



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

INFORME FINAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL USO DE RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN LA CONFORMACIÓN DE
BASE Y SUBBASE PARA VÍAS DE TERCER ORDEN DEL CANTÓN
PORTOVIEJO

ELABORADO POR:

Enriquez Alava Michelle Antonella

TUTORA:

Ing. Dolly Delgado Tóala, PHD.

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

Febrero 2026

CERTIFICACIÓN

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

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **ENRIQUEZ ALAVA MICHELLE ANTONELLA**, legalmente matriculados en la carrera de Ingeniería Civil, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es: **"ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL USO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN LA CONFORMACIÓN DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS DE TERCER ORDEN DEL CANTÓN PORTOVIEJO"**

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

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

Manta, 23 abril de 2026.

Lo certifico,



Ing. Dolly Delgado Toala Mgs.
Docente Tutor(a)
Área: Ingeniería Civil

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Michellle Antonella Enriquez Alava con C.I: 0940829351, doy constancia de ser el autor del Trabajo de titulación con modalidad Proyecto de Investigación con el tema **“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL USO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN LA CONFORMACIÓN DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS DE TERCER ORDEN DEL CANTÓN PORTOVIEJO”**, el cual fue dirigido por la tutora, Ing. Dolly Delgado Tóala, Mgs.

Quiero resaltar la originalidad de este trabajo, que se fundamenta en la contribución de varios autores que enriquecieron la investigación, así como en la recopilación de datos e información provenientes de fuentes bibliográficas, entrevistas, entre otros.



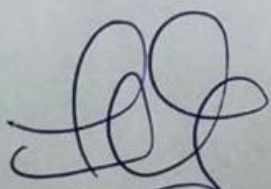
Michelle Antonella Enriquez Alava
C.I 0940829351
Autora

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACION

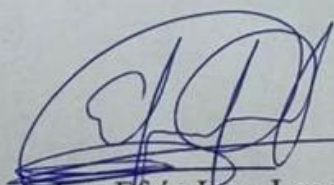
En calidad de tribunales de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, certifico:

Haber revisado el trabajo de titulación, bajo la modalidad de Proyecto de Investigación cuyo tema es **“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL USO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN LA CONFORMACIÓN DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS DE TERCER ORDEN DEL CANTÓN PORTOVIEJO”**, de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico por tal motivo APRUEBO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para preceder a la defensa correspondiente.

Certifico lo anterior para los fines pertinentes, a salvo disposición de la ley.



Arq. Jacqueline Domínguez Gutiérrez PhD
C.I. 0960022325
Tribunal 1



Ing. Efrén Looor Looor, MsC
C.I. 1313157768
Tribunal 2

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primero a Dios, por darme vida para poder cumplir todos los anhelos que me he propuesto. Por concederme sabiduría, fortaleza y fe para superar los obstáculos que a veces se me presentan.

A mi esposo, por ser mi compañero de vida y apoyarme en todo este proceso. Gracias, por ser mi fortaleza y darme todo el ánimo que necesite para culminar este proyecto.

A mi hija, mi mayor alegría e inspiración. Cada mañana agradezco a la vida por tenerla a mi lado y por qué mire todo lo que voy logrando en el camino.

A mis padres, que son mi fortaleza y buen ejemplo. Gracias a ellos por ser mi soporte incondicional en los momentos difíciles, gracias por cada sacrificio que han hecho siempre con tanto amor.

Quiero agradecer también a mis hermanos, por estar siempre conmigo en los buenos y difíciles momentos. Gracias por cada palabra de motivación que hoy me permiten cumplir esta meta.

A la familia de mi esposo, por estar siempre apoyándome y dándome buenos consejos.



Michelle Antonella Enriquez Alava
C.I 0940829351

Autora

AGRADECIMIENTO

Sin lugar a dudas a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente en sus aulas.

A mis Docentes, mentores de este camino, por compartir sus conocimientos, su tiempo y su experiencia. Gracias por su exigencia y por guiarme con paciencia hacia la excelencia académica y técnica.

Al Consejo Provincial de Manabí, por su invaluable apoyo y por facilitar la información y el acceso necesarios para el desarrollo de esta investigación. Su compromiso con el progreso vial y la sostenibilidad de nuestra provincia ha sido un motor fundamental para este trabajo.

Y a todas las personas que de una u otra manera han sido parte de este trabajo de investigación, su aporte me ha permitido culminar con éxitos este proceso.



Michelle Antonella Enriquez Alava
C.I 0940829351
Autora

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I.....	18
GENERALIDADES	18
1.1 Planteamiento del problema	18
1.1.1 Formulación del problema.....	20
1.2 Justificación.....	20
1.3 Objetivos.....	21
1.3.1 Objetivo general.....	21
1.3.2 Objetivos específicos	21
1.4 Alcance de la investigación	21
1.5 Hipótesis.....	22
1.6 Estructura de la tesis.....	22
CAPÍTULO II:	23
MARCO TEÓRICO.....	23
2.1 Antecedentes.....	23
2.2.1. La importancia de los RCD y su impacto en el ambiente.....	23
2.2. Residuos de construcción y demolición	25
2.3 Clasificación de los residuos de construcción y demolición	25
2.3.1 Según su origen.....	25

2.3.2 Clasificación de los RCD según naturaleza	26
2.4 Generación de RCD y problemática ambiental	27
2.5 Beneficios ambientales y económicos en la gestión de los RCD	27
2.6 Reciclaje y aprovechamiento de RCD en ingeniería vial	29
2.7 Materiales granulares tradicionales para base y subbase	30
2.8 Factibilidad técnica del uso de RCD	32
2.9 Factibilidad económica del uso de RCD	33
2.10 Factibilidad ambiental del uso de RCD	33
2.11 Infraestructura vial y desarrollo territorial.....	34
2.12 Clasificación de las vías según su jerarquía	34
2.13 Estructura del pavimento en vías de bajo volumen de tránsito	35
2.14 Estado actual de la vía en Portoviejo.....	35
2.15 Marco Legal y Normativo para regular de la RCD	36
2.15.1 Normativa aplicable a los (RCD) en el Ecuador.....	36
2.15.2 La Constitución de la República del Ecuador.....	36
2.15.3 Ley de Gestión Ambiental	36
2.15.4 Ley Orgánica de Economía circular inclusiva	37
2.15.5. Ordenanza que regula la gestión ambiental GAD Portoviejo.....	38
2.15.6 Ordenanzas NEVI-12.....	38
CAPÍTULO III	39
METODOLOGÍA	39
3.1 Enfoque de investigación	39
3.2 Tipo de investigación.....	39
3.3 Método de investigación.....	40
3.4 Alcance de la investigación	41
3.5 Categorías del análisis de la investigación	41
3.6 Técnicas de investigación utilizadas	41

3.7 Procedimientos de la investigación	42
3.8 Consideraciones éticas.....	43
CAPITULO IV.	44
RESULTADOS	44
4.1 Análisis e interpretación de los resultados.....	44
4.1.1. Análisis de factibilidad técnica	44
4.1.2 Análisis de factibilidad económica	45
4.1.3 Análisis de factibilidad ambiental.....	45
4.1.4 Aplicabilidad al cantón Portoviejo.....	45
CAPÍTULO V.....	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
5.1 Conclusiones.....	55
5.2 Recomendaciones.....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS.....	62
ANEXO: A.....	62
ANEXO B:.....	63
ANEXO C	64
ANEXO D.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición.....	23
Tabla 2. Ventajas ambientales y económicas de los RCD.....	26
Tabla 3. Datos técnicos – Planta Loma Alta.....	28
Tabla 4... Responsabilidades por Actor.....	34
Tabla 5. Operacionalización de las variables de los RCD.....	40
Tabla 6. Clasificación de desechos sólidos según colores.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. ¿Cómo gestionan los Residuos Sólidos los Municipios.....	46
Figura 2. Disposición final de los residuos sólidos.....	47
Figura 3. Caracterización de escombros Escombrera El Troje.....	47

RESUMEN

El presente trabajo de investigación analizó la factibilidad del uso de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) para bases y subbases para vías de tercer orden de la ciudad de Portoviejo.

En la ciudad de Portoviejo, actualmente el crecimiento urbanístico y la actividad de construcción generan gran cantidad de residuos sólidos de (RCD), los cuales en su mayoría no son tratados de manera adecuada y son depositados en los vertederos municipales, creando contaminación ambiental. Si comparamos las vías de tercer orden punto importante de esta investigación observamos que las vías requieren urgente mantenimiento, lo que garantiza que los materiales que se desechan en la construcción pueden ser utilizados minimizando costos en extracción y aportar al medio ambiente. Desde el punto de vista técnico, varios estudios y normativas demuestran que, con un adecuado proceso de selección, trituración y clasificación, los (RCD), pueden ser utilizados para bases y subbases de tercer orden. En conclusión, la utilización de (RCD) como material para base y subbase en vías de tercer orden en la ciudad de Portoviejo, es factible siempre y cuando se establezcan los procedimientos adecuados de laboratorio y especificaciones técnicas como determina la ley. Su implantación en las vías de tercer orden no solo contribuye al desarrollo del cantón, si no que obliga a las empresas constructoras hacer uso responsable de los residuos sólidos.

Palabras clave: RCD, vías de tercer orden, base y subbase, impacto ambiental, Portoviejo.

ABSTRACT

This research analyzed the feasibility of using Construction and Demolition Waste (CDW) for bases and sub-bases of tertiary roads in the city of Portoviejo.

In Portoviejo, current urban growth and construction activity generate a large amount of solid waste (CDW), most of which is not treated properly and is deposited in municipal landfills, creating environmental pollution. Comparing the tertiary roads—an important focus of this research—we observe that these roads require urgent maintenance, which guarantees that the materials discarded during construction can be used, minimizing extraction costs and contributing to environmental protection. From a technical standpoint, several studies and regulations demonstrate that, with a proper selection, crushing, and classification process, CDW can be used for bases and sub-bases of tertiary roads. In conclusion, the use of construction and demolition waste (CDW) as base and subbase material for tertiary roads in the city of Portoviejo is feasible, provided that appropriate laboratory procedures and technical specifications are established as required by law. Its implementation on tertiary roads not only contributes to the development of the canton but also compels construction companies to use solid waste responsibly.

Keywords: RCD, third-order roads, base and sub-base, environmental impact, Portoviejo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se conoce que el sector de la construcción es el causante del alrededor del 40% de emisiones de Co₂ a nivel mundial. De la misma manera, produce cerca de 30% de los residuos sólidos y es responsable de aproximadamente el 20% de la contaminación del agua (eadic, 2022)

La construcción seguirá siendo un gran desafío en el tema ambiental. Lo que si se requiere urgentes es que quienes se dedican a esta actividad puedan utilizar nuevos métodos tecnológicos y políticas que permitan reducir las emisiones de carbono, de manera que se reduzca el impacto ambiental (Ekos, 2025).

