrillos, tierra, roca, papel, asfalto, orgánicos, etc.

☐ Si

☐ No



27/8/24, 15:06

INVESTIGACIÓN SOBRE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCIÓN.

Si la respuesta anterior es positiva ¿Cuál es el volumen producido por tipo de residuo?

Enumerar el volumen de residuos por tipo.

Tu respuesta

¿El proyecto cuenta con un sistema de selección y rehúso de residuos?

- ☐ Si
- ☐ No

3.Datos de producción.

¿Cuál es el sistema constructivo adoptado en el proyecto?

- ☐ 1. Producción tradicional: estructura de hormigón armado colado en obra, sin paginación de mampostería, corte y doblado de acero en obra, mortero producido en obra, pocos equipos de transporte.
- ☐ 2.Producción intermedia: algunos artículos industrializados, como elementos prefabricados de hormigón, corte y doblado de acero industrializado, mortero industrializado y algunos equipos de transporte.
- ☐ 3.Producción industrializada: Mayor uso de prácticas industrializadas, mayor aplicación de equipos de transporte, prácticas estandarizadas de producción y gestión (planificación de la producción, filosofía de construcción ajusta)



27/8/24, 15:06

INVESTIGACIÓN SOBRE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCIÓN.

¿Cuál es el nivel de organización del sitio (entorno de construcción)

Basado en la percepción de los directivos o investigadores

- ☐ 1. Problemas organizativos graves en el sitio (todos los aspectos).
- ☐ 2. Problemas organizativos (muchos aspectos).
- ☐ 3. Intermedio (problemas en algunos aspectos).
- ☐ 4. Sitio organizado y buenas prácticas de gestión en todos los aspectos

4. Generales**Contacto del encuestado**

(Nombre y número de teléfono)

Tu respuesta

[Enviar](#)[Borrar formulario](#)

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Google no creó ni aprobó este contenido. [Denunciar abuso](#) - [Condiciones del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Google Formularios



ANEXO 1

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL INFORME ANUAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL - RIAA

En vista de lo anterior, esta Secretaría establece la siguiente hoja de ruta:

CONTENIDO BÁSICO

1. IDENTIFICACIÓN DEL EMPRENDEDOR Y DE LA EMPRESA

1.1. Identificación del empresario:

- Nombre;
- Dirección COMPLETA;
 - Documento de identificación y RUC;
 - Dirección para correspondencia;
 - Ubicación (Municipio, Distrito, Estado);
 - Declaración de Información Ambiental - DIA.

1.2. Identificación y Ubicación de la Empresa:

- Nombre;
- Razón social;
- RUC y Registro Municipal;
- Documentos administrativos que vencen anualmente.
 - a) Informe de Inspección del Departamento de Bomberos (Habite-se);
 - b) Licencias

- c) Permiso de construcción
- d) Permiso de funcionamiento

2. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA RESPONSABLE Y/O DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME

- Nombre:
 - Como medida de seguridad, se sugiere que el empresario ponga sus iniciales en todas las páginas del informe presentado; Contacto (correo y teléfono).

3. DESCRIPCIÓN DEL INFORME

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA

La caracterización del proyecto deberá presentar:

- Descripción completa del proyecto, con información de las modificaciones realizadas en sus diferentes etapas, así como cambios futuros;
- Descripción completa del proceso productivo, acompañada de un diagrama de flujo demostrativo;
- Descripción de productos y subproductos;
- Descripción de la logística del flujo del producto final;
- Producción diaria, mensual y anual.

3.2. MATERIA-PRIMA/INSUMOS

- a) Tipo
- b) Cantidad consumida;
- c) Origen (Razón social, CNPJ, licencia de funcionamiento y Licencia Ambiental);
- d) Almacenamiento;
- e) Limpieza y desinfección (frecuencia y qué productos se utilizan).

3.3. PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

a) Informes de calidad del agua utilizada en el proceso productivo;

b) Efluentes líquidos (si aplica)

- Informar las características de los efluentes (cantidad y calidad);

- Tipo de tratamiento utilizado (descripción, eficacia del tratamiento). comprobado a través de informes de laboratorio, reportaje fotográfico de situaciones adversas y otras;

- Análisis de laboratorio (puntos de monitoreo georreferenciados, parámetros, Indicación de la cadena de custodia de las muestras recolectadas, Frecuencia);

- Describir las medidas aplicadas en caso de identificación de problemas. operación y otros.

NOTA: En caso de vertido al recurso hídrico presentar informe de seguridad. El análisis deberá incluir punto de lanzamiento, cantidad y aguas abajo del cuerpo de agua.

ANEXO 2

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL INFORME ANUAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL - RIAA

OBJETIVO - Esta guía tiene como objetivo orientar a las empresas autorizadas a cumplir con las disposiciones del RESUMEN ADMINISTRATIVO publicado en el Boletín Oficial del Municipio de Belém nº 12.850/2015, que establece que las empresas que recibieron Licencias Ambientales a partir del 21 de julio de 2015 en adelante de Instalación y Operación deberán presentar el INFORME ANUAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL para la revalidación de su Licencia. La no presentación del mismo

supondrá la pérdida inmediata de las Licencias, así como el inicio de penalizaciones administrativas.

Cabe señalar que, debido a las especificidades de los proyectos y sus actividades, se debe solicitar información y/o documentos complementarios a la directriz.

