



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
**METODOLOGÍA IN SITU PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE
RESIDUOS EN LA CALLE LAS ACACIAS, CANTÓN ATACAMES**

AUTOR

Mgs. Gavilanes Espín Guillermo Enrique

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN MODALIDAD DE INFORME
DE INVESTIGACIÓN**

Previo a la obtención del grado académico en
**MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

TUTOR

PhD. Cornejo Martínez Mauricio

La Libertad, Ecuador

Año 2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Validar únicamente en Firma@C.
Firmado electrónicamente por:
**ROXANA DEL CARMEN
ALVAREZ ACOSTA**

**PhD Roxana Álvarez Acosta
COORDINADORA (E) DEL
PROGRAMA**



Validar únicamente en Firma@C.
Firmado electrónicamente por:
**MAURICIO HERIBERTO
CORNEJO MARTINEZ**

**PhD. Cornejo Martínez Mauricio
TUTOR**



Validar únicamente en Firma@C.
Firmado electrónicamente por:
**LUIS FELIPE
CONTRERAS VASQUEZ**

**PhD. Contreras Vasquez Luis
DOCENTE ESPECIALISTA**



Validar únicamente en Firma@C.
Firmado electrónicamente por:
**BOLIVAR EDUARDO
PAREDES BELTRAN**

**PhD. Paredes Beltrán Bolívar
DOCENTE ESPECIALISTA**



Validar únicamente en Firma@C.
Firmado electrónicamente por:
**MARIA MARGARITA
RIVERA GONZALEZ**

**Ab. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por el MGS. GUILLERMO ENRIQUE GAVILANES ESPÍN, como requerimiento para la obtención del título de Magister en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción.

TUTOR



Validar únicamente en FirmaSC.
Firmado electrónicamente por:
**MAURICIO HERIBERTO
CORNEJO MARTINEZ**

PhD. Cornejo Martínez Mauricio

28 días del mes de agosto del año 2026



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, GUILLERMO ENRIQUE GAVILANES ESPÍN

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación “METODOLOGÍA IN SITU PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS EN LA CALLE LAS ACACIAS, CANTÓN ATACAMES”, previo a la obtención del título de Magíster en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cutas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 28 días del mes de agosto del año 2026

EL AUTOR



Validar únicamente en FirmaBC.
Firmado electrónicamente por:
**GUILLERMO ENRIQUE
GAVILANES ESPÍN**

Mgs. Guillermo Enrique Gavilanes Espín



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado METODOLOGÍA IN SITU PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS EN LA CALLE LAS ACACIAS, CANTÓN ATACAMES, presentado por el estudiante, MGS. GUILLERMO ENRIQUE GAVILANES ESPÍN fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 7%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



Certificado de análisis
Compilatio Magister+ | UPSE-ECU

TESIS_ GUILLERMO GAVILANES _ MAESTRIA INGENIERIA CIVIL_ 24_08_2026
ID : 454d8eef7f71b76fbf2f3f5315ec383abd76f4ac



7%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : TESIS_ GUILLERMO GAVILANES _ MAESTRIA
INGENIERIA CIVIL_ 24_08_2026.txt
Tamaño del archivo original : 16,16 MB
Número de palabras : 29.943

Depositante : MAURICIO HERIBERTO CORNEJO MARTINEZ
Fecha de depósito : 25 de agosto de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 25 de agosto de 2026

TUTOR



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**MAURICIO HERIBERTO
CORNEJO MARTINEZ**

PhD. Cornejo Martínez Mauricio



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, GUILLERMO ENRIQUE GAVILANES ESPÍN

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

La Libertad, a los 28 días del mes de agosto del año 2026

EL AUTOR



Mgs. Guillermo Enrique Gavilanes Espín

DEDICATORIA

A mi hijo, Guillermo Enrique Gavilanes Olivo, quien representa la esencia de mi camino. Quiero enseñarte con mi ejemplo que nunca dejamos de aprender, que el conocimiento siempre suma y que cada esfuerzo por superarnos vale la pena.

Guillermo Gavilanes Espín

AGRADECIMIENTO

A mi esposa, María José Olivo Bermeo, por caminar a mi lado durante este proceso y, especialmente, por esa paciencia que tantas veces se tradujo en apoyo, comprensión y fortaleza.

A mis padres, Guillermo y Sarita, por estar siempre presentes, por creer en mí y respaldarme en cada etapa de mi vida. A mi hermano, Sebastián Gavilanes Espín, quien, aunque ya no pueda acompañarme físicamente, sigue presente en mi vida y en cada recuerdo que compartimos.

A mi director de tesis Ph.D. Mauricio Cornejo Martínez agradezco profundamente su conocimiento y compromiso, que hicieron posible llevar este trabajo de investigación a una conclusión exitosa.

Guillermo Gavilanes Espín

ÍNDICE GENERAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO.....	V
AUTORIZACIÓN	VI
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE TABLA.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURA	XV
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.2 ANTECEDENTES	7
1.3 HIPÓTESIS	9
1.3.1 Hipótesis General.	9
1.3.2 Hipótesis Específicas.	10
1.4 OBJETIVOS.....	10
1.4.1 Objetivo General	10
1.4.2 Objetivos Específicos.....	10
1.5 ALCANCE	11

1.6	VARIABLES.....	11
1.6.1	Variables Independientes	11
1.6.2	Variables Dependientes.....	12
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO		13
2.1	RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD).....	13
2.1.1	Concepto de Residuos de Construcción y Demolición	13
2.1.2	Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición	14
2.1.3	Fuentes Generadoras de Residuos de Construcción y Demolición en obras viales.....	15
2.2	IMPORTANCIA DE LA SOSTENIBILIDAD.....	16
2.2.1	Sostenibilidad.....	16
2.2.2	Importancia de la Sostenibilidad.....	17
2.3	ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA A LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN DE DEMOLICIÓN	18
2.3.1	Economía Circular	18
2.3.2	Aplicación de la economía circular en los residuos de construcción y demolición.....	19
2.4	MARCO NORMATIVO APLICABLE	20
2.4.1	Normativa Nacional	20
2.4.1.1	Constitución de la República del Ecuador	20
2.4.1.2	Código Orgánico Ambiental (COA)	21
2.4.1.3	Ley Orgánica de Económica Circular Inclusiva.....	22
2.4.2	Normativa Local.....	25

2.4.2.1	Ordenanza Sustitutiva de la Reforma a la Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el cantón Atacames.....	25
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		27
3.1	CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.2	DISEÑO Y ALCANCE	29
3.2.1	Diseño de la Investigación	29
3.2.2	Alcance de la Investigación	30
3.3	TIPOS DE INVESTIGACIÓN Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.3.1	Tipo de investigación	30
3.3.2	Métodos de Investigación	31
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	32
3.4.1	Población.....	32
3.4.2	Muestra.....	32
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	36
3.6	PROCESAMIENTO DE LA EVALUACIÓN: VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS APLICADOS PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	37
3.6.1	Metodología del O.E.1.	39
3.6.2	Metodología del O.E.2.	40
3.6.3	Metodología del O.E.3.	41
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		43
4.1	Análisis de Resultados O.E.1.	43
4.1.1	Resultados de la observación directa en obras viales en ejecución	43

4.1.2	Resultados de la aplicación de encuestas	58
4.2	Análisis de Resultados O.E.2.	74
4.3	Análisis de Resultados O.E.3.	77
4.4	Análisis y discusión de resultados	124
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		129
5.1	CONCLUSIONES	129
5.2	RECOMENDACIONES	132
ANEXOS		141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Obras seleccionadas como muestra	35
Tabla 2 Ubicación de la obra Puente Bailey sector Mira Flores.....	44
Tabla 3 Ubicación de la obra Muro de Contención y Paso Lateral Tiwinza	45
Tabla 4 Ubicación de la obra adoquinado en la Malecón de la Playa de Atacames ..	47
Tabla 5 Ubicación de la obra vial calle Paz y Progreso	48
Tabla 6 Segregación de los residuos en fuente	49
Tabla 7 Almacenamiento temporal de los RCD	50
Tabla 8 Transporte y disposición de los RCD	52
Tabla 9 Aprovechamiento o reutilización de los RCD	53
Tabla 10 Control y gestión de los RCD	55
Tabla 11 Evaluación general del manejo de los RCD.....	56
Tabla 12 Implementación de proceso para el manejo de los RCD	58
Tabla 13 Calificación del manejo de los RCD.....	60
Tabla 14 Separación o clasificación de los RCD	61
Tabla 15 Dificultades técnicas para el manejo de los RCD	63
Tabla 16 Definición de espacio para el acopio temporal de los RCD	64
Tabla 17 Capacitación al personal de la obra.....	66
Tabla 18 Impactos ambientales visibles.....	67
Tabla 19 Control y supervisión institucional	69
Tabla 20 Deficiencias operativas	70
Tabla 21 Mejoras para optimizar la gestión de los RCD	72
Tabla 22 Marco normativo aplicable a la gestión de los RCD	74

Tabla 23	Coordenadas UTM de ubicación de la muestra – Calle Las Acacias	82
Tabla 24	Inventario de los rubros constructivos	86
Tabla 25	Agrupación de rubros constructivos en actividades generadoras de RCD .	89
Tabla 26	Matriz de identificación, caracterización y gestión de los RCD.....	92
Tabla 27	Determinación de la cantidad base.....	114
Tabla 28	Criterio del coeficiente de generación de RCD	116
Tabla 29	Coeficiente de generación de RCD por actividad.....	117
Tabla 30	Cuantificación final para el presupuesto de gestión de RCD.....	118
Tabla 31	Presupuesto final de gestión de los RCD	120
Tabla 32	Incidencia económica de la gestión de los RCD.....	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del Ecuador y la provincia de Esmeraldas	28
Figura 2 Mapa de la provincia del Cantón Atacames	29
Figura 3 Ubicación Puente Bailey sector Mira Flores	44
Figura 4 Ubicación de Muro de Contención y Paso Lateral Tiwinza	45
Figura 5 Ubicación de la obra Adoquinado en la Malecón de la Playa La Bocana ..	46
Figura 6 Ubicación de la obra vial calle Paz y Progreso, parroquia Tonsupa	47
Figura 7 Segregación de los residuos en fuente	49
Figura 8 Almacenamiento temporal de los RCD	51
Figura 9 Transporte y disposición de los RCD	52
Figura 10 Aprovechamiento o reutilización de los RCD	54
Figura 11 Control y gestión de los RCD	55
Figura 12 Evaluación general del manejo de los RCD	57
Figura 13 Implementación de proceso para el manejo de los RCD	59
Figura 14 Calificación del manejo de los RCD	60
Figura 15 Separación o clasificación de los RCD	62
Figura 16 Dificultades técnicas para el manejo de los RCD	63
Figura 17 Definición de espacio para el acopio temporal de los RCD	65
Figura 18 Capacitación al personal de la obra	66
Figura 19 Impactos ambientales visibles	68
Figura 20 Control y supervisión institucional	69
Figura 21 Deficiencias operativas	71
Figura 22 Mejoras para optimizar la gestión de los RCD	73

Figura 23 Interfaz principal del software InterPro 4.....	80
Figura 24 Obra Vial Calle Las Acacias.....	83
Figura 25 Diagrama general de la etapa 1: Análisis técnico del proyecto vial.....	85
Figura 26 APU actividad de replanteo, nivelación, preparación y limpieza inicial .	97
Figura 27 APU actividades de excavación, movimiento de tierras,.	99
Figura 28 APU actividad de construcción de elementos de hormigón	101
Figura 29 APU actividad de corte, armado e instalación de acero	102
Figura 30 APU actividad de instalaciones de redes hidrosanitarios	104
Figura 31 APU actividad de instalación de redes eléctricas y alumbrado público .	106
Figura 32 APU actividad de instalación de señalización y mobiliario urbano	108
Figura 33 APU actividad de paisajismo y adecuación de áreas verdes	109
Figura 34 APU gestión de los residuos generadores durante la limpieza final y desmovilización de la obra.....	111
Figura 35 Determinación del presupuesto final de la gestión de los RCD	119
Figura 36 Distribución económica de la gestión de RCD	121
Figura 37 Participación de la gestión de RCD en el presupuesto total de la obra. .	123

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo formular una metodología in situ para la gestión sostenible de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición en las obras viales que ejecute el municipio de Atacames. Surge ante la falta de lineamientos técnicos, operativos y ambientales específicos para el manejo de estos residuos a nivel local, lo cual ha generado deficiencias en su planificación, segregación, almacenamiento temporal, aprovechamiento, transporte y disposición final. El estudio tomó como referencia la obra vial “Regeneración de la Calle Las Acacias con Construcción de Pavimento Rígido, Aceras y Mobiliario Urbano”, se adoptó un diseño descriptivo y propositivo, aplicando los métodos analítico-sintético. Adicionalmente, se emplearon las técnicas de análisis documental, encuesta semiestructurada y observación directa; mediante las cuales se diagnosticó las deficiencias existentes en la gestión actual de los RCD generados en las obras viales construidas por el Municipio de Atacames, se analizó el marco legal vigente y se diseñó una metodología in situ estructurada y adaptada a la realidad municipal.

Como muestra para la exploración de campo se seleccionaron de manera intencional cuatro obras viales en proceso de ejecución y para la encuesta se involucraron personal técnico, operativos y responsables de las mismas. Los resultados obtenidos evidenciaron una brecha significativa entre la normativa ambiental, procesos estandarizados y su aplicación práctica, en repuesta se propone el diseño de una metodología in situ integrada al cronograma de ejecución de la obra.

Palabras claves: metodología in situ, residuos de construcción y demolición, obra vial, gestión sostenible, economía circular.

ABSTRACT

This research aims to formulate an on-site methodology for the sustainable management of waste generated during the construction and demolition activities of road works carried out by the municipality of Atacames. It arises from the lack of specific technical, operational, and environmental guidelines for the management of this waste at the local level, which has led to deficiencies in its planning, segregation, temporary storage, reuse, transportation, and final disposal. The study used the road project “Regeneration of Las Acacias Street with Construction of Rigid Pavement, Sidewalks, and Street Furniture” as a reference. A descriptive and propositional design was adopted, applying analytical-synthetic methods. Additionally, documentary analysis, semi-structured surveys, and direct observation techniques were employed. Through these methods, existing deficiencies in the current management of construction and demolition waste (CDW) generated in road works constructed by the Municipality of Atacames were diagnosed, the current legal framework was analyzed, and a structured on-site methodology adapted to the municipal context was designed. For the field exploration, four road construction projects under construction were intentionally selected, and technical, operational, and project management personnel were involved in the survey. The results revealed a significant gap between environmental regulations, standardized processes, and their practical application. In response, the design of an on-site methodology integrated into the project's execution schedule is proposed.

Keywords: on-site methodology, construction and demolition waste, road construction, sustainable management, circular economy.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la actualidad, actividades como la industria manufacturera, el turismo, el transporte y la construcción son claves para el desarrollo económico, por ser fuentes generadoras de empleo e inversión. En lo que respecta al sector de la construcción, este constituye un motor de la economía global porque crea millones de empleos a nivel mundial, pero también es un gran consumidor de materia prima y generador de residuos en el planeta (de Carvalho Araújo et al., 2019).

Un subsector importante de la industria de la construcción son las obras viales que incluyen, construcción, rehabilitación, pavimentación, ampliación y el mantenimiento de carreteras, calles, pasos laterales y puentes, entre otras infraestructuras que sirven para unir áreas estratégicas e influir de manera significativa en el desarrollo económico y social de un territorio. Sin embargo, es inevitable vincular este tipo de obras con afectaciones al medio ambiente, debido a la emisión de gases nocivos a la atmósfera y la generación de grandes cantidades de residuos, que frecuentemente son arrojados en vertederos (Díaz, 2024).