A nivel mundial, los gobiernos y estados han buscado la manera de reducir la contaminación a gran escala sin que al momento haya cambios significativos.

El Objetivo 12 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), hace referencia a fomentar la Producción y consumo responsable, reduciendo los hábitos de consumo.

Los cambios significativos en el comportamiento de consumo podrían tener un impacto notable en la sociedad incluso si son cambios menores, los organismos directivos deberían adoptar combinaciones de medidas como la regulación de los parámetros para la reducción de los materiales consumidos, el desarrollo de conceptos de negocios circulares, y la simplificación de las compras ecológicas. La incorporación de un modelo de economía circular implica la producción de productos que sean duraderos, de fácil reparación si están dañados y que sean reciclables con facilidad además adicionalmente, propone comportamientos virtuosos como la reutilización de productos, la reparación y la recuperación con el fin de disminuir la contaminación de la producción, así como la retención de los materiales de los recursos naturales. En este sentido, adoptar un estilo de vida respetuoso con el medioambiente implica que las personas reduzcan el uso de los recursos, que opten por productos con la menor huella

ecológica y que disminuyan las emisiones totales que se asocian con sus modos de vida elementales (ONU, 2026).

Por lo tanto, la implementación de estrategias de economía circular en el ámbito de la construcción como esta, no solo favorece la preservación ecológica, sino que también aporta valiosas ventajas a nivel económico.

Tal es el caso de Perú, donde el proyecto de economía circular ya es una realidad en la construcción. Ya que se está aplicando la utilización de agregados reciclados procedentes de los desechos utilizados en la construcción en obras de ingeniería civil y carreteras mejorando así su resistencia y logrando nuevos proyectos (Constructivo, 2025).

Hoy en día, las poblaciones rurales suelen acumular RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN en lugares de eliminación no controlada tales como montones de basura a cielo abierto o pozos de residuos, lo que provoca la contaminación medioambiental del valle, capas de suelo y diversas comunidades naturales. Se elabora una cantidad equivalente a cero puntos cero cero tres metros cúbicos de manera diaria como residuos; se da el caso que hasta un treinta y seis por ciento de ellos podrían ser utilizados de una manera considerada tecnológicamente factible y ecológicamente sana.

A finales de 2024, el total anual serán alrededor de 14,193.5 toneladas métricas de residuos sólidos amontonados diariamente; aproximadamente dos tercios (77.1%) se desechan sin diferenciarlos, mientras que unos tercios utilizarán otros métodos, tales como el reciclaje o la composta (22.9%). En cuanto a los últimos inicios, estos datos indicaron que 59.7% de los efectivos de la Gestión del Desarrollo de Área General utilizaban residuos sólidos municipales para volcar los residuos; el otro 24.4% se asignaba a áreas en desarrollo; y el 15.8% se terminaba en áreas de vertido (INEC, 2025).

Los escombros de construcción es un problema ambiental que aún no todos los municipios lo analizan. En julio de 2025, el alcalde de Quito, Pavel Muñoz, inauguró primer Centro Piloto de Aprovechamiento de Escombros en Pifo para RCD del Ecuador, esto con le apoyo de la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos. De manera que la ciudad de Quito se convirtió en la primera ciudad en darle tratamiento a los residuos sólidos (EMGIRS, 2024).

Uno de los problemas más destacados son los residuos de construcción y demolición por esa razón según las palabras de David Taipe, coordinador de escombros de la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el aumento del sector incrementó continuamente la generación de estos residuos, en 2023 fueron 800 mil metros cúbicos; la ciudad de Quito generó un millón y medio metros cúbicos de escombros y para 2025 se espera que la cifra esté alrededor de un millón y medio, con el problema de las escombreras, que tienen una vida útil limitada. Algunas incluso poseen un año de vida, porque no hay espacios nuevos disponibles (Delgado, 2026).

El futuro de esta actividad y su mejora se apoya en el capital humano, las destrezas y estrategias que se han ido implementando para el aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, los cuales han podido vislumbrar cambios en la última década, ya que ahora al construir se nos deben tener siembre unos parámetros que permitan su correcto uso y que mitigue las consecuencias medioambientales, puesto que estos residuos al ser reutilizados se convierten por fin en una actividad económica, que sumado a ello y siendo prioridad la afectación que pueda someter el planeta frente a este impacto medioambiental por estos residuos, es porque se hace necesario un aprovechamiento de los residuos de las construcciones y demoliciones como primera alternativa para evitar la contaminación de ríos, lagos y/o mares; segunda, porque se hace eco ante el cuidado del medio ambiente, al mismo tiempo de generar recursos a la población que trabaje con los residuos generados por la acción

de la demolición, a todo esto se ha de añadir que se promueve un conocimiento acerca de estos temas (Asprilla y otros, 2024)

Teniendo en cuenta estos antecedentes, surge la necesidad de analizar alternativas técnicas y sostenibles que permitan reutilizar los (RCD) como material para la conformación de capas de base y subbase en vías de tercer orden, contribuyendo a una gestión adecuada de residuos y a la reducción de costos en la infraestructura vial.

Las carreteras rurales de la provincia de Manabí se ven sometidas a problemas contundentes por las malas condiciones de infraestructura vial. Investigaciones anteriores subrayan la trascendencia de integrar estas iniciativas en un país determinado como el NEV-12 en asociación con las normas mundiales definidas por organismos tales como la FAO, la PIARC y el Banco Mundial, a fin de garantizar su eficacia, sostenibilidad y resistencia a los cambios ambientales, pero asimismo cómo medir el impacto de la infraestructura sobre los interesados que conozcan la tecnología ya que no ayuda a identificar no solo las calles principales, también los sectores que requieren atención (Cordero M. , 2023).

Y esta es una realidad muy notoria en las zonas rurales de la ciudad de Portoviejo, persiste la deficiencia en vialidad, creando un entorno poco favorable para quienes viven en estos sectores.

La presente investigación se desarrolla con un enfoque cualitativo, con un alcance de tipo documental – descriptivo. El diseño será no experimental utilizando datos, (observación directa, entrevistas).

CAPÍTULO I.

GENERALIDADES

1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial hay países que están incorporando el tratamiento de residuos sólidos para disminuir el impacto ambiental pero aun el trabajo no es constante.

La Estrategia Nacional de Economía Circular de Colombia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019), plantea la necesidad de transformar las dinámicas tradicionales de la economía lineal por una económica circular, que deje a tras el impacto ambiental que produce el hecho de producir, usar y tirar. Considerando un nuevo modelo que jerarquice los objetivos de la política ya existente, prevenir y aprovechar los residuos sólidos, para poder disminuir las emisiones del efecto invernadero (LOGYCA, 2022,p. 7).

De manera que es fundamental que exista un compromiso urgente por parte de los gobiernos tantos locales como nacionales, para migrar hacia una economía circular. Esto implica adoptar estrategias inteligentes y sostenible con respecto a la RCD. Logrando así, reducir el impacto ambiental por contaminación de residuos sólidos (Franco y otros, 2023).

Por otra parte, la problemática actual de los residuos de construcción de demolición (RCD) se evidencia en los grandes volúmenes generados sin control, lo que eleva la ocupación territorial, la degradación paisajística, la contaminación de suelos, causes y acuíferos, el impacto sobre los recursos hídricos, el rechazo de la sociedad, entre otros (Figueroa y otros, 2024).

Si bien algunas ciudades, como Quito, han avanzado en la creación de infraestructura para el reciclaje y en la promoción de un enfoque de economía circular, en la mayoría de los cantones predomina un modelo tradicional de disposición final.

En este sentido, la ciudad de Quito puso en funcionamiento la primera planta de reciclaje de escombros en el país. Esta es una manera de disminuir la contaminación

en quebradas, suelos debido a los RCD. Esta planta está situada al nororiente de la capital y está regulada con un enfoque de economía circular (Mantilla, 2025).

Para avanzar hacia una economía circular que beneficie a todos, es necesario que se creen ordenanzas y estas a su vez se las cumplan, de manera que esto ayude a mejorar el entorno urbano y ambiental de las ciudades.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Portoviejo, cuenta con una Licencia Ambiental para la Gestión Integral de Desechos Peligrosos, otorgada mediante resolución emitida por el Ministerio de Ambiente No. MAE- DNPCA-2018-012039 del 30 de abril del 2019, misma que permite la recolección, transporte y disposición final de los desechos peligrosos de códigos Q.86.02, Q.86.05, Q.86.07; pero, no cubre la modalidad de tratamiento biológico, térmico, físico, químico para desechos biológicos para la gestión de desechos peligrosos descrito en el Anexo B del Acuerdo Ministerial No. 026 R.O.334 del 12 de mayo de 2008; es decir, no incluye el debido tratamiento dispuesto por nuestro ordenamiento jurídico y las disposiciones del organismo rector de la salud mundial, excluyéndose también la infraestructura y los equipos para efectuarlo (VLEX, 2024).

Frente a esta realidad surge la necesidad de repensar de qué manera el tratamiento adecuado de los RCD, pueden ser útil para la conformación de base y subbase para las vías de tercer orden de la ciudad de Portoviejo, ya que estas se encuentran en deterioro y en completo abandono, lo que permitirá mejorar la red vial y gestionar los residuos de construcción RCD, y reducir el impacto ambiental que estos generan.

1.1.1 Formulación del problema

¿Es factible técnicamente utilizar residuos de construcción y demolición (RCD) como material base y subbase en la construcción de vías de tercer orden del cantón Portoviejo?

1.2 Justificación

Esta investigación se centra en analizar la factibilidad del uso de Residuos de construcción y demolición (RCD) para utilizar este recurso en la conformación de base y subbase para vías de tercer orden del cantón Portoviejo.

El estudio parte de examinar como los RCD, contaminan el medio ambiente y en la mayoría de países y sobre todo en el Ecuador, aun no se les da un tratamiento adecuado y utilización a estos residuos sólidos.

Desde el punto de vista técnico, diversos estudios demuestran que ciertos tipos de RCD, manejados adecuadamente, pueden cumplir con los requisitos granulométricos, de resistencia y durabilidad exigidos por las normativas viales para vías de bajo volumen de tránsito. Pero para que esto sea viable, es necesario un análisis de factibilidad específico para las condiciones de su uso.

Si se analiza desde el ámbito económico, la reutilización de RCD puede significar un gasto en los costos de construcción y mantenimiento vial.

Desde la perspectiva ambiental, el aprovechamiento de RCD contribuye a la reducir enormemente la contaminación en botaderos informales y vertederos municipales minimizando así el impacto ambiental por contaminación.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Describir la factibilidad del uso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en la conformación de capas de base y subbase para vías de tercer orden en la ciudad de Portoviejo, considerando aspectos técnicos, económicos y ambientales.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar los tipos de Residuos de Construcción y Demolición generados en la ciudad de Portoviejo que pueden ser utilizados en capas de base y subbase para vías de tercer orden.
- ✓ Analizar los requerimientos técnicos establecidos en la normativa vigente para materiales de base y subbase en vías de tercer orden.
- ✓ Comparar las características de los RCD con los materiales convencionales utilizados en la construcción de capas de base y subbase.
- ✓ Examinar los beneficios ambientales derivados del aprovechamiento de RCD en la infraestructura vial de la ciudad de Portoviejo.