En vista de lo anterior, esta Secretaría establece la siguiente hoja de ruta:

CONTENIDO BÁSICO

3. IDENTIFICACIÓN DEL EMPRENDEDOR Y DE LA EMPRESA 1.1.

Identificación del empresario:

- Nombre;
- Dirección COMPLETA;
 - Documento de identificación y CPF;
 - Dirección para correspondencia;
 - Ubicación (Municipio, Distrito, Estado);
 - Declaración de Información Ambiental - DIA.

1.2. Identificación y Ubicación de la Empresa:

- Nombre;
- Razón social;
- CNPJ y Registro Estatal;
- Documentos administrativos que vencen anualmente.
 - a) Informe de Inspección del Departamento de Bomberos (Habite-se);
 - b) Licencia de SEFIN o TLPL;
 - c) Licencia o Protocolo de Vigilancia Sanitaria;

- d) IPTU.

4. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA RESPONSABLE Y/O DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME

- Nombre:
 - Copia de la tarjeta profesional del Consejo de Clase;
 - Registro de Responsabilidad Técnica ART o Registro de Responsabilidad Técnica RTT (actualizado);
 - Registro de Consultor Ambiental CCAM (actualizado);
 - Como medida de seguridad, se sugiere que el empresario ponga sus iniciales en todas las páginas del informe presentado; Contacto (correo y teléfono).

3. DESCRIPCIÓN DEL INFORME

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA

La caracterización del proyecto deberá presentar: - Descripción completa del proyecto, con información de las modificaciones realizadas en sus diferentes etapas, así como cambios futuros; - Descripción completa del proceso productivo, acompañada de un diagrama de flujo demostrativo; - Descripción de productos y subproductos; - Descripción de la logística del flujo del producto final; - Producción diaria, mensual y anual.

3.2. MATERIA-PRIMA/INSUMOS

un tipo;

b) Cantidad consumida;

c) Origen (Razón social, CNPJ, licencia de funcionamiento y Licencia Ambiental);

d) Almacenamiento;

e) Limpieza y desinfección (frecuencia y qué productos se utilizan).

3.3. PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

a) Informes de calidad del agua utilizada en el proceso productivo;

b) Efluentes líquidos (si aplica)

- Informar las características de los efluentes (cantidad y calidad);

- Tipo de tratamiento utilizado (descripción, eficacia del tratamiento). comprobado a través de informes de laboratorio, reportaje fotográfico de situaciones adversas y otras;

- Análisis de laboratorio (puntos de monitoreo georreferenciados, parámetros, Indicación de la cadena de custodia de las muestras recolectadas, Frecuencia);

- Describir las medidas aplicadas en caso de identificación de problemas. operación y otros.

NOTA: En caso de vertido al recurso hídrico presentar informe de seguridad. El análisis deberá incluir punto de lanzamiento, cantidad y aguas abajo del cuerpo de agua.

loc norte		007243
CLIENTE:	Pavane Office	
VEICULO:	OTC 5904	
MOTORISTA:	Ovaldo	
NOME ENCARREGADO:		
DATA ENTREGA:	/ /	HORA:
DATA RETIRADA:	07/03/05	HORA:
Nº CAIXA:	0484	OBS: Winton
Plano social: AC F ALVES EPP - End. Rua Alvaro Nunes nº 18 - Bairro Torvald - Babilônia - Paraná Cnpj: 06.820-000 - Insc 07.441.042/0001-07 - Insc est 15.301.863-1 Insc municipal 168.222-6 Tel (011) 3226-1132 / 3247-9048 / 8273-2224 / 8195-8722		

loc norte		007242
CLIENTE:	Pavane Office	
VEICULO:	OTC 5904	
MOTORISTA:	Ovaldo	
NOME ENCARREGADO:		
DATA ENTREGA:	/ /	HORA:
DATA RETIRADA:	02/03/05	HORA:
Nº CAIXA:	2887	OBS: Winton
Plano social: AC F ALVES EPP - End. Rua Alvaro Nunes nº 18 - Bairro Torvald - Babilônia - Paraná Cnpj: 06.820-000 - Insc 07.441.042/0001-07 - Insc est 15.301.863-1 Insc municipal 168.222-6 Tel (011) 3226-1132 / 3247-9048 / 8273-2224 / 8195-8722		

loc norte		007701
CLIENTE:	Pavane Office	
VEICULO:	OTC 5904	
MOTORISTA:	Ovaldo	
NOME ENCARREGADO:		
DATA ENTREGA:	/ /	HORA:
DATA RETIRADA:	03/03/05	HORA:
Nº CAIXA:	51	OBS: Winton
Plano social: AC F ALVES EPP - End. Rua Alvaro Nunes nº 18 - Bairro Torvald - Babilônia - Paraná Cnpj: 06.820-000 - Insc 07.441.042/0001-07 - Insc est 15.301.863-1 Insc municipal 168.222-6 Tel (011) 3226-1132 / 3247-9048 / 8273-2224 / 8195-8722		

loc norte		007703
CLIENTE:	Pavane Office	
VEICULO:	OTC 5904	
MOTORISTA:	Ovaldo	
NOME ENCARREGADO:		
DATA ENTREGA:	/ /	HORA:
DATA RETIRADA:	03/03/05	HORA:
Nº CAIXA:	11	OBS: Winton
Plano social: AC F ALVES EPP - End. Rua Alvaro Nunes nº 18 - Bairro Torvald - Babilônia - Paraná Cnpj: 06.820-000 - Insc 07.441.042/0001-07 - Insc est 15.301.863-1 Insc municipal 168.222-6 Tel (011) 3226-1132 / 3247-9048 / 8273-2224 / 8195-8722		