A nivel mundial, se estima que en esta última década la generación de residuos de construcción y demolición (RCD) sobrepasa los 10 mil millones de toneladas (Paschoalin Filho et al., 2020). Esto representa un gran desafío ambiental para el campo de la construcción, debido a los volúmenes generados y a la ausencia de estrategias de aprovechamiento (Acevedo Agudelo & Ruiz Loaiza, 2022). A estos aspectos se les suma la falta de control *in situ* que garantice la sostenibilidad de las obras ejecutadas.

En Ecuador, existen avances significativos respecto al manejo de los RCD, prueba de ello es la expedición del “Instructivo para la aplicación de la Economía Circular

Inclusiva en la Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)”, emitido por el entonces Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, mediante Registro Oficial N° 10 del 1 de abril de 2025.

Este instructivo contiene los requisitos y lineamientos ambientales obligatorios que se deben cumplir para un manejo adecuado de los residuos generados tanto en obras nuevas como en trabajos de rehabilitación, reparación, así como excavaciones y demoliciones; además, representa un aporte importante para una gestión responsable de los desechos en el sector de la construcción, de la mano con los principios de la economía circular (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2025). Sin embargo, pese a la promulgación de dicho instructivo, aún existen gobiernos locales que no cuentan con planes integrales para la gestión de sus RCD, lo que genera impactos negativos en el suelo, en los cuerpos de agua y en la salud de los habitantes del área de influencia.

En el caso del cantón Atacames, la falta de lineamientos técnicos específicos para el manejo de los RCD generados en las obras viales ejecutadas por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Atacames (GADMA) genera vacíos en la planificación y el control. Esta situación impide su gestión adecuada, lo que conlleva al incremento de impactos ambientales negativos, dificulta el aprovechamiento de aquellos materiales que son reutilizables; este escenario deja en evidencia la débil articulación entre los responsables de supervisar la ejecución de las obras y por ende la necesidad de formular una metodología in situ adaptada a las necesidades locales.

En este contexto, el presente trabajo de investigación, el cual tiene como principal objetivo formular una metodología in situ para la gestión sostenible de residuos en las obras viales ejecutadas por el GADMA, se justifica por su relevancia social, utilidad

profesional, valor científico, implicación económica y alineación directa con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La relevancia social radica en la necesidad de aplicar una metodología *in situ* en las obras viales ejecutadas por la Municipalidad de Atacames, orientada a promover entornos más limpios y seguros, fortalecer la cultura ambiental y por consiguiente mejorar la calidad de vida de la población, dando así cumplimiento al derecho de vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, reconocido en la Constitución del Ecuador.

Un manejo inadecuado de los RCD ocasiona el deterioro del entorno urbano y natural, contaminación visual, proliferación de vectores y afectaciones a la salud de los habitantes del entorno, por su parte una metodología *in situ* para su correcto manejo favorece la corresponsabilidad entre las autoridades y los técnicos involucrados e impulsa buenas prácticas ambientales en los procesos de construcción, lo cual índice favorablemente en el bienestar social y en la sostenibilidad de la zona circundante.

En cuanto a la utilidad profesional, se justifica por ser una herramienta esencial que facilitará la planificación, gestión y disposición final de los RCD generados en todas las etapas del proceso constructivo. A su vez, contribuirá al desarrollo de procesos sostenibles de ingeniería civil y ambiental, a la adopción de métodos estandarizados que mejoren la eficiencia constructiva, al fortalecimiento de las habilidades y capacidades del personal técnico y operativo, y al cumplimiento del marco jurídico vigente.

Por su parte, el valor científico se denota mediante la contribución de conocimientos técnicos reales obtenidos a través de la observación directa sobre los tipos, cantidades, manejo y aprovechamiento de los RCD generados en las obras viales. Dichos conocimientos son indispensables para la validación de las estrategias de reducción,

reutilización y reciclaje que se implementen para la gestión sostenible de estos residuos en el contexto municipal.

Asimismo, la implicación económica positiva será evidente en los beneficios directos e indirectos que generará la aplicación de la metodología *in situ* propuestas, al reducir significativamente los costos relacionados con: la adquisición de nuevos materiales, la recolección, el transporte y la disposición final de los RCD generados en el sitio de la obra, el pago de multas ambientales y los gastos asociados a remediación ambiental por los posibles daños que se ocasionen por el manejo inadecuado de este tipo de residuos, logrando a su vez un manejo eficiente de los recursos municipales.

Adicionalmente, la aplicación de esta metodología crea un precedente técnico y documental que podrá ser replicado y perfeccionado en futuros proyectos viales y de infraestructura urbana.

La alineación directa de esta investigación con los ODS específicamente con el 11, 12 y 13, se demuestra porque la metodología *in situ* para la gestión de los RCD permite disminuir la generación de desechos, promover la reutilización y el reciclaje de materiales, y reducir la presión en los rellenos sanitarios. A la vez, contribuye a la reducción de impactos ambientales coligados al transporte y disposición final de residuos, acciones que promueven ciudades más limpias, seguras y sostenibles, lo cual constituye la meta del ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles).

Esta metodología también fomenta el uso eficiente de los recursos, mediante el aprovechamiento racional de materiales, la reducción de la extracción de materias primas y la disposición innecesaria de residuos, acciones vinculadas al ODS 12 (Producción y Consumo Responsable). Por último, la metodología robustece la práctica de construcciones sostenibles alineadas con la mitigación del cambio climático del ODS 13 (Acción por el Clima).

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La industria de la construcción es conocida como una de las actividades de la ingeniería civil que genera mayor presión sobre el medio ambiente debido al alto consumo de recursos naturales y la elevada generación de RCD. Los RCD figuran como uno de los flujos de desechos más grandes a nivel global y como uno de los mayores generadores de impactos ambientales como la contaminación del suelo y las emisiones de gases de efecto invernadero relacionados con su disposición inadecuada y no sostenible (Kaza et al., 2018; Pacheco -Torgal, 2014). Llatas (2011) señala que, en los países en desarrollo, la problemática originada por la gestión inadecuada de los RCD se intensifica debido a la falta de implementación de metodologías técnicas y estrategias de valorización adaptadas a las realidades locales.

En el contexto latinoamericano, la gestión de los RCD representa un reto continuo para los gobiernos locales, específicamente para los municipios con crecimiento urbano acelerado. En este escenario, la falta de planificación en la obra, la deficiente segregación en la fuente y la insuficiente incorporación de principios de economía circular resultan en prácticas de manejo poco eficiente, lo que aumenta los costos operativos y los riesgos ambientales (Mercante et al., 2012; Silva et al., 2017).

En Ecuador, aunque en el año 2025 el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) expidió el “Instructivo para la aplicación de la Economía Circular Inclusiva, en la Gestión Adecuada de Residuos de Construcción y Demolición” mediante el cual se reconoce la importancia del manejo sustentable de los RCD, en la práctica persisten brechas técnicas y operativas, por cuanto gran parte de los residuos generados en obras viales y urbanas no son clasificados ni valorizados adecuadamente. Al no ser reutilizados ni clasificados incrementa su disposición final

en vertederos generando a su vez impactos ambientales negativos (Mena-Morales & Venegas, 2019).

Por su parte, a nivel local el cantón Atacames, donde su economía se basa en la actividad turística, en las últimas dos décadas ha experimentado un desarrollo urbano acelerado dando lugar a la necesidad de ejecutar obras viales por parte del GADMA, que permitan la accesibilidad a los diferentes atractivos turísticos; sin embargo, este desarrollo conlleva a una generación constante de RCD. Actualmente, el manejo de estos residuos se centra en su recolección y disposición, sin considerar procesos de segregación, control y valorización *in situ*.

En este escenario, estudios científicos señalan que la aplicación de metodologías de gestión en el propio sitio de generación constituye una de las estrategias más efectivas para optimizar recursos, mejorar la eficiencia y minimizar los impactos ambientales (Osmani, 2012; Yuan & Shen, 2011). Desde el enfoque del desarrollo sostenible, la problemática cobra mayor importancia al considerar que la gestión de los RCD se vincula directamente con el uso eficiente de los recursos, disminución de impactos urbanos y la mitigación del cambio climático.

Organismos internacionales han enfatizado que la adopción de prácticas sostenibles en el sector de la construcción contribuye al cumplimiento de los ODS, especialmente de aquellos afines con ciudades sostenibles, producción responsable y acción climática (UNEP, 2020). Por lo expuesto, es fundamental analizar soluciones técnicas que integren criterios económicos, operativos y ambientales en la gestión de los RCD de las obras viales.

Con base en la problemática expuesta, la formulación general del problema de investigación se plantea en la siguiente interrogante: ¿De qué manera la aplicación de una metodología *in situ* para la gestión sostenible de los residuos de construcción y

demolición (RCD) puede mejorar la eficiencia técnica, ambiental y económica de las obras viales en el cantón Atacames? Esta interrogante orienta el desarrollo del estudio, guiando el análisis hacia la formulación de una estrategia aplicable que fortalezca la sostenibilidad de las infraestructuras viales ejecutadas por el GAD Municipal de Atacames a su vez que contribuya al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

1.2 ANTECEDENTES

El antecedente es una sección fundamental en cualquier investigación ya que permite analizar estudios previos existentes a nivel internacional, nacional y local, que hayan abordado el tema desde diferentes enfoques. Según Berbey (2023) los antecedentes de una investigación representan una revisión de la literatura existente que, además de situar al estudio dentro de un contexto académico, también permite guiar al investigador para determinar qué investigaciones han abordado el tema, cuáles son los principales aportes y bases que justifiquen futuras investigaciones sobre el tema específico. En este sentido, el presente estudio se sustenta en las siguientes investigaciones.

En el ámbito internacional, se sustenta en el estudio realizado por Castillo Rodríguez & Hidalgo Moncayo (2022) titulado “*Evaluación del desempeño de mezclas de suelo y residuos de construcción como alternativa para el mejoramiento de subrasantes de carreteras de bajo volumen de tráfico*”, cuyo objetivo se fundamenta en evaluar la viabilidad de utilizar mezclas de suelo y RCD para mejorar el desempeño de las subrasantes en vías con escaso volumen vehicular. Este estudio utilizó un enfoque cuantitativo y tuvo como escenario las carreteras rurales de Colombia; los datos

obtenidos revelaron que, al agregar diferentes cantidades de RCD al suelo estudiado, se mejora considerablemente las propiedades de la subrasante, demostrando los beneficios económicos y técnicos que conlleva la reutilización de este tipo de residuos. Otra investigación que se puede citar en el ámbito internacional, es la realizada por Veliz et al. (2025) titulada *“Economía circular para residuos de construcción y demolición en la Región Metropolitana de Santiago de Chile: Un análisis Delphi”*. Esta investigación tuvo como objetivo identificar los factores claves que influyen en la adopción actual y futura de prácticas de economía circular para la gestión de los RCD, relacionados con aspectos técnicos, financiero, socioambientales, estratégicos y regulatorios, empleando el método Delphi para recopilar información de expertos. El estudio se ejecutó en la zona urbana y periurbana de la Región Metropolitana de Santiago de Chile, utilizando una encuesta Delphi multironda con un panel de diversos expertos; los resultados obtenidos indican que las principales barreras para la implementación de prácticas sostenibles para el manejo de los RCD son la falta de conocimiento técnico y la ausencia de marcos regulatorios sólidos.

A nivel nacional, se tomó como referencia el estudio de Loyo Pozo (2024) titulado *“Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)”* el cual proporciona un contexto teórico e histórico sobre la gestión de los RCD enfocándose en la reutilización y reciclaje de estos materiales.

El mencionado estudio incluye datos administrativos de dos empresas públicas de Quito: EMASEO EP y EMGIRS EP; en los resultados se puntualizan, las deficiencias técnicas encontradas en los procesos de planificación, control y tratamiento de los RCD y la necesidad de implementar sistemas sólidos de manejo de este tipo de

residuos, que prioricen el reciclaje y reutilización de los mismos, lo que se traduce en la reducción de los efectos negativos al ambiente.

Adicionalmente, se analizó el planteamiento de Chamba et al. (2023) titulado “*Plan de manejo de residuos de construcción y demolición. Caso de estudio: Planta de asfalto de Loja-Ecuador*”, que tuvo como objetivo analizar la gestión de los RCD y a su vez sugerir un plan de manejo de residuos para la planta de asfalto de la Municipalidad de Loja, con el fin de delimitar lineamientos para estructurar, mejorar y coordinar eficientemente sus actividades de gestión. Los resultados obtenidos mostraron que el asfalto reciclado puede ser reutilizado en pavimentos hasta en un 40% sin comprometer su funcionalidad, logrando reducir la extracción de materiales mediante prácticas ambientales responsables en la ejecución de obras viales.

En el contexto local del cantón Atacames, los estudios sobre el tema son escasos; no obstante, se cuenta con informes técnicos y estudios de impacto ambiental suscritos por funcionarios municipales en los cuales se pone de manifiesto el manejo inadecuado de los residuos que se generan en las obras viales que lleva a cabo el GAD Municipal, y la ausencia de métodos estandarizados destinados al manejo sostenible de estos residuos y, por ende, a la reducción de los impactos negativos sobre el ambiente.

1.3 HIPÓTESIS

1.3.1 Hipótesis General.

La formulación de una metodología in situ para la gestión sostenible de los residuos de construcción y demolición (RCD) generados en la obra “Regeneración de la Calle Las Acacias con la Construcción de Pavimento Rígido, Aceras y Mobiliario Urbano del Cantón Atacames”, permitirá disponer de un instrumento técnico y operativo, basado en criterios constructivos, ambientales y normativos, orientado a sistematizar

y estandarizar los procedimientos de manejo de los RCD, además de convertirse en una base metodológica para ser aplicada en futuros proyectos viales municipales.

1.3.2 Hipótesis Específicas.

H.E.1: Las obras viales ejecutadas sin una metodología de gestión *in situ* presentan deficiencias técnicas, operativas y ambientales, reflejadas en una alta generación de residuos, inadecuada segregación y limitada valorización de materiales.

H.E.2: La aplicación de prácticas sostenibles en la gestión de RCD en obras viales fortalecerá la cultura ambiental en el sector de la construcción, promoviendo la participación institucional y comunitaria en el cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad local.

H.E.3: El diseño de una metodología *in situ* basada en la clasificación, reutilización y control de los RCD permitirá reducir los volúmenes de desechos y, por ende, disminuir los costos asociados al transporte y disposición final.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Formular una metodología *in situ* para la gestión sostenible de los residuos de construcción y demolición generados en obras viales que ejecuta el municipio de Atacames.

1.4.2 Objetivos Específicos

O.E.1: Diagnosticar las principales deficiencias técnicas, operativas y de gestión en el manejo actual de los residuos de construcción y demolición en las obras viales del cantón Atacames.

O.E.2: Analizar el marco normativo, técnico y ambiental aplicable a la gestión de los RCD, así como los principios de economía circular y sostenibilidad vinculados al sector de la construcción.

O.E.3: Diseñar una metodología *in situ* estructurada que establezca procedimientos estandarizados para la planificación, segregación, aprovechamiento y control de los RCD en obras viales municipales.

1.5 ALCANCE

El presente trabajo de investigación está orientado a la formulación de una metodología *in situ* para la gestión sostenible de los residuos de construcción y demolición (RCD) generados durante la ejecución de las obras viales por parte del GAD Municipal del cantón Atacames, tomando como caso de estudio la obra vial “Regeneración de la Calle Las Acacias con la Construcción de Pavimento Rígido, Aceras y Mobiliario Urbano del Cantón Atacames” a ejecutarse a finales del año 2026; esto con la finalidad de plantear procedimientos técnicos y operativos que faciliten la reducción, reutilización y aprovechamiento de estos residuos, contribuyendo a la disminución del impacto ambiental y al mejoramiento de su gestión en el ámbito de la infraestructura vial local.