1.4 Alcance de la investigación

El análisis se fundamenta en normas técnicas vigentes, artículos científicos, tesis universitarias e informes institucionales, permitiendo evaluar la factibilidad técnica, económica y ambiental del uso de RCD en el contexto del cantón Portoviejo. Los resultados obtenidos constituyen un aporte teórico que puede servir como referencia para futuras investigaciones aplicadas y para la toma de decisiones en proyectos viales a nivel local.

1.5 Hipótesis

El uso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) es factible para la conformación de capas de base y subbase en vías de tercer orden en la ciudad de Portoviejo, considerando sus características técnicas, económicas y ambientales.

1.6 Estructura de la tesis

El presente trabajo de investigación está estructurado en cinco capítulos que abordan el análisis de factibilidad del uso de Residuos de construcción y demolición (RCD) en la conformación de base y subbase para vías de tercer orden del cantón Portoviejo, su desarrollo se detalla a continuación:

El Capítulo I se expone el contexto del problema, el objetivo de la investigación y la Justificación.

En el capítulo II, se hace referencia a la revisión bibliográfica detallando los RCD en la construcción de vías de tercer orden en la ciudad de Portoviejo.

En el capítulo III, se describe la metodología empleada para el análisis factibilidad del uso de Residuos de construcción y demolición (RCD) en la conformación de base y subbase para vías.

En el capítulo IV, se exponer los resultados referentes a factibilidad del uso de Residuos de construcción y demolición.

En el capítulo V, se hacen las respectivas conclusiones y recomendaciones que permiten tener una idea más clara sobre el desarrollo de la investigación. Y como esta puede ser de ayuda e interés para futuras investigaciones.

Finalmente, los anexos incluyen información sobre el manejo de los RCD en el Ecuador y puntualmente en la ciudad de Portoviejo; las preguntas realizadas a los técnicos, cifras relacionada al tratamiento de los RCD, y el manejo de los residuos sólidos en vertederos.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.2.1. La importancia de los RCD y su impacto en el ambiente

“La gestión de los desechos sólidos atañe a todos. Garantizar una gestión eficaz y adecuada de los residuos sólidos es crucial para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible”, manifestó Ede Ijjasz-Vasquez, director superior de Prácticas Mundiales de Desarrollo Social, Urbano y Rural, y Resiliencia del Banco Mundial. “Sin gestión de los desechos, su vertido o quema perjudica la salud humana, daña el medio ambiente, afecta el clima, y dificulta el desarrollo económico en países tanto pobres como ricos por igual (BANCO MUNDIAL, 2018).

Para garantizar una eficaz gestión y manejo de los RCD, es recomendable seguir un orden jerárquico (reducir, reciclar, reutilizar, revalorizar), el cual incentiva la separación de RCD, reducción de rellenos sanitarios, sitios de disposición final e impactos negativos en el ambiente. Implementando este orden jerárquico en beneficio del medio ambiente, aportaría a factores tales como: la reducción de pérdida de cobertura vegetal, la cual se podría lograr con una adecuada planeación donde se limita específicamente el área de afectación que se requiere para ejecutar una determinada actividad, así mismo, se evitara la contaminación paisajística; sumado a esto, el reciclaje, reutilización y revalorización de los RCD, se podría utilizar como medio de mitigación en las afectaciones de las vías locales, aprovechando los RCD a favor de estas (Rincón, 2018).

En Irak, actualmente, la gestión de RCD es una de las mayores preocupaciones debido a la rápida urbanización, el crecimiento de la población y el rápido desarrollo de la

industria de la construcción. A pesar de ello, la gestión de RCD no tiene la debida consideración; en consecuencia, el diseño de un plan de gestión de residuos (RCD) es fundamental. Por otro lado, la accesibilidad de datos adecuados y precisos, así como datos sobre la gestión actual, son algunos requisitos previos básicos para elaborar un programa de gestión de residuos. Los datos referentes a la tasa de producción de residuos (RCD) en Iraq son escasos. Además, no hay información accesible y precisa de datos que describan la práctica real de gestión y manipulación de RCD (Kadhum y otros, 2023).

Por otro lado, se estima que un tercio del total de los residuos generados en Chile corresponde a residuos de construcción y demolición, tendencia que también se aprecia a nivel mundial, posicionando a la industria de la construcción como una de las más contaminantes del planeta donde impera el modelo de economía lineal de extraer, usar y botar.

Exigir a las constructoras que gestionen sus residuos es un tema que recién se está impulsando en el país y que muy pocas empresas constructoras en su mayoría de Santiago han adoptado implementando acciones de manejo de residuos de obra en la actualidad (Ruíz, 2021).

En la actualidad, el sector de la construcción consume más del 50 % de las materias primas en Europa, y menos de la mitad de estos materiales se reciclan una vez finalizada la vida útil de los edificios. No obstante, el problema no se limita únicamente al elevado uso de recursos naturales, sino también a que la producción, el transporte y la ejecución de los materiales empleados demandan una gran cantidad de energía, lo que conlleva importantes emisiones de CO₂ a la atmósfera (Franco y otros, 2023).

Por esta razón, resulta necesario que los gobiernos puedan hacer uso o crear nuevas políticas que minimicen el impacto de los residuos sólidos de manera que se reduzca el impacto ambiental.

2.2. Residuos de construcción y demolición

Los RCD son aquellos residuos que proceden de la construcción, demolición de los edificios, obras públicas y de urbanización, y se pueden clasificar según la actividad de la que provengan. Estos residuos incluyen los provenientes de construcción o demolición de estructuras residenciales y no residenciales, y los proyectos de repavimentación, reparación de puentes y limpieza asociada con desastres hechos por el hombre o la naturaleza, como huracanes, terremotos, tornados e inundaciones.

Dentro de esta categoría de residuos encontramos asfalto, maderas, metales, yesos, tejas, entre otros (Mejía y otros, 2013, p.107).

Los residuos de construcción y demolición (RCD) pueden clasificarse en varias categorías principales, entre las que destacan:

Escombros y restos de obra: materiales que provienen de demoliciones, reformas o trabajos de reparación.

Materiales ferrosos y no ferrosos: desechos derivados de estructuras metálicas y diferentes tipos de aleaciones.

Residuos de instalaciones provisionales: aquellos generados en obras de carácter temporal o no permanente (Econinertes, 2026).

2.3 Clasificación de los residuos de construcción y demolición

2.3.1 Según su origen

Según su origen los RCD se clasifican de la siguiente manera:

Residuos de extracción o movimiento de tierras: Son materiales generados al extraer áridos o realizar excavaciones. No contienen elementos constructivos y se consideran limpios por su origen natural o pétreo.

Residuos de construcción: Son desechos producidos en obras. Un 75 % corresponde a escombros, hormigón y cerámica, mientras que el 25 % incluye vidrio, madera, papel y materiales potencialmente peligrosos como pinturas o disolventes.

Residuos de demolición: Son similares a los de construcción, pero más difíciles de separar, ya que los materiales suelen encontrarse mezclados (ladrillos, yeso, metales, hormigón) (Gestión del Amianto, 2025).

2.3.2 Clasificación de los RCD según naturaleza

En la segunda clasificación, que organiza los residuos de construcción y demolición según su naturaleza, se pueden distinguir tres categorías principales:

Residuos inertes: representan la mayor parte de los RCD y están compuestos por materiales como hormigón, ladrillos, tejas, vidrio y distintos tipos de tierras o áridos.

Residuos no peligrosos: incluyen materiales como madera, ciertos plásticos, papel, yeso, textiles y la mayoría de los metales.

Residuos peligrosos o tóxicos: abarcan sustancias como pinturas y disolventes, plomo, amianto y sus derivados, así como residuos radiactivos (CoCircular , 2024).

Tabla 1

Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición

Inertes	Son aquellos que no presentan ningún riesgo de contaminación en general de procedencia pétreo.
Vías	Generalmente los residuos encontrados son: gravas, recebos, concretos, asfalto, pedazos de tubo en concreto, madera, tierra y lodo.
Cimentación y estructura	Generalmente los residuos encontrados son: concreto, aceros, bolsas de papel, pedazos de tubo de PVC, madera, pedazos de ladrillo y plásticos

Acabados arquitectónicos	Generalmente los residuos encontrados son: Bolsas de papel, cajas de cartón, madera para acabados, tarros de pintura, plástico, desechos de pañete, pedazos de cerámica, aluminio.
Obras de drenaje	Generalmente los residuos encontrados son: Gravas, recebos, concreto, metal, pedazos de tubo y tierra
Actividades alternas a los acabados arquitectónicas	Generalmente los residuos encontrados son: cables eléctricos, pedazos de tubería PVC, papel, cartón, plásticos y pedazos de tubería de cobre
No aprovechables	Residuos peligrosos (Tejas de Asbesto) y Residuos contaminados (No son susceptibles de aprovechamiento)
Especiales	son aquellos formados por materiales que tiene determinadas características perjudiciales para la salud y el medio ambiente.

Fuente: Sabogal (2022)

2.4 Generación de RCD y problemática ambiental

Los desechos de la construcción y la demolición, los llamados BDR, son generadores de efectos significativos sobre los terrenos, los ecosistemas, la contaminación de los suelos y las aguas subterráneas, o incluso las emisiones que producen un aumento del CO₂, aumentando así el cambio climático. Para comprender que conociendo las deficiencias de la eliminación de los desechos impacta en gran medida la salud ambiental, lo que lleva a la necesidad de implementar estrategias para la reducción y reciclado de las mismas. A continuación, se presenta un resumen de los principales aspectos de los efectos ambientales de los Fondos de Desarrollo de Capacidades Renovables:

Los residuos de la construcción tienden a presentar compuestos peligrosos como el plomo, mercurio y múltiples toxinas aplicadas que contaminan la tierra y las aguas subterráneas en el caso de una eliminación inadecuada, puede impactar la pureza del suelo y agua, la salvaguarda de los ambientes marinos y terrestres.

Las emisiones de gases de efecto invernadero se producen cuando desechos de la construcción que se encuentran en vertederos liberan metano y otras especies de CO₂ a la

atmósfera, un factor que añade al calentamiento global y en los vertederos, la degradación anaeróbica de los materiales orgánicos produce grandes cantidades de metano, un gas de efecto invernadero mucho más potente que el dióxido de carbono.

La eliminación del hábitat a consecuencia de la expansión de espacios urbanos y del desarrollo de infraestructuras puede acarrear una reducción de la biodiversidad, dado que la mayoría de los hábitats típicos suelen irse a pique debido a la aparición de estos trabajos de urbanización, dichas actividades pueden, por otro lado, provocar daños sustanciales en los ecosistemas de la vegetación y de los animales que lo habitan, lo que puede afectar a funciones ecológicas esenciales como la polinización, la regulación de la temperatura, la regulación del etcétera.