1.6 VARIABLES

1.6.1 Variables Independientes

- Características y condiciones de los RCD generados en la obra civil de la calle Las Acacias, cantón Atacames.

- Procedimientos de manejo y tratamiento de los RCD aplicados in situ durante el proceso constructivo de la obra vial.

1.6.2 Variables Dependientes

- Gestión sostenible de los RCD mediante la implementación de la metodología in situ en la obra vial de la calle Las Acacias, cantón Atacames.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)

2.1.1 Concepto de Residuos de Construcción y Demolición

Los RCD son de naturaleza pasiva generados en los procesos de excavación, reparación, demolición, remodelación, rehabilitación de edificaciones y nuevas construcciones, incluyendo los residuos de obras menores y reparaciones domiciliarias (Franco Reina et al., 2023). Este tipo de residuos lo conforman materiales como la madera, cerámica, ladrillo, plásticos, hormigón y otros componentes utilizados en la construcción, su generación está ligada directamente a la actividad constructiva, así como la gestión de edificaciones o infraestructuras existentes (Islam et al., 2024).

Para Lee, Chang, Chang y Lee (2024) los RCD son los residuos generados en las fases de construcción que incluyen aquellos materiales defectuosos, los que resultan de errores de los trabajadores, los residuos del desmantelamiento de estructuras temporales y los residuos de embalaje utilizados para el transporte y almacenamiento de materiales.

Según Acevedo-Agudelo y Figueroa-Álvarez (2023) los RCD generan impactos significativos en el medio ambiente, a nivel mundial representan entre el 30% y el 40% del total de los residuos sólidos generados. No obstante, desde el aspecto de la sostenibilidad y la economía circular son recursos con un nivel potencial de recuperación y utilización para convertirse en materiales reciclados o agregados secundarios, contribuyendo a reducir los impactos ambientales vinculados a su disposición en vertederos (Balasbaneh, 2025).

En este contexto, los RCD constituyen uno de los mayores desafíos y a la vez una de las mayores oportunidades para la sostenibilidad del sector de la construcción, su

inadecuado manejo ocasiona afectaciones a la calidad paisajística, riesgos en la salud pública y costos elevados por los procesos de transporte y disposición final, así como los derivados de procesos de remediación cuando son arrojados a vertederos. La oportunidad de sostenibilidad se da cuando estos desechos son manejados adecuadamente, especialmente con metodologías in situ que permiten su control, reciclaje y reutilización que a su vez se traduce en reducción de costos de almacenamiento y transporte en las fases de construcción.

2.1.2 Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición

En términos generales los residuos se clasifican en peligros y no peligrosos, teniendo en cuenta los riesgos que representan para la salud humana y el medio ambiente (Kaza et al., 2023). Dentro de esta clasificación general, los desechos peligrosos son aquellos que pueden causar efectos adversos en la salud humano o en el ambiente, debido a sus características químicas, biológicas y físicas, razón por la cual requieren sistemas especiales de manejo, tratamiento y disposición final (Tchobanoglous, Theisen & Vigil, 1994).

Por su parte, los residuos no peligrosos son aquellos que, debido a sus características biológicas, químicas y físicas no representan riesgos significativos para la salud humana o el ambiente, dado que no son tóxicos ni inflamables (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994).

En esta clasificación, los residuos de construcción y demolición se ubican dentro de los residuos no peligrosos, debido a su composición. En este tipo de residuos no se evidencia reacciones químicas significativas ni liberan sustancias tóxicas en condiciones normales, permitiendo su reutilización dentro de la misma obra o

similares, como en rellenos, subbases o agregados reciclables (Sáez et al., 2021). Los RCD se caracterizan por su peso, composición heterogénea y gran volumen, estos incluyen materiales orgánicos, metálicos, minerales y compuestos sintéticos.

No obstante, dentro de los RCD existen ciertos residuos que se pueden catalogar como peligrosos, entre ellos están los hidrocarburos, pinturas, adhesivos o sustancias químicas utilizados en los procesos de construcción. Teniendo en cuenta estas características resulta indispensable identificar de forma correcta las clases de RCD para lograr su gestión sostenible en lo que respecta a reutilización, reciclaje o disposición final (Saka et al., 2024).

2.1.3 Fuentes Generadoras de Residuos de Construcción y Demolición en obras viales.

Los RCD pueden generarse desde diversas fuentes durante el proceso constructivo, entre las cuales se distinguen las siguientes:

- ***Construcción de nuevas obras***, en este tipo de actividades se generan residuos provenientes de mezclas asfálticas, materiales de subbases y agregados e insumos utilizados en las capas estructurales de las carreteras (Jayasinghe et al., 2024).
- ***Demolición total o parcial de estructuras existentes***, en este tipo de actividad se generan residuos provenientes de materiales pétreos, fragmentos de concreto, asfalto fresado y suelos estabilizados, estos residuos si son gestionados de forma adecuada pueden ser reutilizados como material reciclado en otras obras (Luangcharoenrat et al., 2023; Ullah et al., 2024).
- ***Rehabilitación, remodelación o mantenimiento***, en este tipo de actividades se generan residuos como fragmentos de hormigón, suelos excavados, materiales

pétreos, asfalto retirado, provenientes de trabajos de fresado de pavimentos, reemplazo de capas asfálticas, mantenimientos, etc. (Ullah et al., 2024).

- ***Excavación y movimiento de tierras***, en este tipo de actividades se generan residuos como rocas, suelos removidos, materiales naturales provenientes de la preparación del terreno para las nuevas obras viales (Heras et al., 2024).

En este contexto, identificar las fuentes generadoras de RCD constituye un aspecto fundamental para diseñar estrategias eficaces de gestión y valorización de materiales dentro de la industria de la construcción (Ullah et al., 2024).

2.2 IMPORTANCIA DE LA SOSTENIBILIDAD

2.2.1 Sostenibilidad

Hablar de sostenibilidad es referirse a los problemas actuales vinculados al desarrollo humano y el cuidado del medio ambiente. Al respecto, Mckeown et al. (2002) menciona que la sostenibilidad es un paradigma que proyecta un futuro donde los componentes sociales, económicos y ambientales se equilibren en busca de una mejor calidad de vida. Este concepto une varios aspectos y reconoce que el desarrollo de un sector económico no debe afectar el equilibrio de los demás. Por lo expuesto, la sostenibilidad es un principio orientado a la formulación de políticas encaminadas a asegurar el desarrollo actual garantizando los recursos de las futuras generaciones.

En concordancia con lo anterior, la sostenibilidad debe comprenderse desde la interacción de los componentes culturales, sociales, económicos y ambientales, reconociendo que el desarrollo de las actividades humanas debe mantener un equilibrio con la conservación de los recursos naturales. Esto pone de manifiesto la interacción entre el hombre y la naturaleza por lo cual este principio no debe entenderse de forma

aislada. En consecuencia, es indispensable comprender que la sostenibilidad ambiental resalta el hecho que las acciones humanas actuales causan impactos significativos tanto en el medio ambiente como en el entorno social y económico de los pueblos. Además, permite poner en marcha estrategias efectivas que impulsen el equilibrio real entre las necesidades del hombre y los límites de la naturaleza.

Finalmente, la sostenibilidad debe ser vista no solo como un fin, sino como un proceso que requiere la colaboración de múltiples actores, incluidos gobiernos, empresas, comunidades y organizaciones no gubernamentales. Por lo expuesto, se vuelve imperativo desarrollar metodologías que faciliten la ejecución de obras viales siguiendo procedimientos técnicos y operativos que prioricen el cuidado del ambiente.

2.2.2 Importancia de la Sostenibilidad

La sostenibilidad enfocada a la gestión de los RCD representa un aspecto crucial para mitigar los impactos ambientales que se generan en el sector de la construcción, conocido como uno de los mayores consumidores de recursos naturales generados a nivel mundial. En este escenario, la implementación de prácticas sostenible contribuye a la disminución de la presión sobre el medio ambiente, mediante la optimización del uso de materiales, la reducción del volumen de residuos destinados a sitios autorizados y el desarrollo de estrategias de reutilización y reciclaje dentro de todas las etapas del ciclo constructivo.

Desde el punto de vista técnico, la sostenibilidad afín a los RCD se basa en la aplicación de modelos de economía circular, encauzados a transformar los residuos en recursos, para luego reincorporarlos al proceso productivo, reduciendo considerablemente los costos asociados al transporte y disposición final, además de

mejorar la eficiencia en el uso de materiales en las obras viales municipales. Según Zhang et al. (2022) la reutilización de materiales de construcción como el hormigón, agregados pétreos y asfalto recuperado pueden llegar alcanzar niveles significativos sin perder la calidad estructural de las obras en las cuales se utiliza, favoreciendo al desarrollo de infraestructuras más sostenibles.

La sostenibilidad en el manejo de los residuos genera beneficios económicos y sociales significativos porque permite la valorización de residuos, así como la reducción de costos operativos, además de mejorar las condiciones de salubridad y seguridad en los sitios intervenidos. Por su parte Yuan et al. (2021) sostienen que, la implementación de criterios de sostenibilidad fomenta el cumplimiento de la normativa ambiental al promover metodologías in situ que contemplen estos principios en todas las etapas del proyecto.

En este sentido, la sostenibilidad en la gestión de los RCD es esencial porque contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la huella de carbono en los proyectos constructivos, por cuanto ayuda a disminuir la extracción de nuevos materiales y el volumen de desechos acumulados.

2.3 ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA A LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN DE DEMOLICIÓN

2.3.1 Economía Circular

La economía circular establece un modelo de desarrollo económico encaminado a mantener el valor de los materiales dentro del sistema productivo durante el mayor tiempo posible, optimizando el uso de los recursos naturales minimizando a su vez la generación de residuos (Ramírez et al., 2025).

Alazaiza et al. (2024) definen a la economía circular como un sistema restaurativo y regenerativo que busca minimizar la generación de residuos y remplazar el modelo lineal “extraer, producir y desechar” por un modelo cerrado que prioriza las estrategias de la 3 R (reducir, reutilizar y reciclar). Según Saka et al. (2024) la economía circular se ha convertido en una estrategia que promueve la sostenibilidad en sectores con consumo intensivos como es el caso del sector de la construcción.

2.3.2 Aplicación de la economía circular en los residuos de construcción y demolición.

El modelo de economía circular en el sector de la construcción se enfoca en la gestión eficiente de los RCD, proponiendo estrategias de reducción de residuos a través de la reutilización de materiales en la obra (Ullah et al., 2024).

Según Luangcharoenrat et al. (2023) una de las prácticas más importante del modelo de economía circular en el área de la construcción, es la valoración de los RCD que consiste en recuperar los residuos que puedan reutilizarse en obras. En este caso, materiales como hormigón triturado, metales, asfalto fresado, agregados pétreos pueden ser procesados y reutilizados en nuevas infraestructuras reduciendo considerablemente los volúmenes de residuos.

Adicionalmente, la economía circular promueve la clasificación y reciclaje en el sitio de generación, logrando una mayor eficiencia en la gestión de los RCD. Esta acción permite la recuperación de materiales reutilizables aumentando la tasa de reciclaje dentro del sector de la construcción (Ramírez et al., 2025).

2.4 MARCO NORMATIVO APLICABLE

2.4.1 Normativa Nacional

En Ecuador, la gestión de los RCD se basa en un conjunto de normas que articulan responsabilidades técnicas, principios ambientales y obligaciones institucionales orientadas a promover al desarrollo sostenible del sector de la construcción.

2.4.1.1 Constitución de la República del Ecuador

Este cuerpo legal incluye artículos que abordan el cuidado del medio ambiente, subrayando la necesidad de desarrollar los procesos productivos de manera sostenibles, sin ocasionar afectaciones al medio ambiente y por ende a la calidad de vida de los habitantes del entorno.

En este contexto, el art 14 destaca el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, también se declara de interés público la preservación del ambiente y la conservación de los ecosistemas.

En relación al manejo de los RCD en obras viales, la constitución vincula de manera directa la ejecución de infraestructura pública con la garantía de derechos ambientales fundamentales, lo que implica que este tipo de obras deben desarrollarse sin causar afectaciones ambientales que deterioren la calidad de vida de las personas, por cuanto, un manejo inadecuado de los RCD en cualquiera de sus fases (generación, almacenamiento, transporte y disposición final) puede producir impactos negativos como alteración de la calidad paisajística, emisiones de polvo, contaminación del suelo o cuerpos de agua, etc., generando no solo un problema técnico sino una vulneración de un derecho constitucional.

En este sentido, la aplicación de una metodología in situ para el manejo de los RCD generados en las obras viales debe ir encaminada a la preservación del medio ambiente

y conservación del ecosistema, interés público declarado en el artículo 14 de la Carta Magna, mediante el reciclaje de materiales y la selección de sitios autorizados previniendo su disposición en vertederos informales.

Por su parte, el artículo 395, dispone que, el Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambiental equilibrado, además menciona que las políticas de gestión ambiental deben ser implementadas de forma transversal. Este cumplimiento es obligatorio para el Estado en todos sus niveles de gobierno, así como para las personas naturales y jurídicas dentro del territorio nacional.

De acuerdo a este artículo los proyectos de obras viales desde su planificación, diseño y ejecución deben considerar no solo criterios técnicos y económicos, sino también medidas ambientales destinadas a la conservación del entorno y el manejo adecuado de los RCD con el fin de optimizar recursos mediante su reutilización, reciclaje y disposición final segura.

En lo que respecta al cumplimiento de las políticas ambientales en todos los niveles del Estado, la gestión de los RCD en las obras viales no debe ser opcional sino obligatoria, en este punto la metodología in situ representa un aspecto clave que debe incluirse en las especificaciones técnicas, estudios ambientales, contratos y procesos de fiscalización en este tipo de obras que lleven a cabo las instituciones del gobierno.

2.4.1.2 Código Orgánico Ambiental (COA)

El COA es un cuerpo legal que contiene los derechos, obligaciones, principios y lineamientos para la protección del ambiente y la gestión sostenible de los recursos naturales. Además, esta norma contempla varias disposiciones referentes a la gestión integral de residuos, que incluye los residuos no peligrosos en los cuales se enmarcan los RCD.

El artículo 228 del COA establece que “La gestión de los residuos sólidos no peligrosos, en todos los niveles y formas de gobierno estará alineada a la política nacional dictada por la Autoridad Ambiental Nacional y demás instrumentos técnicos y de gestión que se definan para el efecto”. Es decir que durante las actividades de toda obra incluidas las civiles, los RCD deben tener planificación, manejo técnico y ambiental adecuado para la prevención de efectos negativos en el medio ambiente.

Adicionalmente el artículo 229, relacionado con el alcance y fase de gestión, menciona que la gestión apropiada de estos residuos contribuirá a la prevención de los impactos y daños al ambiente, al igual que la prevención de riesgos a la salud humana, este artículo cobra una relevancia significativa por cuanto constituye un fundamento normativo clave que respalda la necesidad de diseñar una metodología in situ que contemple todas las fases de la gestión de los RCD como: generación, separación, almacenamiento, transporte y disposición final.

Asimismo, el mencionado artículo señala que las fases de la gestión integral de los residuos no peligrosos serán determinadas por la Autoridad Ambiental Nacional, lo cual obliga a que las propuestas metodológicas de manejo de los RCD estén organizadas con los lineamientos adecuados, garantizando coherencia entre las normas técnicas y jurídicas vigente.

2.4.1.3 Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva

El gobierno ecuatoriano aprobó en el año 2021 la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva, la cual establece los principios y objetivos de la economía circular del país, orientados a disminuir la generación de residuos, fomentar el reciclaje de residuos urbanos, creación de empleos verdes, etc. La mencionada ley contempla varios aspectos relacionados con la gestión sostenible de los RCD.