La extracción de materias primas como la madera, el cemento, el hierro y varios minerales que se usan de forma común en las obras de construcción también puede afectar de forma importante el entorno de la naturaleza, cuando existe una tendencia natural en el uso de estos materiales puede tener como resultado la destrucción de los ecosistemas, la reducción en la diversidad de especies y la intensificación de la competencia por las áreas habitables.

La contaminación producida por las demoliciones y por las construcciones genera una emisión de sustancias nocivas como polvo o pequeñas partículas suspendidas en el aire (entre todos los efluentes producidos) y gases a la atmósfera que podrían amenazar la pureza del aire e incluso amenazar la salud pública, las emisiones pueden provenir de los equipos que se usan in situ o en el transporte de materiales mediante vehículos y de los procedimientos operacionales en las actividades de obra (Reciclamás, 2024).

2.5 Beneficios ambientales y económicos en la gestión de los RCD

La adecuada gestión aporta ventajas tanto ambientales como económicas. Por un lado, disminuyen los efectos negativos derivados de la acumulación de escombros en vertederos y, por otro, permiten un uso más eficiente de las materias primas al reducir la extracción de nuevos recursos. Desde nuestra experiencia, hemos comprobado que los proyectos que implementan estas prácticas consiguen reducir de manera significativa sus costos operativos y fortalecer su competitividad (Econinertes, 2026).

Tabla 2

Ventajas ambientales y económicas de los RCD

ASPECTO	BENEFICIOS
Medioambiental	Disminución de vertederos y contaminación
Económico	Reducción de costes y generación de materiales reutilizables
Social	Conciencia y responsabilidad ambiental
Tecnológico	Incorporación de sistemas avanzados de seguimiento y análisis

Fuentes: Econinertes (2026)

2.6 Reciclaje y aprovechamiento de RCD en ingeniería vial

El pavimento es un conjunto de capas estructurales conformada por diferentes materiales que deben cumplir unas condiciones de calidad y responder a las solicitudes impuestas por el tránsito. Sin embargo, uno de los retos a los que recientemente se ha tenido que enfrentar la ingeniería de carreteras es al uso de materiales reciclados, no sólo por la disminución de la huella de carbono, sino también por la reducción de costos de explotación, producción y transporte. En este sentido, es necesario estudiar la calidad y respuesta estructural de materiales como los

Residuos de Construcción y demolición (RCD), para su utilización en vías, garantizando un buen desempeño del pavimento sin sacrificar su vida útil (Figueroa & Ramírez, 2024).

El reciclaje de (RCD) consiste en su procesamiento mediante trituración, clasificación y cribado, con el fin de obtener agregados reciclados aptos para usos en la construcción. En ingeniería vial, estos materiales han sido utilizados en: Rellenos estructurales, capas de mejoramiento de subrasante, capas de subbase y base granular.

Diversos estudios han demostrado que los agregados reciclados pueden cumplir con los requisitos técnicos para vías de bajo volumen de tránsito, siempre que se realice un adecuado control de calidad.

2.7 Materiales granulares tradicionales para base y subbase

Los materiales comúnmente utilizados para la conformación de base y subbase son gravas, arenas y mezclas naturales provenientes de canteras o depósitos aluviales.

Estos materiales deben cumplir con requisitos técnicos relacionados con:

Granulometría, límites de Atterberg, índice de soporte California (CBR), resistencia al desgaste (Los Ángeles), durabilidad y estabilidad volumétrica.

Subbases

- clase 1 (0-38, 1 mm)
- clase 2 (0-50, 4 mm)
- clase 3 (0-76, 2 mm)
- clase 3 cribada (0-76, 2 mm)

Características:

Los agregados que se empleen deberán tener:

Coeficiente de desgaste de 28, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles.

La porción que pasa el tamiz N°40 es no plástico.

La capacidad de soporte corresponderá a un CBR mayor del 30.

Granulometría.

Ventajas

Peso exacto

Libre de impurezas

Disponibilidad de producto

Calidad inigualable

Cumple especificaciones Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP)

Aplicaciones

Bases y sub bases de carreteras

Firmes de aglomerados asfálticos

Material de mejoramiento

Usos

Se usa para la construcción de diferentes tipos de pavimentos como capa en la instalación de pavimentos asfálticos y pavimentos de concreto.

Se utiliza para mejoramiento de vías secundarias y terciarias.

En ocasiones se utiliza para relleno de construcciones de box culvert y alcantarillas, además de ser material de soporte de sardineles y bordillos (Holcim, 2026).

Tabla 3

Datos técnicos – Planta Loma Alta

	CLASE 1 (0-38,1MM)	CLASE 3 (0-76.2MM)
Densidad máxima seca (kg/m ³)	2311	2320
Humedad optima %	6,98	6,225
CBR %	40	74
Masa Unitaria Suelta (kg/m ³)	1804	1732

Masa Unitaria Compactada Kg/m ³)	1961	1899
Límite líquido	18	NP
Límite de Plasticidad	12	NP
Índice de Plasticidad	6	NP
Abrasión (%)	15	18

Fuente: Holcim (2026)

La explotación intensiva de canteras genera impactos ambientales significativos, como degradación del paisaje, contaminación del suelo y agotamiento de recursos naturales, lo que ha motivado la búsqueda de materiales alternativos y sostenibles.

2.8 Factibilidad técnica del uso de RCD

Tras la revisión de la información brindada por los estudios realizados a los RCD, utilizados como material constructivo en las diferentes partes de la estructura de una carretera, se evidencia que las características de estos materiales (como la deformación, módulo resiliente y compactación) son aceptables; su comportamiento mecánico se asemeja al de los agregados naturales utilizados convencionalmente. Además, no presentan variaciones considerables que puedan afectar negativamente el comportamiento de los materiales en la estructura, tras ser sometidos a las cargas y condiciones esperadas.

Con base en los informes y resultados revisados, en la construcción de subbase y base de una vía secundaria o terciaria (que presente bajo tráfico vehicular), se recomienda utilizar el 50% de material granular y 50% de residuos de construcción; los residuos deben ser de concreto, mortero, agregado fino y agregado grueso. Asimismo, debe estar libre de materiales como la madera, plástico, acero, papel, aceites, entre otros; la presencia de estos puede afectar el comportamiento de los agregados reciclados, al ser sometidos a cargas vehiculares o a la presencia de la humedad (Uribe y otros, 2022).

2.9 Factibilidad económica del uso de RCD

Así, los productos de construcción del futuro requerirán la extracción de una menor cantidad de recursos y generarán menos contaminación y menos residuos, por lo que la edificación se posicionará como eslabón clave en la lucha contra el cambio climático. Pablo Pérez asegura que la principal barrera es la “costumbre”, así como la falta de regulación. “En numerosas obras se siguen mezclando todos los residuos en un mismo contenedor, lo que dificulta su reciclaje, aludiendo a la falta de espacio o tiempo. Para cambiar estas malas prácticas únicamente es necesario tener voluntad, o un marco normativo adecuado para imponer las obligaciones en caso de falta de esa voluntad. Para los RCD es de aplicación la misma normativa que para cualquier otro residuo, lo que implica la aplicación de criterios de prevención y reutilización y la obligación de su entrega a un gestor autorizado en las plantas de reciclaje correspondientes” (Ruíz, 2021).

2.10 Factibilidad ambiental del uso de RCD

Sin lugar a dudas los RCD son factibles siempre y cuando su uso sea tratado de una manera correcta.

Con una gestión eficiente de los RCD en el sector de la construcción se logra reducir la extracción de los áridos, y el medio ambiente es el que mas gana. Además, menos emisiones menso consumo de energía.

En el aspecto financiero, se beneficia gracias a la reducción de costos de transporte y tasas en los vertederos. Y de hecho todo el personal que se dedica a esto gana, ya que una buena gestión de los RCD mejora las condiciones de trabajado en la obra y los riesgos sanitarios se reducen (Loxam, 2025).

2.11 Infraestructura vial y desarrollo territorial

La infraestructura vial es un elemento crucial para el desarrollo económico y social de un país ya que permite la movilización de personas, bienes y servicios. No obstante, la construcción y mantenimiento de estas vías requiere una inversión significativa, así como una planificación adecuada si se quiere garantizar su sostenibilidad a largo plazo y que esta no se quede solo en el corto plazo, donde se celebran los logros obtenidos, pero en cuestión de meses a la vía le urgen nuevas adecuaciones (Tobar, 2024).

2.12 Clasificación de las vías según su jerarquía

Determinada según la necesidad operacional de la carretera o de los intereses de la nación en sus diferentes niveles:

Primarias. - Son troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país. Las carreteras consideradas como Primarias deben funcionar pavimentadas. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto.

Secundarias. - Son vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria. Las carreteras consideradas como Secundarias pueden funcionar pavimentadas.

Terciarias. - Son vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias (SITca, 2021).

Las vías de tercer orden suelen construirse con capas granulares simples, como base y subbase, utilizando materiales locales, lo que las convierte en candidatas idóneas para

la incorporación de materiales alternativos como los residuos de construcción y demolición (RCD).

2.13 Estructura del pavimento en vías de bajo volumen de tránsito

En vías de tercer orden, la estructura típica incluye: Subrasante: suelo natural compactado que soporta la estructura del pavimento. Subbase: capa granular que mejora la capacidad portante y drenaje. Base: capa estructural principal que distribuye las cargas. Capa de rodadura (en algunos casos): afirmado o tratamiento superficial.

Los tipos de estructura considerados son:

Se utilizan estructuras para la capa de rodado asfáltica del tipo capa de protección (sellos) o capas asfálticas de bajo espesor.

Se diseña principalmente utilizando estructuras granulares, pero se incluyen estructuras con bases estabilizadas con asfalto o subbases cementadas.

Para las estructuras con bases granulares, se presentan dos combinaciones de espesores de capa de modo de poder balancear la producción de agregados y/o optimizar los costos según la disponibilidad de materiales (Thenoux y otros, 2002).

2.14 Estado actual de las vías en Portoviejo

En las áreas rurales del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, los caminos de tercer orden son esenciales para garantizar la conectividad y promover el desarrollo socioeconómico de las comunidades. No obstante, estas vías presentan con frecuencia deficiencias en su diseño, ejecución y mantenimiento, lo que repercute de manera negativa en la movilidad y en las condiciones de vida de la población local. A pesar de los recursos destinados a la infraestructura vial, continúan existiendo limitaciones en la gestión adecuada y sostenible de estos proyectos.

En este contexto, resulta imprescindible identificar los factores clave que aseguren el éxito en la construcción de caminos de tercer orden, con el propósito de optimizar su

desempeño, prolongar su vida útil y fortalecer el desarrollo integral de las zonas rurales (Cordero M. , 2023).