En este sentido, el artículo 1 de la referida ley establece que, su objetivo es definir las funciones y obligaciones que tienen las entidades, organismos y dependencias del Estado en el contexto de la economía circular, al establecer criterios y procedimientos específicos destinados a la producción y consumo sostenible, así como la disminución en la generación de residuos y fomento de su gestión integral. Este objetivo guarda estrecha relación con el tema objeto de estudio por cuanto los RCD constituyen una parte significativa de los residuos generados por actividades relacionadas a la productividad como la construcción de obras viales.

En ese mismo orden, el artículo 3 menciona los principios que persigue la economía circular en los cuales destacan jerarquía, valorización e industrialización de los residuos. Además del principio “de la cuna a la cuna” el cual promueve la reinsertión de los materiales en el ciclo de producción o que se bio-degraden al final de su vida útil, dichos principios tienen gran relevancia para el manejo de los RCD porque permiten trazar alternativas de reutilización de materiales como agregados reciclados, rellenos o bases para obras viales, reduciendo significativamente la disposición final en botaderos o escombreras no autorizadas, al igual que promueve el aprovechamiento de los materiales generados en la construcción.

Por último, el artículo 4 determina los objetivos de la ley entre los que se establece promover la innovación y desarrollo de políticas públicas que impulsen el aprovechamiento y valorización de los materiales reciclables.

Los objetivos y principios contemplados en la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva se relacionan estrechamente con la propuesta metodología ya que la gestión sostenible de los RCD contribuye a reducir el consumo de materia prima, fortalecimiento de buenas prácticas constructivas y disminución de impactos ambientales, lo que se traduce en beneficios económicos, sociales y ambientales.

2.4.1.4 Instructivo para la aplicación de la Economía Circular Inclusiva, en la Gestión Adecuada de Residuos de Construcción y Demolición.

La entidad gubernamental llamada en ese entonces Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, a través de Acuerdo Ministerial N° MAATE-2025-002-B, Registro Oficial N° 10 del 1 de abril del 2025 expidió el “Instructivo para la aplicación de la Economía Circular Inclusiva, en la Gestión Adecuada de Residuos de Construcción y Demolición”. Este instructivo establece los requisitos y lineamientos ambientales para la gestión sostenibles de los residuos y desechos del sector de la construcción que abarca el desarrollo de obras nuevas, rehabilitación o reparaciones, excavaciones y/o demoliciones (Registro Oficial, 2025).

Este Acuerdo Ministerial también menciona que toda persona natural o jurídica, pública o privada, mixta, nacional o extranjera dentro del territorio nacional que desarrollo obras de construcción, están obligados a cumplir y aplicarlas las disposiciones contenidas en dicho instructivo. Su expedición representa un proceso normativo fundamental ya que establece criterios técnicos, directrices claras y principios de economía circular inclusiva que fortalecen la gestión adecuada de los RCD. Su relevancia se basa en que proporciona un marco operativo que reduce vacíos regulatorios, promueve la utilización efectiva de materiales, la reducción de impactos ambientales y fomenta prácticas sostenibles en las fases de las obras, convirtiéndose además en una herramienta esencial para la formulación de una metodología in situ porque contribuye al aprovechamiento de los residuos mediante la clasificación en la fuente, así como la reutilización y manejo técnico de los mismos.

2.4.2 Normativa Local

2.4.2.1 Ordenanza Sustitutiva de la Reforma a la Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el cantón Atacames.

El GAD Municipal de Atacames no tiene una ordenanza que regule específicamente el manejo de los RCD, sin embargo, se cuenta con la “Ordenanza Sustitutiva de la Reforma a la Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el cantón Atacames” este cuerpo legal es aplicable a todos los residuos no peligrosos generados dentro de la jurisdicción cantonal, categoría en la cual se pueden vincular los RCD. La ordenanza contiene artículos que regulan mecanismos de gestión, modalidades de recolección, competencias y responsabilidades.

En el artículo 12 la mencionada ordenanza clasifica los residuos sólidos y se incluyen a los “escombros y otros” los cuales se generan por productos de construcción, demolición y obras civiles, tierra de excavación, arenas y similares. Por su parte los artículos 26 y 40 mencionan que los escombros obligatoriamente deben someterse al régimen de recolección especial en lo cual es responsabilidad del generador la recolección, transporte y disposición final en escombreras autorizadas.

Continuando con su regulación, en el artículo 41 se prohíbe que los escombros sean mezclados con otro tipo de residuos, lo que favorece su tratamiento diferenciado, mientras que en el art. 42 impone a los constructores la obligatoriedad de velar por el adecuado manejo y disposición final de los escombros. Por último, en el art. 43 dispone que la municipalidad controlará la movilización de estos residuos al exigir un permiso para ello.

En este sentido, las disposiciones emitidas en la presente ordenanza, aunque no estén destinadas exclusivamente a normar el manejo de los RCD contienen bases jurídicas suficientes para formular una metodología in situ encaminada a su gestión sostenible en las obras viales del Municipio de Atacames.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación, que aborda la formulación de una metodología *in situ* para la gestión sostenible de los residuos de construcción y demolición, se desarrolló en el cantón Atacames, provincia de Esmeraldas, Ecuador.

El cantón Atacames, se encuentra ubicado al suroeste de Esmeraldas en las siguientes coordenadas: latitud norte 0,7971086 y longitud oeste -79,8790841. Limita al norte con el océano Pacífico; al sur con los cantones Muisne y Esmeraldas; al este con el cantón Esmeraldas; y al oeste con el cantón Muisne (ver figuras 1 y 2).

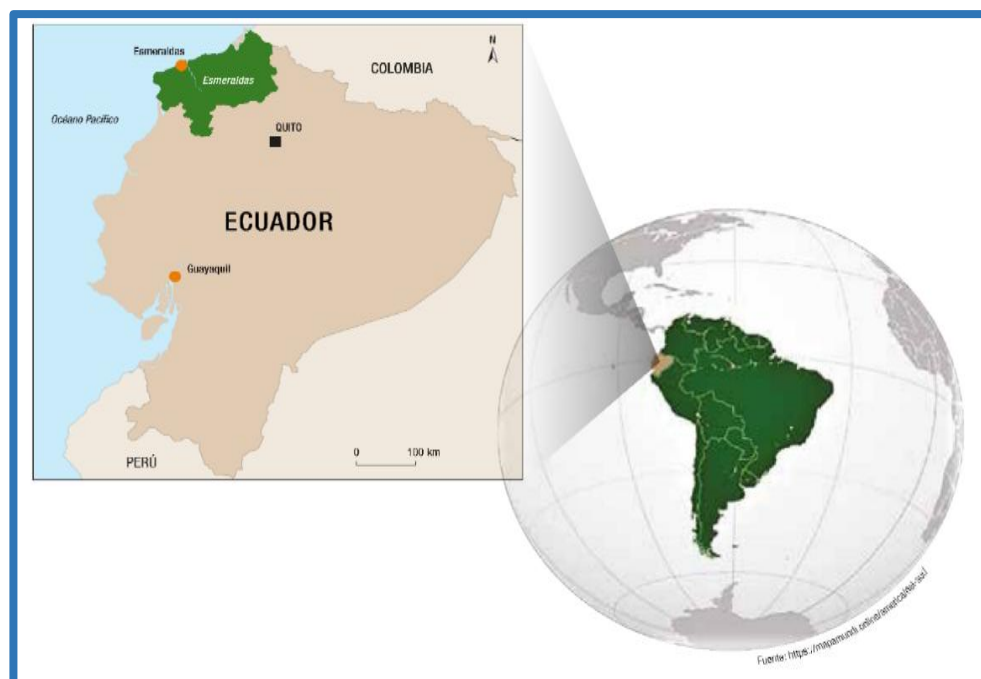
El cantón cuenta con una superficie territorial de 50.826,16 ha y su división política-administrativa la conforman cinco parroquias: una urbana, Atacames, y cuatro rurales: La Unión, Súa, Tonchigüe y Tonsupa (PDOT GADMA, 2019). De acuerdo con los datos del Censo de Población y vivienda del año 2022, el cantón Atacames tiene un total de 51.204 habitantes, de los cuales 24.835 que corresponde al 48,5% pertenecen al género masculino y 26.369 que representa el 51,5% pertenecen al género femenino (INEC, 2022). La población atacameña es mayoritariamente adulta cuyas edades oscilan entre los 30 y 64 años.

En lo que respecta a la prestación de servicios básicos, según datos del PDOT (2019), el porcentaje de viviendas con servicio de energía eléctrica alcanza el 95.7%, mientras que el servicio de aguas servidas por red pública de alcantarillado el 45.1%. Por su parte, las viviendas con abastecimiento de agua potable en el interior alcanzan el 43,7%, y el 75,3 % de los hogares eliminan la basura por medio del carro recolector municipal.

En el tema de manejo de desechos sólidos comunes, Atacames cuenta con un relleno sanitario ubicado en el sector Estero El Tigre, por su parte la gestión de los residuos hospitalarios se realiza a través de un socio estratégico: la compañía GPowerGroup (GADMA, 2024). No obstante, para el manejo, transporte y disposición final de los RCD la municipalidad de Atacames no cuenta con una metodología establecida.

Figura 1

Ubicación del Ecuador y la Provincia de Esmeraldas



Nota. La figura muestra la ubicación geográfica del Ecuador y de la provincia de Esmeraldas dentro del territorio nacional. Fuente: Openedition (2023).

Figura 2

Mapa del Cantón Atacames y sus Parroquias



Nota. La figura muestra los límites y parroquias del cantón Atacames. Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Atacames, PDOT (2019).

3.2 DISEÑO Y ALCANCE

3.2.1 Diseño de la Investigación

El diseño es la columna vertebral de todo proceso investigativo porque define la estructura, el enfoque y el alcance del estudio. Según Sabino (1992), el diseño de la investigación facilita un modelo de verificación que permite contrastar los hechos con las teorías. Siguiendo el criterio de Sabino, esta investigación se enmarca en un diseño de investigación descriptivo y propositivo.

Según Hernández-Sampiere, Fernández y Baptista (2022), un diseño de tipo descriptivo analiza situaciones existentes de un fenómeno sin manipular variables; por

su parte, el diseño propositivo se centra en la formulación de alternativas estructurales de solución al problema estudiado.

3.2.2 Alcance de la Investigación

Según Arias (2012) el alcance de una investigación hace referencia al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio. En este apartado se definen las áreas geográficas, temporales y contextuales que se incluirán, además del tipo de datos que se recopilarán.

En este contexto, el presente estudio se centra en la formulación de una metodología *in situ* para la gestión sostenible de los residuos de construcción y demolición (RCD) que se generen en la obra vial “Regeneración de la Calle Las Acacias con la Construcción de Pavimento Rígido, Aceras y Mobiliario Urbano del Cantón Atacames” a ejecutarse a finales del año 2026 bajo la responsabilidad del GAD Municipal del cantón Atacames. Los resultados servirán de base para replicar esta metodología en otras obras viales de la municipalidad e incluso en otros cantones de la provincia con características geográficas y socioambientales similares.

3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación hace referencia a la clase de estudio que el investigador escoge para dar cumplimiento a los objetivos que se ha propuesto alcanzar con su investigación. Según Muñoz-Pérez et al. (2021), la investigación se clasifica en

aplicativa y descriptiva, porque utiliza conocimientos teóricos y técnicos existentes para resolver problemas prácticos.

En este sentido, este estudio es de tipo descriptivo, porque describe el método de manejo actual de los RCD provenientes de las obras viales ejecutadas por el GAD Municipal de Atacames. Además, describe los efectos técnicos, ambientales y logísticos de la aplicación de una metodología *in situ* de segregación, aprovechamiento y valoración de los residuos en comparación con las prácticas convencionales de manejo.

3.3.2 Métodos de Investigación

En todo proceso investigativo, la recolección de datos es un paso esencial que permite obtener la información bibliográfica y de campo requerida para analizar el problema estudiado. Para ello, se cuenta con varios métodos, técnicas e instrumentos, cuya elección dependerá del investigador y de los objetivos que se haya propuesto alcanzar. Para el desarrollo de la presente investigación, se adoptará el método analítico-sintético, el cual facilitará el análisis en dos fases.

En la primera fase (analítica), se descompondrá el problema en sus componentes esenciales, que comprende la generación, clasificación, manejo, aprovechamiento y disposición de los residuos, con el fin de examinar las principales deficiencias técnicas, operativas y de gestión actual de los RCD en las obras viales del cantón Atacames. En la segunda fase (sintética), se sintetizarán los hallazgos obtenidos, lo que facilitará la formulación de una metodología *in situ* que contemple la segregación, el reciclaje y el monitoreo, para promover la sostenibilidad en las obras viales del GADMA.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

La población para el presente estudio quedó delimitada por las obras civiles viales construidas por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Atacames, en los últimos cinco años, período comprendido entre los años 2021 y 2025, incluyendo proyectos de mantenimiento, rehabilitación y construcción de vías urbanas y rurales. De acuerdo con la base de datos de las direcciones de Obras Públicas y Planificación del GADMA, durante el período establecido se ejecutaron 25 proyectos, los cuales representan el universo de análisis.

3.4.2 Muestra

La muestra constituye la parte de la población que se selecciona para ser estudiada, de la cual se obtienen los datos de primera mano que permiten generar información relevante para la ejecución de la investigación y dar cumplimiento a los objetivos planteados. En el presente estudio, se empleó una muestra no probabilística de tipo intencional o por criterio, por cuanto fue necesaria la observación directa de aspectos específicos relacionados con la generación, manejo y disposición de residuos de construcción y demolición (RCD) en obras ejecutadas por el GAD Municipal de Atacames. Los hallazgos encontrados sirvieron de base para la elaboración de una metodología *in situ*, adaptable posteriormente a la obra de la calle Las Acacias.

La selección intencional de una muestra pequeña de casos posibilita la observación directa y el levantamiento minucioso de información, lo cual prioriza la profundidad del análisis de los casos seleccionados sobre la representatividad estadística. De acuerdo con Creswell y Plano Clark (2011) esto supone identificar y seleccionar

individuos o grupos de individuos que cuenten con conocimientos o experiencia particularmente relevantes sobre el fenómeno estudiado.

Para este caso, el tamaño de la muestra ($n = 4$) estuvo conformado por cuatro obras civiles en proceso de construcción. La selección se fundamentó en criterios técnicos y operativos de inclusión y exclusión. En cuanto a los criterios de inclusión, se consideraron: (i) obras que se encontraban en fase de construcción, (ii) accesibilidad al sitio de la obra, (iii) generación de diversos tipos de RCD asociados a actividades de excavación, movimiento de tierra, pavimentación y construcción de infraestructura vial, y (iv) obras que incluían actividades afines al proyecto de la calle Las Acacias (adoquinado, pavimento, aceras, entre otras).

Esta selección permitió observar de forma directa los flujos reales de los RCD, recopilar información de campo e identificar prácticas y condiciones aplicables como referencia para la formulación de la metodología *in situ* propuesta para la obra de la calle Las Acacias. Por su parte, los criterios de exclusión se establecieron en relación directa con los definidos previamente, con la finalidad de preservar la homogeneidad metodológica de la muestra.

En este contexto, fueron excluidas del estudio: (i) las obras viales que estaban suspendidas al momento de realizar el levantamiento de información, por cuanto era imposible observar los procesos de generación de los RCD en tiempo real; (ii) las obras viales que por su tipo no originan cantidades considerables de RCD, debido a que su inclusión no aportaría datos relevantes para la elaboración de la propuesta; (iii) obras con limitación de ingreso, porque dificultaba la observación directa y el registro de datos de campo; (iv) aquellas cuyos responsables no autorizaron la investigación; y (v) por último, se excluyeron las obras viales menores, porque limitan la aplicación de los instrumentos de investigación.