2.15 Marco Legal y Normativo para regular de la RCD

2.15.1 Normativa aplicable a los (RCD) en el Ecuador

Respecto a las normas y leyes entorno a los RCD, no existe en la Constitución una mención explícita de los mismo. Pero si se hace referencia a que el Estado Ecuatoriano debe garantizar a la población para que viva en un ambiente sano y equilibrado.

2.15.2 La Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la Republica del Ecuador en su Título II, sobre los Derechos Capítulo primero de la Sección segunda hace referencia a vivir en un Ambiente sano.

Su **Art. 14**, señala que el estado ecuatoriano debe garantizar a sus habitantes vivir en un ambiente sano. Además, es deber preservar al ambiente, no hacer daño al ecosistema y recuperar los espacios degradados.

En este mismo tema en el **Art. 264**, literal 4, se destaca que los gobiernos municipales deberán hacer uso adecuado de los derechos sólidos, así como lo determina la ley (Constitución de la República del Ecuador [CRE], 2021).

2.15.3 Ley de Gestión Ambiental

En el Ecuador existe una ley para la aplicación de la Economía Circular Inclusiva en la Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), que busca regular y trabajar en la gestión ambiental responsable. Dicho Instructivo se encuentra publicado en el Registro Oficial No. 10 del 1 de abril de 2025, del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (Ojeda, 2025).

Tabla 4

Responsabilidades por Actor

Actor	Responsabilidades principales
Generadores de RCD	Planificar, segregar, aprovechar y reportar residuos. Deben usar sitios autorizados y contratar gestores habilitados.
Recicladores de base	Recolectar fracciones aprovechables, validar entregas y garantizar trazabilidad y condiciones de seguridad ocupacional.
Gestores de RCD	Contar con permiso ambiental y realizar procesos de valorización sostenible.
GAD Municipales/Metropolitanos	Establecer escombreras autorizadas, adecuar ordenanzas locales, desarrollar campañas educativas y ejercer control.
Autoridad Ambiental Nacional	Emitir políticas, autorizaciones, coordinar la sistematización de datos y fomentar la innovación tecnológica en gestión de residuos

Fuente: Ojeda (2025)

2.15.4 Ley Orgánica de Economía circular inclusiva

Esta ley hace insistencia en el objeto, ámbito, principios y objetivos

El Artículo 3 de los principios señala.

Que quien contamina tiene derecho a regular esa actividad de manera que eso no tenga mayor repercusión en el futuro. Incluir una participación activa de quienes se dedican a reciclar. Además, es necesario jerarquizar el manejo de los residuos, así como eficiencia en la practica de esta actividad, con una participación activa de la comunidad, y quienes están involucrados en actividades con residuos sólidos [...] (Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva [LOECI] , 2021)

2.15.5. Ordenanza que regula la gestión ambiental GAD Portoviejo

ORDENANZA REFORMATORIA AL CÓDIGO MUNICIPAL LIBRO 5

COMPONENTE AMBIENTAL, QUE INCORPORA EL TÍTULO INNUMERADO
“DE LA PROTECCIÓN, CONSERVACIÓN, USO Y MANEJO DEL ARBOLADO
URBANO E INFRAESTRUCTURA EN EL CANTÓN PORTOVIEJO”

El Código Municipal del Cantón Portoviejo es un cuerpo normativo estructurado en varios libros que regula las competencias exclusivas del GAD Municipal, abarcando turismo, ambiente, uso de suelo y tributación. Reformas recientes (2023) incluyen regulaciones ambientales y del arbolado urbano, así como ordenanzas de funcionamiento (vlex, 2023).

2.15.6 Ordenanzas NEVI-12

La Norma Ecuatoriana Vial, NEVI-12 que constituye un documento normativo técnico aplicable al desarrollo de la infraestructura vial y del transporte en el Ecuador bajo los principios de equidad o trato nacional, equivalencia, participación, excelencia, información, sostenibilidad ambiental y competitividad sistemática.

En esta normativa se establecen las políticas, criterios, procedimientos y metodologías que se deben cumplir en los proyectos viales para factibilizar los estudios de planificación, diseño y evaluación de los proyectos viales, así como para asegurar la calidad y durabilidad de las vías, mitigar el impacto ambiental y optimizar el mantenimiento del tráfico en las fases de contratación, construcción y puesta en servicio (MTOP, 2013).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

A través del análisis de contenido se identifican, clasifican e interpretan criterios técnicos, económicos y ambientales reportados en la literatura especializada, permitiendo evaluar la factibilidad de aplicación de los RCD en el contexto del cantón Portoviejo. Este enfoque metodológico posibilita la síntesis crítica del conocimiento existente y la generación de conclusiones sustentadas en evidencia documental.

3.1 Enfoque de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, ya que se orienta al análisis, interpretación y comprensión de información técnica, normativa y científica relacionada con el uso de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en la conformación de capas de base y subbase para vías de tercer orden, sin recurrir a mediciones experimentales de campo o laboratorio. Este enfoque permitió examinar de manera crítica los antecedentes, experiencias, criterios técnicos y normativos existentes, con el fin de evaluar la factibilidad de su aplicación en el contexto local del cantón Portoviejo.

3.2 Tipo de investigación

El estudio correspondió a una investigación de carácter documental, descriptivo, cuyas características se detallan a continuación:

Investigación documental. - porque se basó en la recopilación, revisión y análisis de información secundaria proveniente de fuentes bibliográficas, científicas y normativas, tales como libros, artículos científicos, tesis, informes técnicos y documentos institucionales relacionados con el tema de estudio.

La investigación documental consiste en un proceso ordenado que involucra recolectar, clasificar y examinar documentos e información relevantes para luego desarrollar un tema

específico. Este tipo de investigación a su vez contiene fuentes que pueden ser primarias y secundarias (Cotrina, 2025).

La investigación descriptiva. – es aquella que se dedica a investigar determinado fenómeno de una manera detallada. Entre sus características están: Existe muchos detalles del fenómeno estudiado, hay una importante observación dentro de la investigación que se estudia, hay datos cualitativos como cuantitativos. Asimismo, luego de la investigación exhaustiva se analizan los datos etc. (Vizcaíno y otros, 2024)

3.3 Método de investigación

El método principal utilizado fue el Análisis de Contenido cualitativo, el cual permitió examinar de manera sistemática la información recopilada, identificando conceptos, categorías, criterios técnicos y enfoques relevantes relacionados con el objeto de estudio.

El análisis de contenido es un método que permite analizar y comprender una cantidad de contenido seleccionado con la intención de luego transformarlos en datos que enriquecen nuestro texto y ayudan al conocimiento (QuestionPro, 2026)

Tabla 5

Operacionalización de las variables de los RCD

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica
Uso de RCD	Técnica	CBR, granulometría	Análisis documental
Uso de RCD	Económica	Costos	Revisión bibliográfica
Uso de RCD	Ambiental	Impacto ambiental	Análisis comparativo
Factibilidad	Técnica	Cumplimiento MTOP	Comparación normativa
Factibilidad	Económica	Reducción de costos	Análisis documental

Factibilidad	Ambiental	Reducción impactos	Revisión documental
---------------------	-----------	--------------------	---------------------

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Alcance de la investigación

El estudio tuvo un alcance descriptivo y analítico, limitado a la evaluación de la factibilidad del uso de RCD en capas de base y subbase para vías de tercer orden, sin incluir análisis estructurales detallados ni ensayos experimentales.

3.5 Categorías del análisis de la investigación

El análisis de contenido se estructuró a partir de las siguientes categorías:

Tipos de RCD utilizados en bases y subbases (hormigón triturado, mampostería, mezclas recicladas).

Propiedades técnicas relevantes (granulometría, resistencia, durabilidad, capacidad portante).

Requisitos normativos para vías de tercer orden.

Ventajas técnicas, económicas y ambientales del uso de RCD.

Limitaciones y riesgos asociados a su aplicación.

Experiencias previas de aplicación en contextos similares.

Condiciones viales del cantón Portoviejo.

3.6 Técnicas de investigación utilizadas

La técnica empleada para la recolección de información fue la revisión documental, la cual consistió en la búsqueda, selección y análisis de fuentes secundarias pertinentes al tema de investigación.

Esta técnica permitió recopilar información actualizada y confiable proveniente de bases de datos académicas, repositorios institucionales y normativas técnicas vigentes, garantizando la validez y pertinencia de la información analizada.

Como parte de las técnicas de investigación se considera el trabajo realizado en la observación mediante la visita a los lugares en donde se encuentran los residuos de construcción y los lugares en donde se deposita los residuos de escombros y material de construcción.

Además, se hizo la revisión de literatura concerniente al tema estudiado sobre residuos de construcción y demolición y las experiencias que se han obtenido en otros lugares en donde los RCD, son utilizados para el mejoramiento de vías de tercer orden.

La técnica principal utilizada fue la revisión documental de literatura:

Se realizó búsqueda de revistas científicas (Scopus, Google Scholar, Redalyc, SciELO).

Consulta de normas y especificaciones técnicas, tales como:

Normativa ecuatoriana vigente (MTOP, INEN).

Especificaciones internacionales (AASHTO, ASTM, experiencias latinoamericanas).

Revisión de tesis, informes técnicos y estudios de caso relacionados con el uso de RCD en infraestructura vial.

3.7 Procedimientos de la investigación

El desarrollo metodológico se llevó a cabo en las siguientes fases:

Delimitación del tema y contexto de estudio, considerando las características de las vías de tercer orden del cantón Portoviejo.

Investigación y recopilación de información documental relevante sobre RCD.

Clasificación y selección de fuentes, escogiendo cuales hacen referencia al tema y pueden sostener la investigación.

Estudio del análisis de contenido, a través de lectura crítica para luego poder seleccionar la información investigada.

Interpretación de resultados, para conocer la factibilidad técnica, ambiental y normativa del uso de los RCD.

3.8 Consideraciones éticas

Para la investigación se respetó los principios éticos en lo que respecta a investigación documental, de manera que se garantiza el uso adecuado de las fuentes consultadas.

CAPITULO IV.

RESULTADOS

4.1 Análisis e interpretación de los resultados

A partir del análisis de resultados obtenidos en trabajos documentales previamente realizados, de observación. se concluye que. Los Residuos de Construcción y Demolición RCD, pueden ser utilizados de manera viable en la conformación de base y subbase para vías de tercer orden, constituyéndose en una solución técnica y ambientalmente responsable para el cantón Portoviejo,

Las entrevistas realizadas a técnicos en la materia, se destaca la importancia de que los municipios a nivel país, y de manera especial en la ciudad de Portoviejo establezcan ordenanzas, centros de acopio y control ambiental. Las constructoras deben clasificar los residuos, tratarlos adecuadamente e incorporarlos en obras viales de bajo tránsito.

4.1.1. Análisis de factibilidad técnica

La literatura examinada indica que los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) procesados alcanzan valores adecuados para subbases y, en algunos casos, para bases en vías de bajo tránsito, siempre que se realice una adecuada selección y trituración.