Las obras que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos conformaron la muestra de la presente investigación (ver tabla 1), de las cuales se pudo obtener la información primaria necesaria para la elaboración de la propuesta de metodología *in situ*, diseñada para su futura aplicación y validación en la obra de la calle Las Acacias y con potencial de adaptación a otras obras viales ejecutadas por el GAD Municipal del cantón Atacames.

Adicionalmente, para complementar el proceso de recolección de datos de campo, se seleccionó una muestra del mismo tipo para la aplicación de una encuesta. La muestra ($n = 20$) estuvo compuesta por veinte actores involucrados directamente en las obras seleccionadas. Para aplicación de la encuesta, el tamaño de la muestra se estableció considerando la disponibilidad del personal en campo, la accesibilidad de los participantes y la necesidad de obtener información que permitiera describir e identificar prácticas relacionadas con la gestión de los RCD en las obras analizadas.

Los datos obtenidos mediante la encuesta fueron contrastados y triangulados con los hallazgos de la observación directa efectuada en las obras. Esta acción permitió contrastar las respuestas proporcionadas por los participantes con las prácticas observadas en campo, fortaleciendo la consistencia de la información obtenida mediante ambas técnicas.

Respecto a las limitaciones, esta investigación presentó las siguientes restricciones: (i) al adoptar una muestra intencional y no probabilística, los resultados obtenidos no pueden generalizarse estadísticamente a la totalidad de las obras viales en etapa de construcción ubicadas en la jurisdicción del cantón Atacames, por cuanto las prácticas identificadas pueden variar dependiendo del tipo de obra, las condiciones ambientales y el tamaño del proyecto. En este sentido, los resultados corresponden específicamente a los casos analizados y su alcance es descriptivo, orientado a proporcionar

información para el diseño de la propuesta metodológica; (ii) temporalidad de las obras, puesto que el estudio se centró en obras en proceso de construcción, lo que implica que los datos recolectados corresponden a un período específico; (iii) disponibilidad de los responsables de las obras para el acceso y entrega de información, lo cual puede generar restricciones en la recopilación de datos; y (iv) la propuesta requiere ser validada mediante su futura aplicación en el proyecto vial de la calle Las Acacias, para evaluar su efectividad técnica y operativa. Sin embargo, las limitaciones señaladas no impiden el cumplimiento del propósito de la investigación, orientado al diseño de una metodología *in situ* adaptada a las condiciones identificadas en las obras municipales analizadas. En consecuencia, la muestra seleccionada resulta pertinente para los objetivos y el alcance descriptivo-propositivo del estudio, aunque sus resultados no pretenden ser estadísticamente representativos ni generalizables a la totalidad de las obras viales del cantón Atacames.

Tabla 1

Obras Viales Seleccionadas Para la Muestra del Estudio

Nº	Nombre de la obra	Estado de la obra	Sector (urbano /rural)
1	Mantenimiento del Puente Bailey sector Miraflores Acceso al Barrio El Triunfo, de la Parroquia y Cantón Atacames.	En construcción	Urbano
2	Construcción de Muro de Contención y Paso Lateral Tiwinza – Juventud Progresista.	En construcción	Urbano

3	Adoquinado en la Malecón de la Playa de Atacames, sector la Bocana del Río Atacames, Parroquia y Cantón Atacames.	En construcción	Urbano
4	Mejoramiento vial calle Paz y Progreso, parroquia Tonsupa, cantón Atacames.	En construcción	Urbano

Nota. La tabla muestra el listado de las obras viales seleccionadas como muestra para el presente estudio.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En relación con el tipo de investigación y los métodos aplicados, para la recolección de datos se emplearon tres técnicas: revisión documental, observación directa y encuesta, las cuales permitieron obtener tanto información teórica como de campo.

Revisión documental. Con la aplicación de esta técnica, se realizó una revisión metódica de la literatura científica, estudios previos, normativa aplicable y documentos institucionales (diseños, términos de referencia, estudios de impacto ambiental, entre otros) relacionados con la gestión de los RCD. La información recabada fue de gran utilidad para fundamentar el marco teórico y contextualizar el problema a nivel internacional, nacional y local.

Observación directa. Se llevó a cabo una observación directa en los sitios de las obras, mediante este procedimiento se pudo obtener datos primarios y reales sobre la generación, segregación, almacenamiento, transporte y disposición final de los RCD.

Encuesta. Además de la revisión bibliográfica y la observación directa, mediante la aplicación de esta técnica se obtuvieron las percepciones, experiencias y criterios técnicos de los actores involucrados en la construcción de obras viales en el cantón

Atacames. La encuesta fue de tipo semiestructurada porque incluyó preguntas abiertas y cerradas, y estuvo dirigida al personal vinculado con la ejecución de las cuatro obras que comprenden la muestra de este estudio, tales como contratistas, técnicos, residentes de obra y personal operativo.

3.6 PROCESAMIENTO DE LA EVALUACIÓN: VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS APLICADOS PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.

El sustento del marco teórico, el diagnóstico y los resultados de la investigación se fundamentaron en tres técnicas alineadas con los objetivos específicos planteados: revisión documental, observación directa y encuesta semiestructurada. Su aplicación facilitó la recolección de datos empíricos y documentales sobre la gestión de los RCD, lo que permitió el contraste de la información recopilada. Los instrumentos de observación y encuesta se estructuraron con base en el problema, los objetivos y las categorías de analíticas del estudio. Para ello, se evaluaron variables como: la generación, clasificación en la fuente, almacenamiento temporal, transporte, aprovechamiento, y disposición final de los RCD, además de las prácticas y técnicas operativas desarrolladas en las obras seleccionadas.

Este diseño permitió asegurar que los ítems incorporados estuvieran orientados específicamente a obtener la información requerida para el diagnóstico y posterior formulación de la propuesta metodológica. En cuanto a la validez de contenido, esta se determinó verificando la correspondencia entre los ítems de los instrumentos, los objetivos específicos, las categorías objeto de análisis y los fundamentos técnicos, normativos y ambientales de la fase documental. Como resultado de este procedimiento, se verificó que las preguntas de la encuesta y los aspectos considerados

en la observación directa guardaran relación con las variables y dimensiones requeridas para caracterizar el manejo de los RCD en las obras analizadas. De esta manera, el criterio de validez se centró en asegurar la pertinencia y coherencia interna del contenido respecto al alcance descriptivo del estudio.

Respecto a la confiabilidad, se procuró condiciones homogéneas durante la aplicación de los instrumentos. La encuesta mantuvo una estructura fija de diez preguntas para los veinte participantes seleccionados, bajo criterios uniformes de levantamiento de información. De igual manera, la observación directa empleó fichas de registro comunes en las cuatro obras seleccionadas, asegurando la homogeneidad en la recopilación y sistematización de los datos. Dado que la encuesta incluyó preguntas abiertas y cerradas enfocadas en describir prácticas, percepciones y condiciones reales, y no en evaluar variables mediante escalas de medición equivalentes, se prescindió del cálculo de coeficientes de consistencia interna como el alfa de Cronbach.

Como estrategia adicional de control de la información, los resultados obtenidos mediante la encuesta fueron contrastados con los hallazgos derivados de la observación directa y con los criterios identificados mediante la revisión documental. Esta triangulación permitió identificar coincidencias y diferencias entre las prácticas declaradas por los participantes y las condiciones observadas directamente en las obras.

En consecuencia, la validez y confiabilidad de los instrumentos se sustentaron desde la pertinencia de su contenido, la uniformidad en su aplicación y el contraste entre las diferentes fuentes de información, en correspondencia con el diseño descriptivo y propositivo de la investigación. Se aclara que estos mecanismos no buscan una validación psicométrica ni pretenden realizar inferencias estadísticas generalizables a todas las obras viales del cantón, sino que respaldan la solidez y consistencia de los

datos obtenidos para el presente estudio. A continuación, se detalla la metodología utilizada para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos.

3.6.1 Metodología del O.E.1.

Diagnosticar las principales deficiencias técnicas, operativas y de gestión en el manejo actual de los residuos de construcción y demolición en las obras viales del cantón Atacames.

Para dar cumplimiento al primer objetivo específico, se realizó una observación directa en las obras las viales seleccionadas, las cuales se encontraban en ejecución bajo la responsabilidad del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Atacames. Esto permitió efectuar un registro sistemático y estructurado de las actividades relacionadas con la generación, segregación, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los residuos de construcción y demolición (RCD) durante las fases constructivas.

A través de esta observación, se analizaron los procedimientos utilizados para el manejo de los RCD, considerando aspectos como los volúmenes aproximados de residuos generados, las condiciones de acopio temporal, la existencia o ausencia de clasificación en la fuente y el cumplimiento de procedimientos técnicos y ambientales asociados a su gestión.

Complementariamente, se utilizó una encuesta semiestructurada para recopilar información relacionada con el manejo actual de los RCD. El instrumento estuvo estructurado con diez preguntas abiertas y cerradas, y fue aplicado a veinte participantes ($n = 20$), entre personal operativo, residentes de obra, técnicos municipales y contratistas vinculados directamente con el proceso de ejecución de las obras previamente seleccionadas. La información obtenida permitió describir las

prácticas y percepciones de los participantes respecto al manejo de los RCD y contrastarlas con las condiciones identificadas mediante la observación directa.

El análisis conjunto de ambas fuentes de información permitió caracterizar las condiciones existentes en las obras seleccionadas e identificar las principales deficiencias técnicas, operativas y de gestión relacionadas con el manejo de los RCD. Los resultados obtenidos tienen un alcance descriptivo y corresponden específicamente a las obras y participantes analizados, por lo que no pretenden establecer generalizaciones estadísticas respecto a la totalidad de las obras viales del cantón Atacames.

3.6.2 Metodología del O.E.2.

Analizar el marco normativo, técnico y ambiental aplicable a la gestión de los RCD, así como los principios de economía circular y sostenibilidad vinculados al sector de la construcción.

Para cumplir el segundo objetivo específico, se realizó una revisión minuciosa, un análisis e interpretación de la literatura científica y técnica vinculada con los principios de economía circular y sostenibilidad en el sector de la construcción, conjuntamente con la normativa ecuatoriana vigente, ordenanzas municipales, reglamentos y lineamientos técnicos aplicados a la gestión de los RCD.

La información recopilada fue organizada en una matriz de análisis con la finalidad de identificar y sistematizar los criterios técnicos, obligaciones normativas y principios ambientales relacionados con la gestión de los RCD. Este procedimiento permitió establecer los fundamentos técnicos y normativos utilizados posteriormente para estructurar los componentes de la metodología *in situ*.

La revisión documental también constituyó una fuente complementaria para contrastar las prácticas identificadas mediante la observación directa y la encuesta con los requerimientos técnicos, ambientales y normativos aplicables, contribuyendo de esta manera a la triangulación de la información utilizada en la investigación.

3.6.3 Metodología del O.E.3.

Diseñar una metodología in situ estructurada que establezca procedimientos estandarizados para la planificación, segregación, aprovechamiento y control de los RCD en obras viales municipales.

La metodología utilizada para el cumplimiento del tercer objetivo específico integró la información primaria obtenida a partir de la observación directa realizada en las obras seleccionadas y los datos recabados en la aplicación de la encuesta, conjuntamente con la información teórica obtenida de la revisión y análisis de la literatura científica y la normativa vigente. La integración de esta información permitió identificar las deficiencias relacionadas con la gestión de los RCD y los requerimientos técnicos, ambientales y operativos considerados para la formulación de la propuesta.

Con base en la integración de la información obtenida, se estructuró la metodología *in situ* propuesta para la gestión sostenible de los residuos de construcción y demolición generados en la obra vial “Regeneración de la Calle Las Acacias con la Construcción de Pavimento Rígido, Aceras y Mobiliario Urbano del Cantón Atacames”. Esta metodología contempla procedimientos técnicos orientados a la planificación de la gestión de los RCD, la segregación en la fuente, lineamientos para el almacenamiento temporal, el aprovechamiento, el registro, el control y el seguimiento durante las diferentes fases del proceso de constructivo.

La metodología propuesta contempla su incorporación en el software InterPro, una herramienta tecnológica de apoyo que contribuye a la planificación y gestión eficiente

de proyectos de construcción. Su utilización permitirá incorporar todos los procesos de gestión de los RCD como una actividad esencial dentro del cronograma de trabajo de la obra.

La metodología ha sido diseñada inicialmente para su futura aplicación en la obra vial de la calle Las Acacias. Por lo tanto, su alcance en esta investigación corresponde a su diseño y factibilidad, el cual está respaldado por el diagnóstico, la revisión documental y la integración de la información obtenida, mientras que, su efectividad deberá ser evaluada posteriormente mediante su aplicación en dicha obra.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de Resultados O.E.1.

Principales deficiencias técnicas, operativas y de gestión en el manejo actual de los RCD en las obras viales del cantón Atacames.

4.1.1 Resultados de la observación directa en obras viales en ejecución

Para diagnosticar la metodología utilizada por el GAD Municipal de Atacames, en el manejo actual de los RCD en las obras viales en ejecución, se realizó una observación directa en cuatro obras viales seleccionadas como muestra:

1. Mantenimiento del puente Bailey sector Miraflores, acceso al barrio El Triunfo, de la parroquia y cantón Atacames.
2. Construcción de muro de contención y paso lateral Tiwinza – Juventud Progresista.
3. Adoquinado en el malecón de la playa de Atacames, sector la bocana del río Atacames, parroquia y cantón Atacames.
4. Mejoramiento vial de la calle Paz y Progreso, parroquia Tonsupa, cantón Atacames.

OBRA # 1 Mantenimiento del puente Bailey sector Miraflores acceso al barrio El Triunfo, de la parroquia y cantón Atacames.

Área de intervención: 241,19 m²

Figura 3

Ubicación de la Obra: Puente Bailey Sector Miraflores, Acceso al Barrio el Triunfo



Nota. La figura presenta el área de emplazamiento de la obra y su zona de influencia. Elaboración propia con base en datos proporcionados por las Direcciones de Obras Públicas y Planificación del GADMA (2025).

Tabla 2

Coordenadas de Ubicación de la Obra: Puente Bailey Sector Miraflores, Acceso al Barrio el Triunfo

Nº	(X):	(Y):	Altitud: (msnm):
P1	0.8666913	79.849692	4.17
P2	0.8668700	79.849712	4.17
P3	0.8668910	79.849401	4.17
P4	0.8669390	79.849410	4.17
P5	0.8666913	79.849692	4.17

Nota. La tabla muestra las coordenadas de ubicación de la obra puente Bailey sector Miraflores. Elaboración propia con base en datos proporcionados por las Direcciones de Obras Públicas y Planificación del GADMA (2025).

OBRA # 2 Construcción de Muro de Contención y Paso Lateral Tiwinza – Juventud Progresista.

Área de intervención: 7.116.45 m²

Figura 4

Ubicación y Extensión de la Obra: Muro de Contención y Paso Lateral Tiwinza



Nota. La figura presenta la ubicación y extensión de la obra paso lateral Tiwinza. Elaboración propia con base en información proporcionada por las Direcciones de Obras Públicas y Planificación del GADMA (2025).

Tabla 3

Coordenadas de Ubicación de la Obra: Muro de Contención y Paso Lateral Tiwinza

Nº	(X):	(Y):	Altitud: (msnm):
P1	0.872235	79.848320	6.71
P2	0.872420	79.845360	6.71
P3	0.872785	79.844855	6.71
P4	0.873047	79.844204	6.71
P5	0.873146	79.843168	6.71
P6	0.873017	79.842936	6.71
P7	0.872581	79.842584	6.71
P8	0.872547	79.842409	6.71
P9	0.873271	79.841275	6.71
P10	0.873218	79.841237	6.71

P11	0.872456	79.842369	6.71
P12	0.872466	79.842605	6.71
P13	0.872997	79.843026	6.71
P14	0.873084	79.843204	6.71
P15	0.872911	79.844413	6.71
P16	0.872300	79.845343	6.71
P17	0.872099	79.845373	6.71
P18	0.871936	79.845437	6.71
P19	0.872062	79.845597	6.71

Nota. La tabla muestra las coordenadas de ubicación de la obra muro de contención y paso lateral Tiwinza. Elaboración propia con base en datos proporcionados por las Direcciones de Obras Públicas y Planificación del GADMA (2025).

OBRA # 3 Adoquinado en el Malecón de la Playa de Atacames, sector la Bocana del Río Atacames, Parroquia y Cantón Atacames.

Área de intervención: 4.095,98 m²

Figura 5

Ubicación y Extensión de la Obra: Adoquinado en el Malecón de la Playa de Atacames, Sector La Bocana



Nota. La figura muestra la ubicación geográfica y la extensión de la obra malecón de la playa. Elaboración propia con base en datos proporcionados por las Direcciones de Obras Públicas y Planificación del GADMA (2025).

Tabla 4

Coordenadas de Ubicación de la Obra: Adoquinado en el Malecón de la Playa de Atacames, La Bocana

Nº	(X):	(Y):	Altitud: (msnm):
P1	0.877040	79.844462	1.4
P2	0.877744	79.843323	1.4
P3	0.878427	79.841729	1.4
P4	0.878354	79.841595	1.4
P5	0.878223	79.841599	1.4
P6	0.878070	79.841745	1.4
P7	0.878134	79.841828	1.4
P8	0.878201	79.841851	1.4
P9	0.877679	79.843340	1.4
P10	0.876959	79.84	1.4

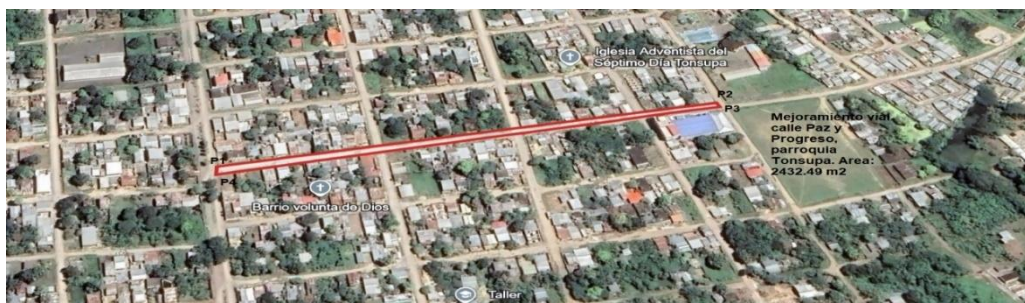
Nota. La tabla muestra las coordenadas de ubicación de la obra adoquinado en el malecón de la playa. Elaboración propia con base en datos proporcionados por las Direcciones de Obras Públicas y Planificación del GADMA (2025).

OBRA # 4 Mejoramiento vial calle Paz y Progreso, parroquia Tonsupa, cantón Atacames.

Área de intervención: 2.432.49 m²

Figura 6

Ubicación y Extensión de la Obra: Mejoramiento Vial Calle Paz y Progreso, Parroquia Tonsupa



Nota. La figura muestra la ubicación geográfica de la obra mejoramiento vial de la calle Paz y Progreso. Elaboración propia con base en datos proporcionados por las Direcciones de Obras Públicas y Planificación del GADMA (2025).

Tabla 5

Coordenadas de Ubicación de la Obra: Mejoramiento Vial Calle Paz y Progreso, Parroquia Tonsupa, Cantón Atacames

Nº	(X):	(Y):	Altitud: (msnm):
P1	0.878007	79.814456	15.3
P2	0.879680	79.811646	15.3
P3	0.879613	79.811592	15.3
P4	0.877946	79.914411	15.3

Nota. La tabla muestra las coordenadas de ubicación de la obra mejoramiento vial calle Paz y Progreso. Elaboración propia con base en datos proporcionados por las Direcciones de Obras Públicas y Planificación del GADMA (2025).

Para llevar a cabo la observación directa de campo, se utilizó una ficha de observación estructurada compuesta por 8 ítems, los cuales permitieron determinar las condiciones reales del manejo de los RCD en el área de obra (ver Anexo 1). A través de este instrumento, se registró de manera sistemática la información general de la obra observada, así como la identificación del tipo de residuos generados, la segregación de residuos en la fuente, el almacenamiento temporal, el transporte y la disposición, el aprovechamiento o reutilización, el control y gestión, y la evaluación general del manejo de los residuos generados en las diferentes etapas constructivas. A continuación, se presentan los datos obtenidos de la observación:

Aspecto Observado 1: Segregación de Residuos en la fuente

Tabla 6

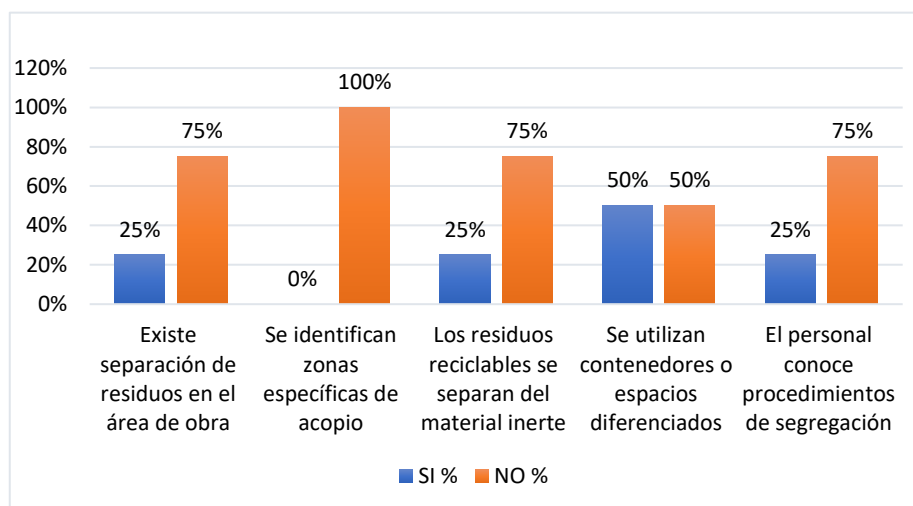
Datos del Aspecto Observado 1: Segregación de los Residuos en la Fuente

Criterios evaluados	Si		No	
	Nº	%	Nº	%
Existe separación de residuos en el área de obra	1	25%	3	75%
Se identifican zonas específicas de acopio	0	0%	4	100%
Los residuos reciclables se separan del material inerte	1	25%	3	75%
Se utilizan contenedores o espacios diferenciados	2	50%	2	50%
El personal conoce procedimientos de segregación	1	25%	3	75%

Nota. La tabla muestra la forma de segregación de los residuos en la fuente, con base en la observación directa en las obras viales seleccionadas para el presente estudio. Elaboración propia (2026).

Figura 7

Resultados del Aspecto Observado 1: Segregación de los Residuos en la Fuente



Nota. La figura muestra la distribución de porcentajes de acuerdo con las formas de segregación de los residuos en la fuente, con base en la observación directa realizada en las obras viales seleccionadas para el estudio. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos

De lo observado en las obras viales visitadas, se pudo evidenciar que en ninguna de ellas (100%) existe una adecuada segregación de los residuos en la fuente. Los materiales provenientes de excavaciones, demoliciones y otras actividades propias del proceso constructivo son dispuestos sin una clasificación previa que permita diferenciar los distintos tipos, lo que limita su reaprovechamiento y evidencia debilidades en los procesos de capacitación y control ambiental.

Aspecto Observado 2: Almacenamiento Temporal de los RCD

Tabla 7

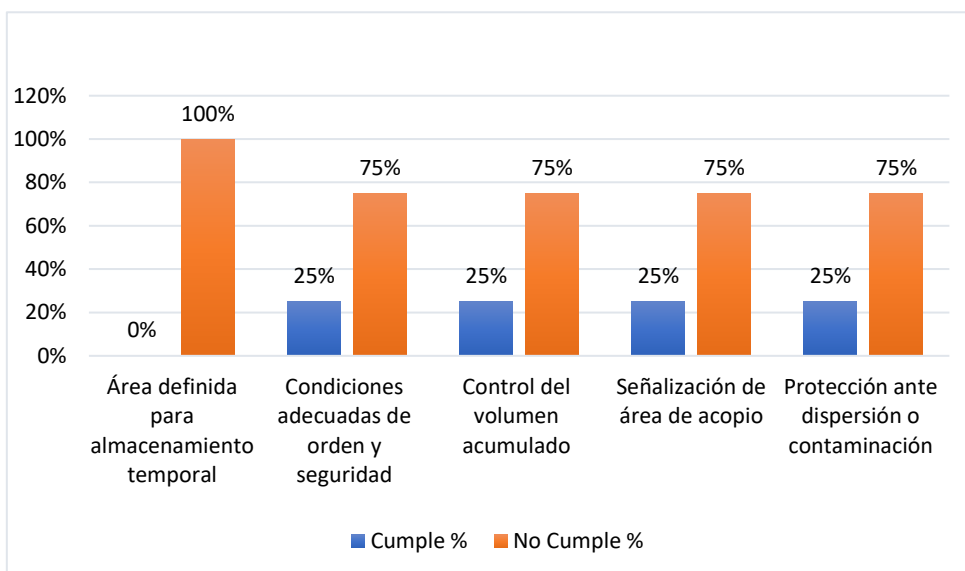
Datos del Aspecto Observado 2: Almacenamiento Temporal de los RCD

Criterios evaluados	Cumple		No Cumple	
	Nº	%	Nº	%
Área definida para almacenamiento temporal	0	0%	4	100%
Condiciones adecuadas de orden y seguridad	1	25%	3	75%
Control del volumen acumulado	1	25%	3	75%
Señalización de área de acopio	1	25%	3	75%
Protección ante dispersión o contaminación	1	25%	3	75%

Nota. La tabla muestra cómo se almacenan temporalmente los RCD en las obras viales observadas. Elaboración propia (2026).

Figura 8

Resultados del Aspecto Observado 2: Almacenamiento Temporal de los RCD



Nota. La figura muestra la distribución de porcentajes según las formas de almacenamiento temporal de los RCD, con base en la observación directa realizada en las obras viales seleccionadas para el estudio. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos

En las obras visitadas también se evaluó la existencia de áreas definidas para el almacenamiento temporal de los RCD. En este aspecto, se evidenció que en ninguna de ellas (100%) se cuenta con este espacio exclusivo; aunque ocasionalmente se usan contenedores o espacios diferenciados, solamente el 25% cumple con los criterios técnicos necesarios que garanticen su adecuado manejo. Además, constató que estos lugares no presentan condiciones adecuadas de seguridad ni herramientas que faciliten el control del volumen de residuos acumulados, lo que genera riesgos a la seguridad laboral y afectaciones al entorno. Adicionalmente, el control y la señalización de los contenedores presentan un cumplimiento parcial, por cuanto no se identificaron elementos visuales que permitan identificarlos claramente.

Aspecto Observado 3: Transporte y Disposición de los RCD

Tabla 8

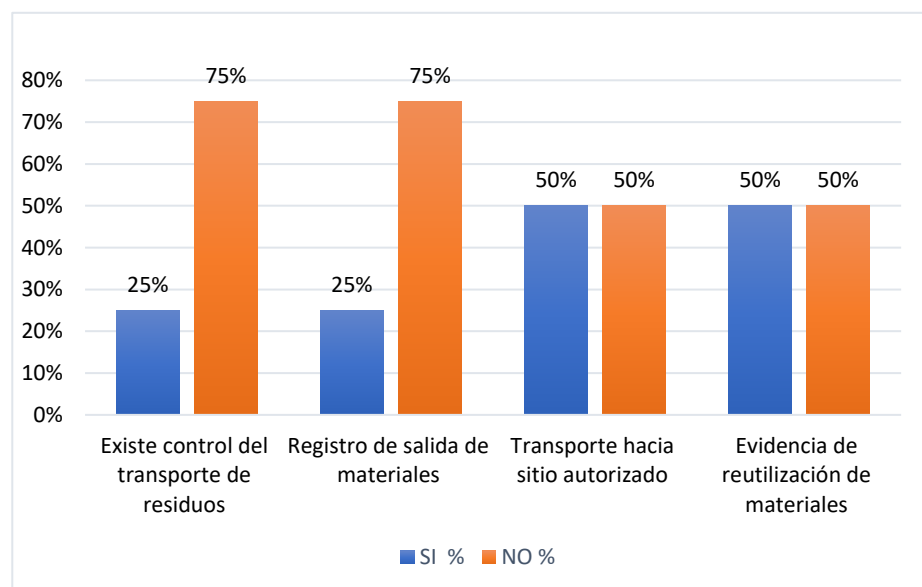
Datos del Aspecto Observado 3: Transporte y Disposición de los RCD

Criterios evaluados	SI		NO	
	Nº	%	Nº	%
Existe control del transporte de residuos	1	25%	3	75%
Registro de salida de materiales	1	25%	3	75%
Transporte hacia sitio autorizado	2	50%	2	50%
Evidencia de reutilización de materiales	2	50%	2	50%

Nota. La tabla muestra los datos obtenidos a través de la observación directa en las obras viales seleccionadas, relacionados con el transporte y disposición final de los RCD. Elaboración propia (2026).

Figura 9

Resultados del Aspecto Observado 3: Transporte y Disposición de los RCD



Nota. El gráfico muestra la distribución de los porcentajes obtenidos de los aspectos observados en el sitio de las obras seleccionadas para el estudio, en relación con el transporte y disposición final de los RCD. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos

En la observación realizada se comprobó que solo en el 25% de las obras visitadas se lleva un control y registro del traslado de los residuos. Esta falta de información dificulta la cuantificación y el conocimiento de los volúmenes de RCD generados. En lo que respecta a la disposición final, en el 50% de las obras se constató el transporte de los residuos a otros sitios (aparentemente adecuados); de igual manera, se evidenció que ciertos materiales, producto de las excavaciones, son utilizados para rellenos o nivelación. Sin embargo, esta acción no obedece a una planificación para el aprovechamiento de los residuos, sino más bien a una necesidad operativa, lo que deja en evidencia las debilidades en la gestión sostenible de estos materiales.

Aspecto Observado 4: Aprovechamiento o Reutilización de los RCD

Tabla 9

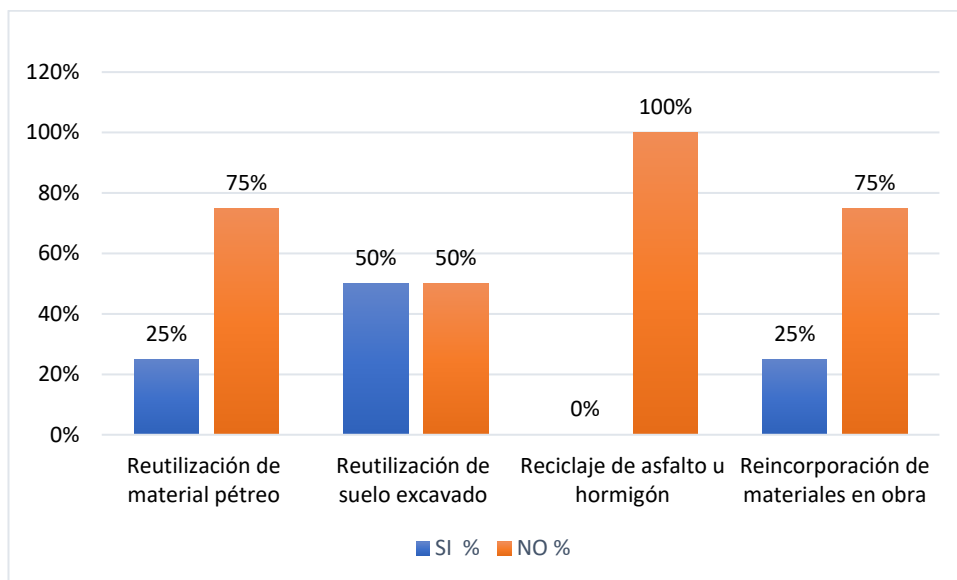
Datos del Aspecto Observado 4: Aprovechamiento o Reutilización de los RCD

Tipo de aprovechamiento observado	SI		NO	
	Nº	%	Nº	%
Reutilización de material pétreo	1	25%	3	75%
Reutilización de suelo excavado	2	50%	2	50%
Reciclaje de asfalto u hormigón	0	0%	4	100%
Reincorporación de materiales en obra	1	25%	3	75%

Nota. La tabla muestra los datos obtenidos a través de la observación directa en las obras viales seleccionadas, relacionados con el aprovechamiento o reutilización de los RCD. Elaboración propia (2026).