Para el profesional Miguel Ángel, ingeniero civil considera que “No todos los residuos de construcción y demolición son aptos. En nuestro medio, aun no se cuenta con la tecnología necesaria para poder procesar Hormigones simples o armados, como es el caso del hormigón asfáltico donde ya existen maquinas especializadas para la recuperación de ese tipo de materiales, para su posterior uso”.

Por otro lado, el Arq. Sanchez de Nomadic, reflexiona que “son aptos los RCD de origen mineral como concreto, bloque y ladrillo. Sí, es necesario un proceso de trituración y clasificación para obtener una granulometría adecuada y garantizar resistencia y estabilidad.

Y el problema puntual de los RCD, en Portoviejo, es que no reciben un proceso adecuado de tratamiento, en su mayoría estos residuos sólidos van a parar al vertedero sin mayor control. Un proceso adecuado de los RCD, evitaría reducir la contaminación y permitiría que las vías de tercer orden de la ciudad puedan ser atendidas y habitadas.

A continuación, se aprecia en la figura uno, como los residuos sólidos son tratados a nivel de la mayoría de los Municipios del Ecuador. Si bien la ciudad de Quito es la pionera en tratar este tipo de residuos, aun es poco lo que se ha avanzado en el Ecuador.

4.1.2 Análisis de factibilidad económica

A lo largo de la revisión literaria se pudo evidenciar que diversos estudios reportan reducciones de costos entre el 20 % y 40 %, principalmente por la disminución del uso de materiales vírgenes y menores distancias de transporte.

4.1.3 Análisis de factibilidad ambiental

El uso de RCD contribuye a la reducción de botaderos ilegales, disminuye la explotación de canteras y reduce la huella de carbono del sector vial.

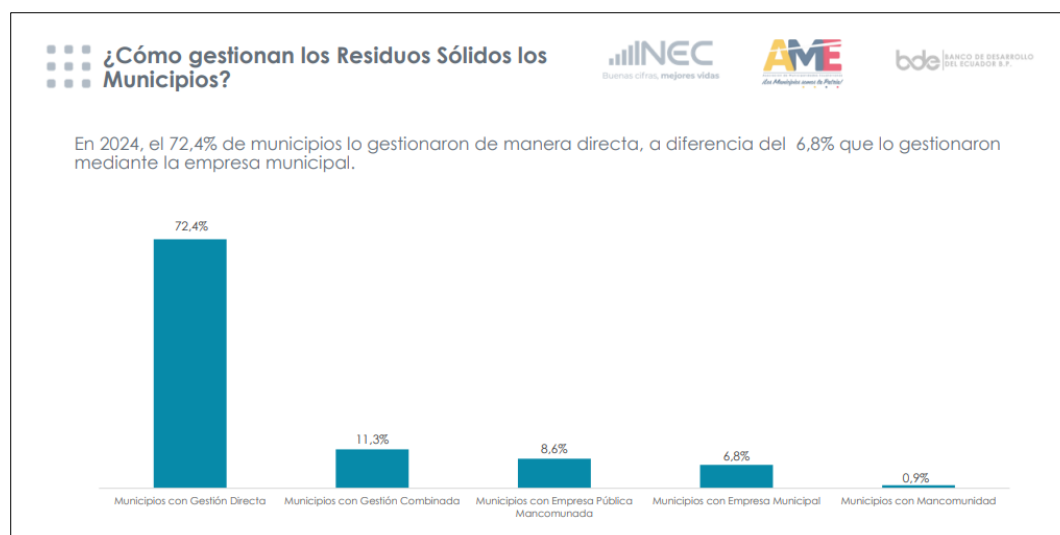
Actualmente, en el país, los RCD son comúnmente depositados en escombreras o botaderos informales, lo que genera contaminación en quebradas, suelos y otros ecosistemas. En la capital, se generan alrededor de 6.000 m³ diarios de residuos de este tipo, de los cuales se estima que un 36 % puede ser aprovechado de manera técnica y ambientalmente responsable (EMGIRS, 2024).

4.1.4 Aplicabilidad al cantón Portoviejo

Considerando la disponibilidad de RCD, la red vial de tercer orden y las condiciones socioeconómicas del cantón, la evidencia documental sugiere una alta viabilidad de implementación.

Figura 1

¿Cómo gestionan los Residuos Sólidos los Municipios?

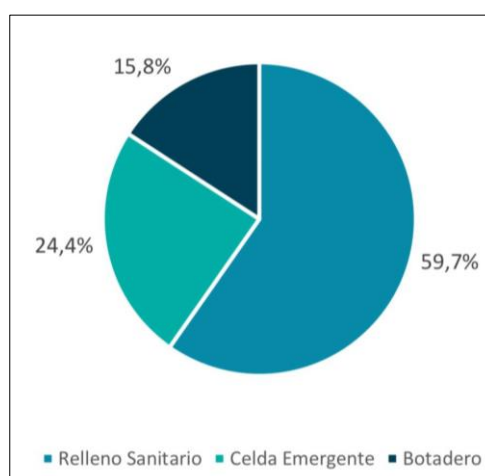


Fuente: INEC (2025).

En 2024, el 72,4% de municipios gestionaron los residuos sólidos de manera directa, a diferencia del 6,8% que lo gestionaron mediante la empresa municipal.

Figura 2

Disposición final de los residuos sólidos

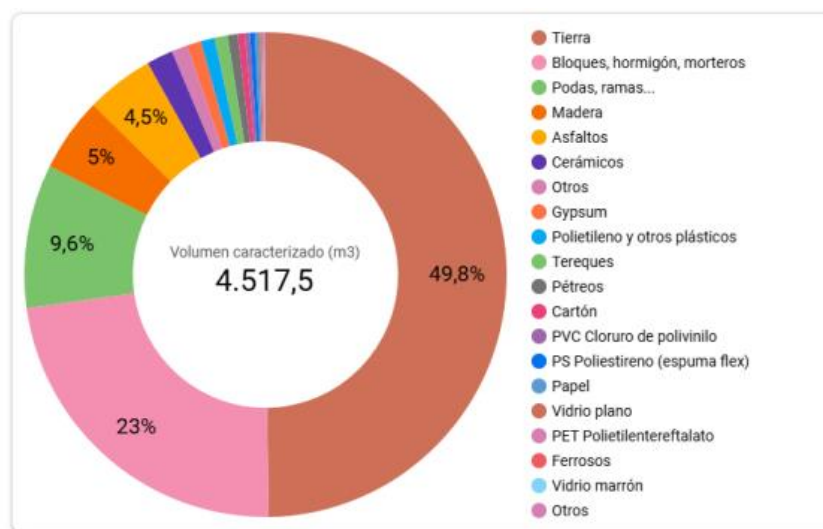


Fuente: AME-INEC-BDE. Registro de Gestión de Residuos Sólidos (2024).

En el 2024, según información declarada por los GADM, 132 municipios que representan el 59,7 % disponen los residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios, el 24,4 % en celdas emergentes y el 15,8 % en botaderos.

Figura 3

Caracterización de escombros Escombrera El Troje



Fuente: EMGIRS (2025).

La Empresa Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS-EP) actualmente, administra y gestiona las escombreras autorizadas para la disposición final de escombros: en las que se encuentran: Escombrera El Troje, Escombrera Oyacoto, Escombrera E35 y Escombrera San Antonio.

El suelo es el material que más concentra el 49.8% del volumen total, es razonable pensar que la alta proporción de material que ingresan proviene de excavaciones y movimientos de tierra que se producen en obras de construcción.

Los materiales como bloques, hormigón y morteros representan, en tanto, el 23.0% que, así mismo, es un claro indicador de que gran parte del material está asociado a una parte del material que proviene de demoliciones o remodelaciones de edificaciones.

La cantidad de desperdicios verdes, entre podas y ramas, es muy significativa, ya que permite inferir que los vertederos también están aceptando residuos de la conservación de espacios verdes en áreas urbanas.

La madera (5.0%): Puede ser tratada y reciclada para producir tableros aglomerados o para biomasa de energía.

Asfaltos (4,5%): Tienen una alta capacidad de ser recuperados para su uso en mezclas asfálticas recuperadas en las obras viales.

Cerámicos (1,8%): Pueden ser procesados para producir áridos reciclados a destinar en obra.

Metales ferrosos y no ferrosos (0,1%): Con un volumen muy pequeño, se presentan con posibilidades de su recuperación y su transporte a la industria de reciclaje de metales.

Plásticos (polietileno, PVC, PET, poliestireno, tereques: 2,4%): Son materiales reciclables, a pesar de ser de escasa aparición en los RCD.

Vidrios (plano, marrón, verde y transparente: 0,3%): Su escasa comparación indica que la mayor parte del vidrio que es generado en la construcción no llega a la escombrera o es oportunamente segregado (EMGIRS,2025).

Tabla 6*Clasificación de desechos sólidos según colores*

Tipos de residuos	Color de recipiente	Descripción
Orgánico /reciclable		Origen biológico, restos de comida, cascaras de fruta
Desechos		Materiales no aprovechables: pañales, papel higiénico, servilletas usadas, envases con restos de comida
Plástico/envases multicapa		Plástico susceptible de aprovechamiento, botellas vacías y limpias de plástico, fundas de plástico.
Peligrosos		Residuos con una o varias características citadas en el código CRETIB.
Vidrio/ metales		Botellas de vidrios vacías limpias y secas.
Papel/ cartón		Papel limpio en buenas condiciones
Especiales		Escombros, neumáticos, muebles, electrónicos

Fuente: Proquimec (2025)

Según la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 2841 establece los colores para los recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos con la finalidad de fomentar la separación correcta de residuos y la recolección selectiva.

Las medidas de minimización de residuos pueden y deben ser aplicadas por todos, desde los gobiernos hasta los hogares. Todos compartimos la responsabilidad de reducir los desechos como camino hacia el desarrollo sostenible, además, las ventajas de reducir la generación de desechos no van solo desde el punto de vista ambiental, sino también en la reducción de costos, mejora de eficacia e imagen institucional.

ENTREVISTAS

Arq. Fernando Sánchez Pincay
Gerente de NOMADIC
@nomadic.arq

1. ¿Cuál es la situación actual de los RCD en la ciudad de Portoviejo?

Actualmente en Portoviejo se generan grandes cantidades de RCD por obras y demoliciones, pero su manejo no es el adecuado. La mayoría se deposita en botaderos informales o se reutiliza sin control técnico, ya que no existe un sistema formal de tratamiento y aprovechamiento.

2. ¿Qué tipo de RCD son aptos para base y subbase?

Son aptos los RCD de origen mineral como concreto, bloque y ladrillo. Sí, es necesario un proceso de trituración y clasificación para obtener una granulometría adecuada y garantizar resistencia y estabilidad.

3. ¿De qué manera los RCD ayudan al plan de gestión ambiental del cantón?

Contribuye reduciendo la cantidad de residuos, disminuyendo la explotación de canteras y promoviendo una gestión más sostenible de los materiales de construcción.

4. ¿Qué es más económico, el material granular convencional o el RCD tratado técnicamente y qué normativa los regula?

Los RCD tratado puede ser más económico que el material convencional, especialmente por el ahorro en extracción y transporte. En Ecuador su uso está regulado por normativas ambientales y técnicas del MTOP, siempre que cumpla los parámetros exigidos.

5. ¿Cuál debe ser el rol de los municipios y de las empresas constructores frente a los RCD?

El Municipio de Portoviejo y las empresas que se dediquen a la actividad de la construcción, debe aplicar el uso de procesos de residuos sólidos, además de incluir los RCD en proyectos viales (Sánchez, 2026).

ENTREVISTA: Ing. Civil Miguel Ángel

TEMA: Factibilidad del uso de Residuos de construcción y demolición (RCD) en la conformación de base y subbase para vías de tercer orden del cantón Portoviejo.

1. ¿Cuál es la situación actual de los RCD en la ciudad de Portoviejo?

En la ciudad de Portoviejo la construcción aumenta la generación de RCD. Gran parte de estos residuos no se gestiona adecuadamente y termina en el vertedero de la ciudad entre residuos comunes. Aunque existen una que otra acción municipal, se requiere de manera urgente el control, infraestructura y manejo de los residuos sólidos.

2. ¿Qué tipo de RCD son aptos para base y subbase?

No todos los residuos de construcción y demolición son aptos para base y subbase. En la ciudad de Portoviejo, no se cuenta con la tecnología necesaria para poder procesar Hormigones simples o armados, como es el caso del hormigón asfáltico donde ya existen máquinas especializadas para la recuperación y uso de este material.

3. ¿De qué manera los RCD ayudan al plan de gestión ambiental del cantón?

Con el uso de los RCD se reduce la extracción de materiales en cantera, contaminación a gran escala en vertederos, además se reducen costos de producción en los sitios donde será reutilizado el material.

4. ¿Qué es más económico, el material granular convencional o el RCD tratado técnicamente y qué normativa los regula?

Los costos de reutilización del Hormigón Asfáltico para proyectos rurales son muy significativos, ya que se suprime el costo de compra de material pétreo.

El uso de RCD debe regirse por normas del MTOP, MAATE y ordenanzas municipales.

5. ¿Cuál debe ser el rol de los municipios y de las empresas constructores frente a los RCD?

El Municipio debe establecer ordenanzas, centros de acopio y control ambiental. Las constructoras tanto públicas como privadas tiene hoy en día la obligación de encargarse de los desechos que producen, clasificar los residuos y tratarlos adecuadamente.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ✓ A partir del análisis documental realizado, referente al Análisis de factibilidad del uso de Residuos de construcción y demolición (RCD) en la conformación de base y subbase para vías de tercer orden del cantón Portoviejo, se concluye que los RCD, cuando son correctamente seleccionados y procesados, presentan propiedades que cumplen con los requisitos para su uso en capas de subbase y, de manera establecida, en capas de base granular para vías de tercer orden.
- ✓ Según lo investigado, los materiales de piedra que comúnmente se utilizan en las vías pueden ser reemplazadas por los RCD, siempre y cuando tenga un buen proceso técnico.
- ✓ El uso de los RCD permite reducir considerablemente los costos, sobre todo en la adquisición de materiales y el transporte. De manera que esto representa una ventaja en la ciudad de Portoviejo para las vías de tercer orden.
- ✓ Ambientalmente, el uso de los RCD, va a permitir reducir los daños ambientales en los vertederos y extracción de canteras para obtener materiales, además de poder reutilizar los materiales que se generan en la construcción.
- ✓ Considerando los aspectos técnico, económico y ambiental, se concluye que el uso de los RCD puede ser utilizados para base y subbase en las vías de tercer orden de la ciudad de Portoviejo. Esto debe darse cumpliendo las normas establecidas y los controles de calidad.

5.2 Recomendaciones

- ✓ Se recomienda que las autoridades municipales implementar políticas y ordenanzas locales que promuevan la reutilización de residuos de construcción y demolición en obras de infraestructura vial.
- ✓ Es necesario que, en la ciudad de Portoviejo, se pueden implementar plantas de tratamiento de RCD, de manera que estos no vayan a parar al vertedero sin el tratamiento adecuado.
- ✓ Se recomienda aplicar el uso de RCD principalmente en vías de tercer orden y caminos vecinales, de la ciudad de Portoviejo, de manera que esto sea un beneficio de desarrollo para las comunidades.
- ✓ Por último, se recomienda dar capacitación a técnicos y profesionales del campo de la construcción sobre el manejo adecuado y los beneficios del uso de RCD para fomentar prácticas constructivas sostenibles dentro del cantón.

REFERENCIAS

- Asprilla , M., Estacio , L., & Godoy, J. (2024). Aprovechamiento de residuos de construcción y demolición (RCD). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* , VIII(6), 1-10. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15266
- BANCO MUNDIAL. (20 de Septiembre de 2018). <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- CoCircular . (10 de Diciembre de 2024). <https://cocircular.es/blog/clasificacion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion/>
- Constitución de la República del Ecuador. (25 de Enero de 2021). https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Constructivo. (8 de Junio de 2025). <https://constructivo.com/noticia/aplicaciones-practica-de-la-economia-circular-en-la-construccion-1727993300#:~:text=Una%20de%20las%20principales%20aplicaciones%20es%20la,carreteras%2C%20pavimentos%20y%20obras%20de%20ingenier%C3%ADa%20civil>
- CONSTRUYE 2025. (31 de Octubre de 2024). <https://construye2025.cl/tag/aridos-reciclados/>
- Cordero, M. (2023). Evaluación de la percepción comunitaria, gestión y calidad de infraestructuras viales de tercer orden: caso de estudio Portoviejo, Manabí. *VIII*(38), 1-13. <https://doi.org/http://doi.org/10.46652/rgn.v8i38.1308>
- Cordero, M. O. (2024). Factores Críticos para la Sostenibilidad y Funcionalidad de Caminos de Tercer Orden: Caso de Estudio Zona Rural Portoviejo, Manabí. *Religación*, 1-14. <https://revista.religacion.com/index.php/religacion/article/view/1362/1775>
- Cotrina, M. (8 de Marzo de 2025). *Universidad de Cádiz* . [https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/36110/Gu%C3%ADa%20did%C3%A1ctica_Investigaci%C3%B3n%20documental_M%C3%A1ster%20IEDPD.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20documental%20se%20define,conocimiento%20sobre%20un%20determinado%](https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/36110/Gu%C3%ADa%20did%C3%A1ctica_Investigaci%C3%B3n%20documental_M%C3%A1ster%20IEDPD.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20documental%20se%20define,conocimiento%20sobre%20un%20determinado%20)

- Delgado, K. (22 de Enero de 2026). *ecuavisa*. <https://www.ecuavisa.com/ecuador/quito-enfrenta-brecha-reciclaje-economia-circular-reducir-residuos-20260122-0112.html>
- eadic. (13 de Julio de 2022). <https://eadic.com/blog/entrada/huella-de-carbono-ciclo-de-vida-de-la-construccion/#:~:text=Actualmente%20se%20estima%20que%20el,la%20contaminaci%C3%B3n%20de%20las%20aguas.>
- Econinertes. (19 de Enero de 2026). <https://www.ecoinertes.com/707-2/>
- Ekos. (19 de Marzo de 2025). <https://ekosnegocios.com/articulo/emisiones-de-carbono-en-la-construccion-siguen-siendo-un-desafio-global-segun-la-onu>
- El Universo. (31 de Diciembre de 2022). <https://www.eluniverso.com/guayaquil/comunidad/nuevas-reglas-para-el-desecho-de-los-escombros-de-construccion-rigen-en-guayaquil-nota/>
- Empresa Pública de Gestión Integral de Residuos. (Julio 15 de 2024). https://emgirs.gob.ec/web2025/quito-sera-la-sede-del-congreso-de-la-cocal-en-2026/?utm_source=chatgpt.com
- Empresa Pública de Gestión Integral de Residuos. (8 de Diciembre de 2025). <https://emgirs.gob.ec/caracterizacion-de-escombros-2025/#:~:text=CARACTERIZACI%C3%93N%20DE%20ESCOMBROS%202025%20%2D%20EMGIRS%20EP>
- Figuerola, A., & Ramírez, H. (2024). Desempeño de los RCD en vías urbanas. *Ingeniería y Desarrollo, XLII*(2), 1-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.14482/inde.42.02.864.445>
- Figuerola, A., Cifuentes, P., Fonseca, E., Uribe, S., & Molina, L. (2024). *Aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) en ingeniería y arquitectura*. Ediciones UniSalle.
- Franco, J., Cusme, C., & Stay, D. (28 de Agosto de 2023). La gestión integral de residuos de construcción y demolición, un enfoque hacia la sostenibilidad de las ciudades. *IV*(6), 1-24. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n6-004>
- GAD PORTOVIEJO. (11 de Junio de 2024). <https://www.portoviejo.gob.ec/>

- Gestión del Amianto. (4 de Febrero de 2025). https://gestiondelamianto.com/rcd/#%C2%BFCuales_son_los_RCD_aprovechables
- Holcim. (14 de Julio de 2025). <https://bibliotecaholcimecuador.myportfolio.com/lanzamiento-rcd>
- Holcim. (14 de Enero de 2026). <https://www.holcim.com.ec/sites/ecuador/files/docs/ficha-tecnica-agregados-material-granular-subbases.pdf>
- Holcim Colombia. (23 de Octubre de 2025). <https://holcimsoluciones.com/colombia/importancia-agregados-infraestructura-vial>
- INEC. (14 de Diciembre de 2025). https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios/2024/grs/BOLETIN_RESIDUOS_2024.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (14 de Diciembre de 2025). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/gad-municipales/>
- Kadhun , A., Reig, L., & Colomer, F. (2023). Análisis de la producción de residuos de construcción y demolición en Irak. *Servei de Comunicació i Publicacions*, 1(1), 1-8.
- Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva . (6 de Julio de 2021). <https://economiacircular.info/wp-content/uploads/Ley-Orga%CC%81nica-de-Economi%CC%81a-Circular-Inclusiva-RO-488-06-07-2021.pdf>
- LOGYCA. (2022). *Logística inversa de residuos de construcción y demolición (RCD) en Colombia*. Departamento Nacional de Planeación. <https://logyca.com/sites/default/files/documentos-recursos/Informe-Ejecutivo-RCD-DNP.pdf>
- Loxam. (30 de Diciembre de 2025). <https://www.loxamhune.com/residuos-de-construccion-y-demolicion/>
- Mantilla, I. (17 de Julio de 2025). *expreso*. <https://www.expreso.ec/quito/pifo-apuesta-economia-circular-primera-planta-reciclaje-escombros-250095.html>
- Mejía, E., Giraldo, J., & Martínez, L. (2013). Residuos de construcción y demolición Revisión sobre su composición, impactos y gestión. *Revista CINTEX*, 105-130. <https://revistas.pascualbravo.edu.co/index.php/cintex/article/view/52/54>