Figura 10

Resultados del Aspecto Observado 4: Aprovechamiento o Reutilización de los RCD



Nota. La figura muestra la distribución porcentual de aspectos observados en el sitio de las obras, en relación con el aprovechamiento o reutilización de los RCD. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos:

Según lo observado en las obras visitadas el suelo excavado es el material que más se aprovecha (en un 50%), el cual es utilizado para trabajos de relleno o nivelación dentro de la misma obra. Por su parte, el material pétreo se reutiliza en menor medida (solo el 25%); además, se verificó que en ninguna de las obras observadas se recicla asfalto u hormigón. Estos datos dejan en evidencia el limitado aprovechamiento de los RCD por parte de los responsables de las obras, lo que acarrea mayores costos por concepto de compra de materia prima y transporte de los desechos.

Aspecto Observado 5: Control y Gestión de los RCD

Tabla 10

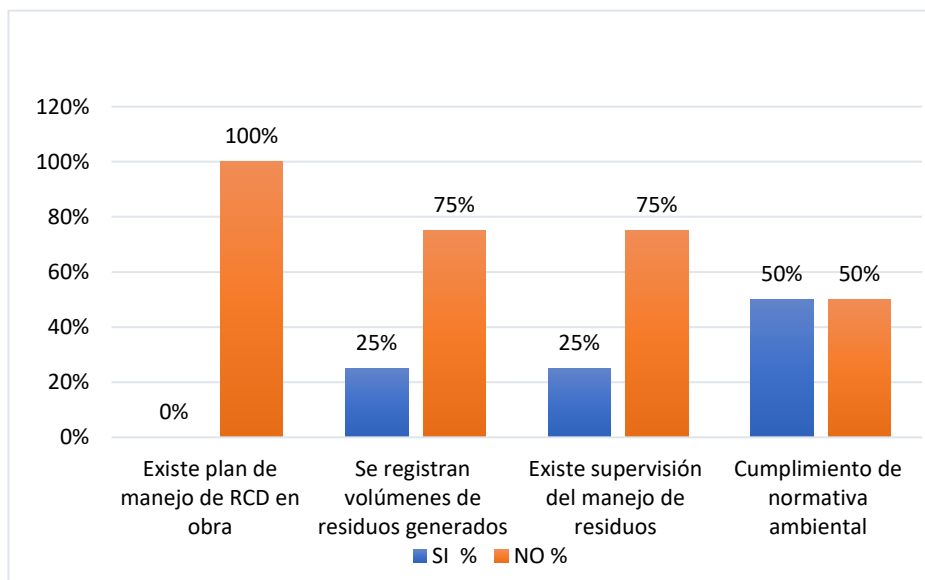
Datos del Aspecto Observado 5: Control y Gestión de los RCD

Criterios evaluados	SI		NO	
	Nº	%	Nº	%
Existe plan de manejo de RCD en obra	0	0%	4	100%
Se registran volúmenes de residuos generados	1	25%	3	75%
Existe supervisión del manejo de residuos	1	25%	3	75%
Cumplimiento de normativa ambiental	2	50%	2	50%

Nota. La tabla muestra los datos obtenidos de la observación directa en las obras viales seleccionadas, relacionados con el control y gestión de RCD. Elaboración propia (2026).

Figura 11

Resultados del Aspecto Observado 5: Control y Gestión de los RCD



Nota. La figura muestra la distribución de los porcentajes de los aspectos observados en el sitio de las obras seleccionada, respecto al control y gestión de los RCD. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos

Según lo observado, en ninguna de las obras se cuenta con un plan de gestión de los RCD, y en su mayoría (75%) tampoco se dispone de mecanismos claros de registro y supervisión. En lo relacionado con el cumplimiento de la normativa ambiental, se probó que solo en el 50% de las obras este es de nivel medio. Estos porcentajes dejan en claro que existe una debilidad tanto en la gestión administrativa como ambiental de los RCD generados en las obras viales que ejecuta el Municipio de Atacames.

Aspecto Observado 6: Evaluación General del Manejo de los RCD

Tabla 11

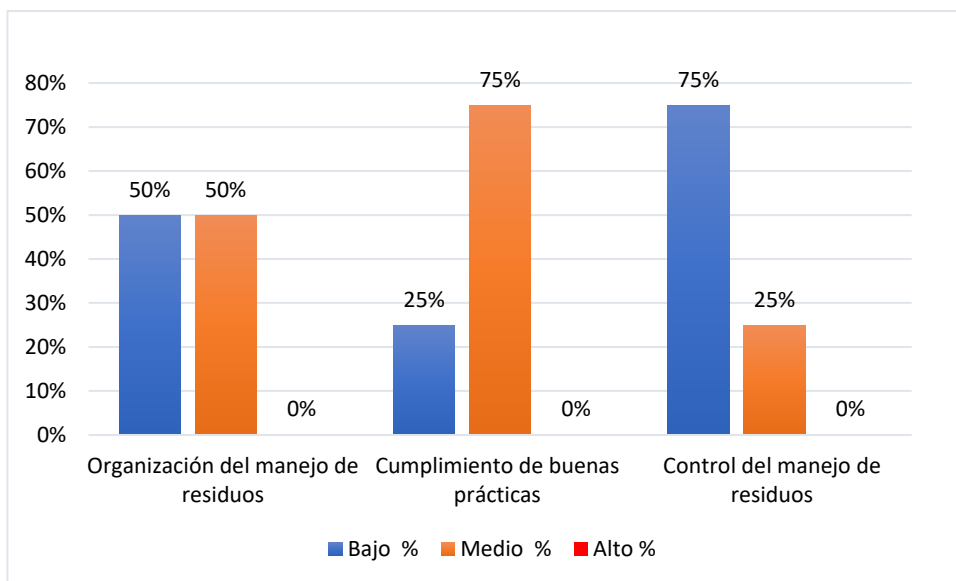
Datos del Aspecto Observado 6: Evaluación General del Manejo de los RCD

Aspectos evaluados	Bajo		Medio		Alto	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Organización del manejo de residuos	2	50%	2	50%	0	0%
Cumplimiento de buenas prácticas	1	25%	3	75%	0	0%
Control del manejo de residuos	3	75%	1	25%	0	0%

Nota. La tabla muestra los datos obtenidos de la observación directa en las cuatro obras seleccionadas, relacionados con la evaluación general del manejo de los RCD. Elaboración propia (2026).

Figura 12

Resultados del Aspecto Observado 6: Evaluación general del manejo de los RCD



Nota. La figura muestra los resultados obtenidos de la observación directa en los sitios de las obras seleccionadas, relacionados con la evaluación general de los RCD. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos:

En términos generales, la observación de campo permitió identificar que, en las obras viales analizadas, existe un nivel bajo de control, una limitada organización y un nivel medio de cumplimiento de buenas prácticas relacionadas con el manejo de los RCD. Estos resultados permiten caracterizar las principales deficiencias técnicas, operativas y de gestión existentes en los casos estudiados, lo que constituye información de diagnóstico para sustentar el diseño de una metodología *in situ* orientada a mejorar la gestión de estos residuos en las obras viales municipales.

4.1.2 Resultados de la aplicación de encuestas

Para complementar el estudio de campo, después de la observación directa en cuatro obras viales municipales, se aplicó una encuesta semiestructurada con el propósito de obtener información cuantitativa y cualitativa sobre la gestión actual de los RCD por parte del GAD Municipal del cantón Atacames. Dicha encuesta fue aplicada a 20 actores clave directamente relacionados con la ejecución de las obras viales del Municipio de Atacames, entre ellos figuran 5 técnicos municipales, 5 contratistas, 6 trabajadores del personal operativo y 4 residentes de obra, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, que consideró criterios de experiencia y accesibilidad. A continuación, se presentan los resultados de la encuesta:

Pregunta 1. ¿En las obras ejecutadas por el GAD Municipal de Atacames se implementa algún proceso específico para el manejo de los residuos de construcción y demolición (RCD)?

Tabla 12

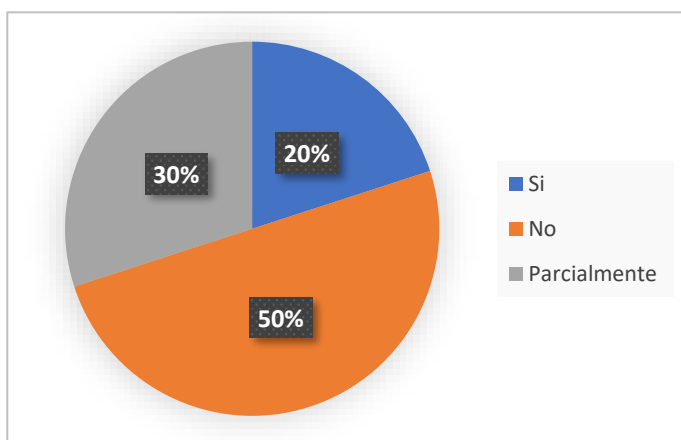
Implementación de Proceso para el Manejo de los RCD

Opción de respuesta	Número de respuestas	Porcentaje
Si	4	20%
No	10	50%
Parcialmente	6	30%
Total	20	100%

Nota. La tabla presenta las respuestas obtenidas en la encuesta, respecto a la implementación de procesos de manejo de los RCD. Elaboración propia (2026).

Figura 13

Implementación de Proceso para el Manejo de los RCD



Nota. La figura muestra los porcentajes de respuestas obtenidas en relación a la implementación de procesos para el manejo de los RCD. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos

Los datos de la encuesta muestran que el 50% de los encuestados manifestó que en la ejecución de las obras viales municipales no se aplica un proceso específico para el manejo de los RCD, mientras que el 30% indicó que se aplica de forma parcial y solo el 20% señaló que se implementa formalmente.

Estos resultados reflejan, desde la percepción de los actores involucrados, una limitada implementación de procedimientos estructurados para el manejo de los RCD en las obras viales municipales. Esta distribución, contrastada con la información obtenida mediante la observación directa, permite identificar la necesidad de fortalecer la planificación técnica y operativa de la gestión de estos residuos en las obras analizadas.

Pregunta 2. ¿Cómo califica usted el manejo de los RCD dentro del área de trabajo?

Tabla 13

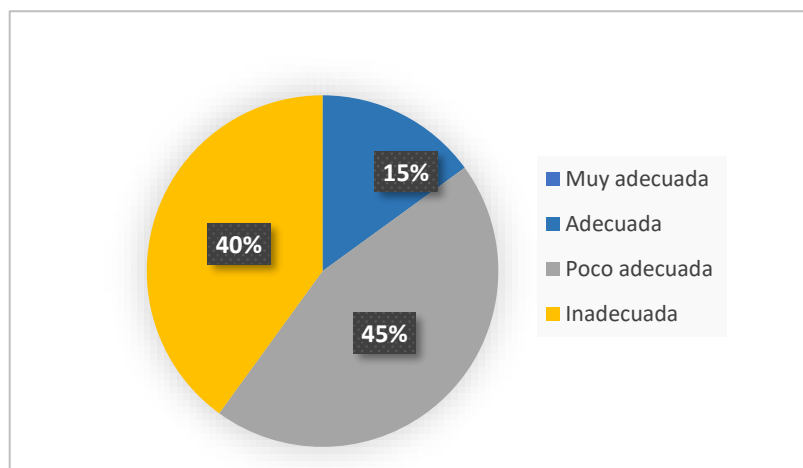
Calificación del Manejo de los RCD

Opción de respuesta	Número de respuestas	Porcentaje
Muy adecuado	0	0%
Adecuado	3	15%
Poco adecuado	9	45%
Inadecuado	8	40%
Total	20	100%

Nota. La tabla muestra las respuestas de la encuesta respecto a la valoración del manejo de los RCD en las obras analizadas. Elaboración propia (2026).

Figura 14

Calificación del Manejo de los RCD



Nota. La figura muestra la distribución porcentual de respuestas obtenidas en relación a la valoración del manejo de los RCD en las obras analizadas. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos

De acuerdo con las respuestas de los encuestados, sobre cómo califican el manejo actual de los RCD generados en las obras viales municipales, el 45% lo califica como poco adecuado, el 40% como inadecuado y solo el 15% como adecuado. En consecuencia, ninguno de los participantes califica el manejo de los RCD como muy adecuado.

Esta valoración emitida por el personal involucrado directamente en la ejecución de las obras viales, refleja resultados predominantemente desfavorables respecto al manejo de los RCD. Al contrastar estos porcentajes con los hallazgos de la observación de campo, se identifican deficiencias asociadas con la planificación, el control técnico y operativo, así como la falta de aplicación de buenas prácticas ambientales, aspectos que constituyen elementos de diagnóstico para el diseño de la metodología *in situ* propuesta.

Pregunta 3. ¿Considera usted que se realiza la separación y clasificación de los RCD en el sitio de la obra?

Tabla 14

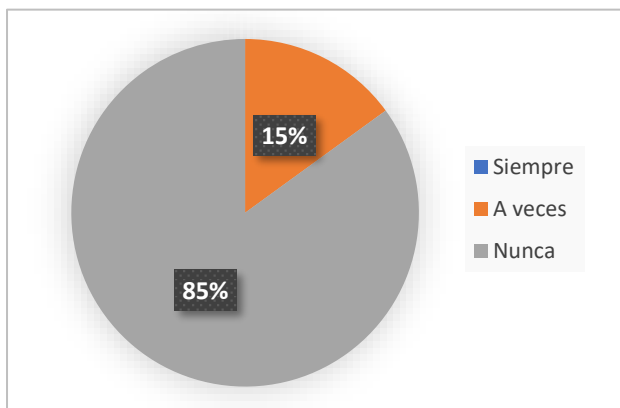
Separación y Clasificación de los RCD

Opción de respuesta	Número de respuestas	Porcentaje
Siempre	0	0%
A veces	3	15%
Nunca	17	85%
Total	20	100%

Nota. La tabla muestra las respuestas de la encuesta, respecto a la separación y clasificación de los RCD en el sitio de las obras visitadas. Elaboración propia (2026).

Figura 15

Separación y Clasificación de los RCD



Nota. La figura muestra la distribución porcentual de las respuestas obtenidas, respecto a la separación y clasificación de los RCD. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos

En la tercera interrogante de la encuesta, el 85% de los participantes manifestó que nunca se realiza la separación o clasificación de los RCD en el sitio de la obra, mientras que el 15% indicó que esta práctica se lleva a cabo de manera ocasional. Estos datos reflejan que en las obras viales que ejecuta el GADMA existe una limitada aplicación de mecanismos de segregación en la fuente y manejo técnico de los RCD en las obras analizadas; situación que coincide con los hallazgos obtenidos mediante la observación directa. La ausencia o aplicación ocasional de estos mecanismos limita el aprovechamiento de estos residuos que pueden reutilizarse, lo cual favorece a su vez el incremento del volumen de RCD generados.