- Ojeda, G. (2025 de Abril de 2025). *Meythaler & Zambrano*. <https://www.meythalerzambranoabogados.com/post/instructivo-rcd-ecuador-2025>
- Organización de las Naciones Unidas. (23 de enero de 2026). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- Prefectura de Manabí. (4 de Octubre de 2024). <https://www.manabi.gob.ec/>
- Proquimec. (5 de Agosto de 2025). <https://www.proquimec.com/>
- QuestionPro. (5 de Enero de 2026).
- Quito Informa. (20 de Febrero de 2025). <https://www.quitoinforma.gob.ec/2025/02/20/evite-multas-quito-tiene-cuatro-escombreras-autorizadas/>
- Reciclámás. (9 de Abril de 2024). <https://www.reciclamas.com/blog/residuos-de-construccion-y-demolicion-rcd-a-que-hacen-referencia-y-por-que-es-importante-su-gestion/>
- Rincón, C. (14 de Diciembre de 2018). *Revisión del estado de arte, normativo, tecnologico e investigativo en la gestión de los residuos de construcción y demolición*. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/6105>
- Ruíz, V. (26 de Enero de 2021). *Diario UACH*. <https://diario.uach.cl/con-piloto-rcd-uach-marca-tendencia-en-manejo-sustentable-de-residuos-de-la-construccion-y-demolicion/>
- Sabogal, G. (2022). *Gestión técnica para el manejo de residuos de construcción y demolición (RCD) en obra nueva*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/items/629f09cd-8861-4f0b-8d6e-09a74f521416>
- Sánchez, F. (4 de Enero de 2026). Los RCD y su utilización en vías de tercer orden.
- SITCa. (11 de Junio de 2021). <https://www.sitcaglobal.com/blog/nwarticle/106/1/conoce-la-clasificacion-de-una-red-vial#:~:text=La%20jerarqu%C3%ADa%20vial%20es%20uno,a%20propiedades%20residenciales%20o%20comerciales.>
- Suárez, N. (10 de Octubre de 2024). *RETEMA*. <https://www.retema.es/articulos-reportajes/aridos-reciclados-pilar-de-la-construccion-sostenible#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20el%20principal%20reto%20que,del%20sector%20extractivo%20por%20materias%20primas%20secundarias.>

- Thenoux, G., González, A., Halles , F., Barrera , E., & Miranda, J. (5 de Enero de 2002). https://www2.udec.cl/~provia/trabajos_pdf/06ThenouxDise%F1oBajotransito.pdf
- Tobar, C. (2024). Impacto de la Inversión en Infraestructura Vial sobre el Crecimiento Económico del Departamento de Nariño, Colombia. *Ciencia Latina*, VIII(5), 1-22. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13550
- Uribe, S., Riveros, C., & Rojas , L. (2022). Economía circular como estrategia para la construcción de vías en Colombia. Caso de estudio. *Germina*, II(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.52948/germina.v2i2.211>
- Vizcaíno, P., Cedeño, R., & Maldonado, I. (2024). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Internacional*, VII(4), 1-40. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658
- vlex. (8 de Mayo de 2023). <https://vlex.ec/vid/canton-portoviejo-reformatoria-codigo-931158340>
- VLEX. (19 de Septiembre de 2024). <https://vlex.ec/vid/ordenanzas-municipales-canton-portoviejo-1053368361>

ANEXOS

ANEXO: A

Datos técnicos Planta Pifo

	CLASE 1 (0-38, 1 MM)	CLASE 2 (0-50, 4 MM)	CLASE 3 (0-76, 2 MM)	CLASE 3 CRIBADA (0-76, 2 MM)
Abrasión (%)	25,8	24,3	24,5	24,5
Densidad SSS (kg/m³) A. Grueso	2504,7	2477	2488	2488
Absorción (%) A. Grueso	4,5	4,4	3,9	3,9
Densidad SSS (kg/m³) A. Fino	-	-	2551	2551
Absorción (%) A. Fino	-	-	4,1	4,1
Masa Unitaria Suelta (kg/m³)	1,49	1,57	1,5	1,5
Masa Unitaria Compactada (kg/m³)	1,78	1,8	1,44	1,44
Tamiz #200 (%)	6	7	7,8	7,8
Partículas Livianas Arido grueso(%)	0	0	0	0
Partículas Livianas Arido fino(%)	0	0	0	0
Desgaste a los Sulfatos (%)	6	7	7	7
Terrones de arcilla (%) A. Grueso	0,08	0,08	0,084	0,084
Terrones de arcilla (%) A. Fino	0,78	0,78	0,78	0,78
Equivalente de Arena (%)	75	75	75	75
Impurezas Orgánicas	0	0	0	0
Azul de metileno (mg/g)	4,38	4,38	4,38	4,38
Reactividad Alkali Sílice	0,05	0,05	0,05	0,05
Límite Líquido	NP	NP	NP	NP
Índice de Plasticidad	NP	NP	NP	NP
Límite Plástico	NP	NP	NP	NP
CBR (%)	125	89	105	105
Densidad Seca Máxima (g/cm³)	2,077	2,022	1,93	1,93
Humedad Óptima (%)	9,15	6,95	12,07	12,07

Holcim (2026)

ANEXO B:



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

ENTREVISTA: ARQ. FERNANDO SÁNCHEZ
GERENTE DE NOMADIC
@nomadic.arq

TEMA: Factibilidad del uso de Residuos de construcción y demolición (RCD) en la conformación de base y subbase para vías de tercer orden del cantón Portoviejo.

1. ¿Cuál es la situación actual de la generación y disposición final de los RCD en Portoviejo?
2. ¿Qué tipo de RCD son aptos para base y subbase? ¿Es necesario triturarlos?
3. ¿Cómo contribuye el uso de RCD al plan de gestión ambiental del cantón?
4. ¿Cuáles son los costos comparativos entre material granular convencional y RCD tratado?
¿Qué normativa lo regula?
5. ¿Qué acciones deben tomar el Municipio y las constructoras para implementar el uso de RCD?

Fuente: Elaboración propia

ANEXO C

Imagen 1

Escombrera autorizada en la ciudad de Quito para el uso de adecuado de residuos



Fuente: Quito Informa (2025)

Imagen 2

Primera planta del país de reciclaje y aprovechamiento de (RCD)



Fuente: Cortesía Holcim (2025)

Imagen 3

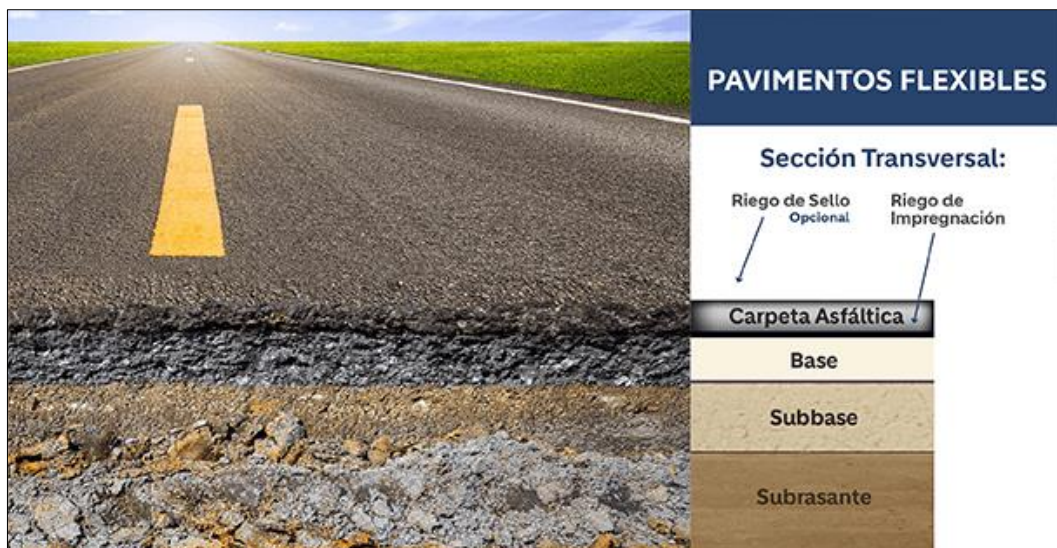
Vertedero Municipal de la ciudad de Portoviejo



Fuentes: GAD PORTOVIEJO (2024)

Imagen 4

Tipos de agregados y sus aplicaciones



Fuente: Holcim Colombia (2025)

Imagen 5

Escombros tras demoliciones



Fuente: El Universo (2022).

Imagen 6

Proceso de trituración manual o mecánica para la obtención del árido reciclado.



Fuente: CONSTRUYE 2025 (2024).

Imagen 7

Estado actual de una vía de tercer orden en la parroquia de Alajuela antes de la intervención con RCD.



Fuente: Foto tomada por el autor

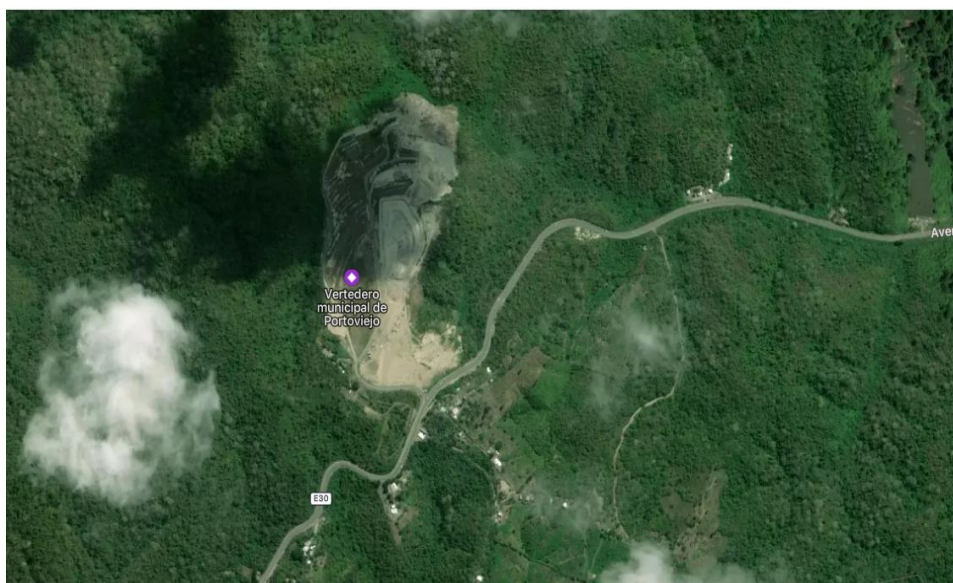
Vía Bijahual Cajones



Fuente: GPM (2024).

ANEXO D

Mapa de ubicación de botaderos y fuentes de RCD



Fuente: Foto tomada por el autor