Pregunta 4. ¿Según su experiencia ¿Cuáles considera que son las principales dificultades técnicas para el manejo de los RCD?

Tabla 15

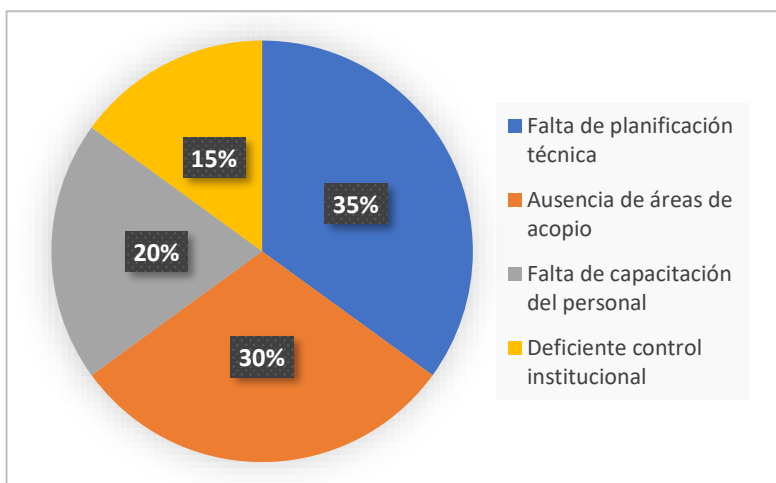
Dificultades Técnicas para el Manejo de los RCD

Opción de respuesta	Número de respuestas	Porcentaje
Falta de planificación técnica	7	35%
Ausencia de áreas de acopio	6	30%
Falta de capacitación del personal	4	20%
Deficiente control institucional	3	15%
Total	20	100%

Nota. La tabla muestra las dificultades técnicas para el manejo de los RCD, según las perspectivas obtenidas de la encuesta aplicada a los 20 actores involucrados en el proceso constructivo de las obras analizadas. Elaboración propia (2026).

Figura 16

Dificultades Técnicas para el Manejo de los RCD



Nota. La figura muestra la distribución porcentual de las respuestas obtenidas en la encuesta respecto a las dificultades técnicas para el manejo de los RCD. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos

Según la experiencia de los encuestados, el 35% identificó que la falta de planificación técnica es la principal dificultad para el manejo de los RCD, seguida de la ausencia de áreas de acopio con el 30%, la falta de capacitación del personal con el 20% y el deficiente control institucional con el 15%. Estos resultados permiten identificar desde la perspectiva de los encuestados, aspectos técnicos y organizativos que requieren especial atención para fortalecer la gestión de los RCD en las obras viales municipales.

Pregunta 5. ¿Se designa un espacio definido para el acopio temporal de los RCD que se generan en la ejecución de las obras viales?

Tabla 16

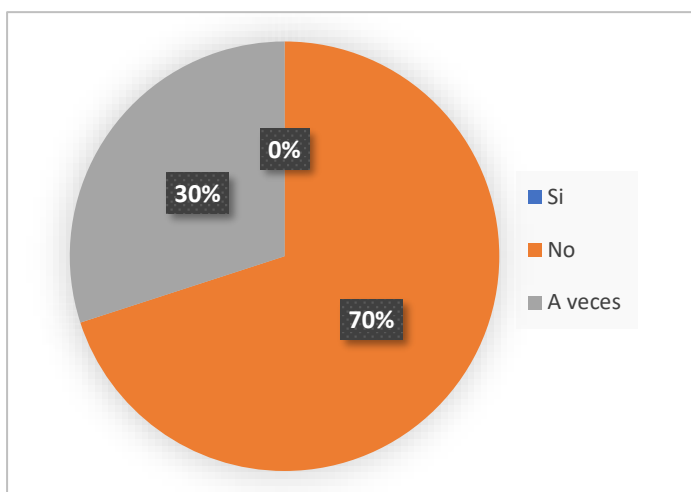
Definición de Espacio para el Acopio Temporal de los RCD

Opción de respuesta	Número de respuestas	Porcentaje
Si	0	0%
No	14	70%
A veces	6	30%
Total	20	100%

Nota. La tabla muestra las respuestas obtenidas de la encuesta aplicada a los actores involucrados en la construcción de obras viales municipales, respecto a la designación de espacios para el acopio temporal de los RCD. Elaboración propia (2026).

Figura 17

Definición de Espacio para el Acopio Temporal de los RCD



Nota. La figura muestra la distribución porcentual de respuestas obtenidas en la encuesta respecto a la designación de espacios para el acopio temporal de los RCD. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos

De acuerdo con los resultados de la encuesta, el 70% de los actores consultados manifestó que, en las obras municipales, no se designa un espacio específico para el acopio temporal de los RCD, mientras que el 30% indicó que esta práctica se efectúa solo ocasionalmente. Esto refleja una limitada planificación operativa en la gestión de los RCD en lo que respecta a la consideración del almacenamiento temporal. Esta condición puede dificultar la organización, clasificación y control de los residuos generados durante el proceso constructivo, por lo que constituye un aspecto relevante que debe ser considerado en el diseño de la metodología *in situ* propuesta.

Pregunta 6. ¿El personal que participa en la ejecución de las obras viales del GAD municipal de Atacames recibe capacitación sobre el manejo adecuado de los RCD?

Tabla 17

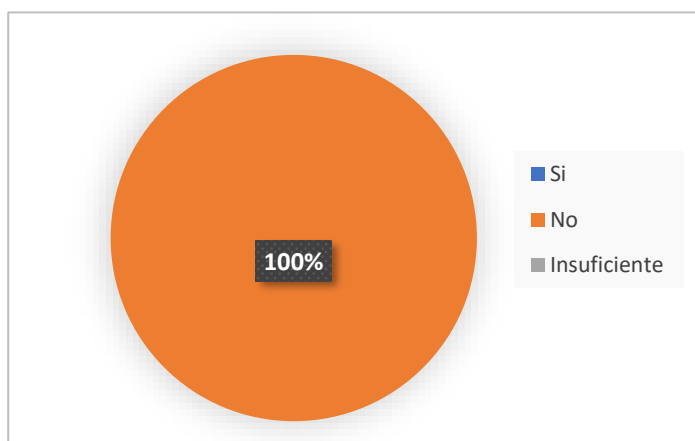
Capacitación al Personal de la Obra

Opción de respuesta	Número de respuestas	Porcentaje
Si	0	0%
No	20	100%
Insuficiente	0	0%
Total	20	100%

Nota. La tabla muestra las repuestas brindadas por los encuestados al consultarles si reciben capacitación sobre el manejo de los RCD. Elaboración propia (2026).

Figura 18

Capacitación al Personal de la Obra



Nota. La figura muestra la distribución porcentual de respuestas brindadas por los encuestados al consultarles si reciben capacitación sobre el manejo de los RCD. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos

Según los resultados de la encuesta, el 100% de los consultados manifestó no recibir capacitación específica sobre el manejo adecuado de los RCD. Este resultado, evidencia, en los casos analizados, una limitada formación del personal en este tema. Por lo tanto, la capacitación constituye un aspecto fundamental que debe ser considerado dentro de la metodología *in situ* propuesta, particularmente en lo relacionado con la segregación en la fuente, el almacenamiento temporal, el aprovechamiento y la aplicación de procedimientos adecuados para el manejo de este tipo de residuos.

Pregunta 7. ¿En su opinión el manejo actual de los RCD generados en las obras viales que ha ejecutado el GAD Municipal de Atacames ha generado impactos ambientales visibles?

Tabla 18

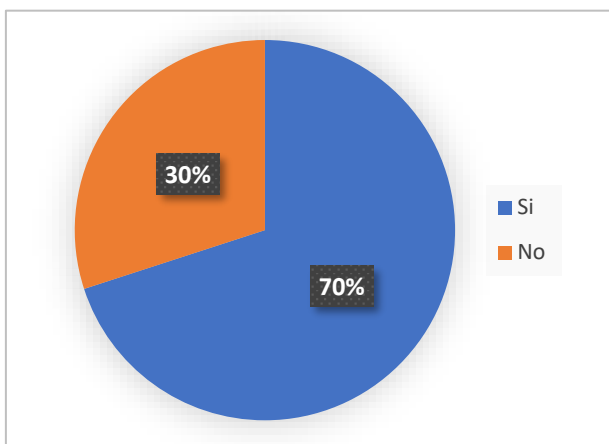
Impactos Ambientales Visibles

Opción de respuesta	Número de respuesta	Porcentaje
Si	14	70%
No	6	30%
Total	20	100%

Nota. La tabla muestra las respuestas proporcionadas por los participantes en relación con la generación de impactos ambientales visibles. Elaboración propia (2026).

Figura 19

Impactos Ambientales Visibles



Nota. La figura muestra la distribución porcentual de las respuestas, en relación con la generación de impactos ambientales en las obras analizadas. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos

Al consultar sobre la presencia de impactos ambientales visibles derivados del manejo de los RCD durante el proceso constructivo, el 70% de los participantes afirmó haber identificado este tipo de afectaciones, frente a un 30% que respondió no haberlos observado. Esta percepción concuerda con los resultados de la observación directa, donde se evidenciaron deficiencias en la segregación de los residuos en la fuente, carencia de espacios específicos de acopio temporal y un limitado control de su manejo en las obras analizadas. Estos indicadores permiten identificar condiciones de gestión que requieren robustecerse como medidas de prevención y control ambiental dentro de las obras viales municipales.

Pregunta 8. ¿Cómo evalúa usted el control y supervisión institucional respecto a la gestión de los RCD en las obras viales?

Tabla 19

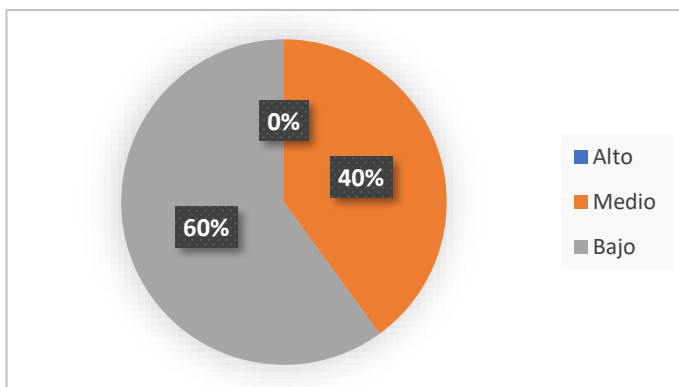
Control y Supervisión Institucional

Opción de respuesta	Número de respuestas	Porcentaje
Alto	0	0%
Medio	8	40%
Bajo	12	60%
Total	20	100%

Nota. La tabla muestra los resultados de la encuesta aplicada a 20 actores involucrados en el proceso constructivo, en relación con la supervisión y el control institucional respecto al manejo de los RCD. Elaboración propia (2026).

Figura 20

Control y Supervisión Institucional



Nota. La figura muestra la distribución porcentual de las respuestas en relación con la supervisión y el control institucional respecto al manejo de los RCD. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos:

Al consultar a los encuestados sobre cómo evalúan el control y la supervisión institucional respecto a la gestión de los RCD en las obras viales municipales, el 60% lo evaluó como bajo y el 40% como medio; asimismo, ninguno lo consideró alto.

Los resultados reflejan una percepción predominantemente desfavorable sobre los mecanismos actuales de control y supervisión. Este aspecto constituye un elemento importante de diagnóstico y sustenta la incorporación de este procedimiento en la metodología *in situ* propuesta.

Pregunta 9. ¿Según su experiencia qué deficiencias operativas identifica en el proceso de almacenamiento, transporte y disposición de los RCD?

Tabla 20

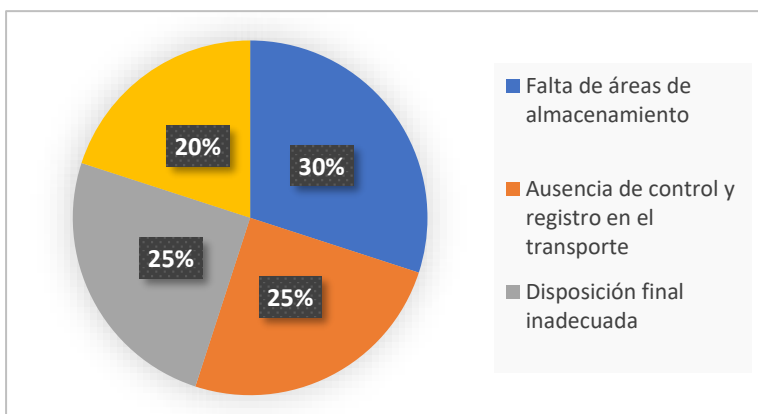
Deficiencias Operativas

Opción de respuesta	Número de respuestas	Porcentaje
Falta de áreas de almacenamiento	6	30%
Ausencia de control y registro del transporte	5	25%
Disposición final inadecuada	5	25%
Mezcla de residuos por falta de segregación	4	20%
Total	20	100%

Nota. La tabla muestra las respuestas proporcionadas por los participantes en relación con las deficiencias operativas en el manejo de los RCD. Elaboración propia (2026).

Figura 21

Deficiencias Operativas



Nota. La figura muestra la distribución porcentual de las respuestas en relación con la supervisión y el control institucional respecto al manejo de los RCD. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos

Según las versiones emitidas por los encuestados al ser consultados sobre las deficiencias operativas identificadas en el proceso de almacenamiento, transporte y disposición de los RCD, el 30% identificó la falta de designación de áreas de almacenamiento temporal como la principal falla. Por su parte, el 25% señaló la ausencia de control y registro durante el transporte, mientras que otro 25% indicó que estas debilidades están relacionadas con la disposición final inadecuada. Por último, el 20% identificó la mezcla de residuos por falta de segregación en la fuente.

Estos resultados reflejan, desde la experiencia de los actores involucrados, la presencia de fallos en diferentes etapas del manejo operativo de estos desechos, principalmente en el almacenamiento temporal, el control y registro del transporte, la disposición final y la segregación. Estas apreciaciones guardan correspondencia con los hallazgos obtenidos mediante la observación directa, en la cual se identificaron, entre otros aspectos, la ausencia de zonas específicas de acopio, una limitada segregación en la fuente y desaciertos en los mecanismos de control de los residuos.

Pregunta 10 ¿Según su experiencia en el área de la construcción, qué acciones propondría para mejorar la gestión de los RCD en las futuras obras viales que construya el GAD Municipal del cantón Atacames?

Tabla 21

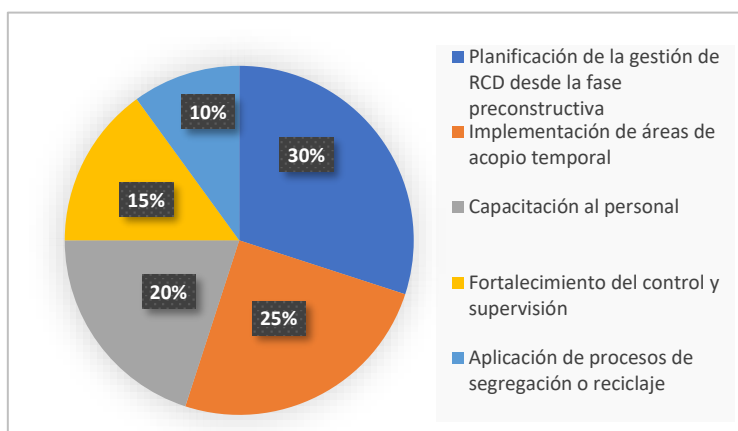
Mejoras para Optimizar la Gestión de los RCD

Opciones de respuesta	Número de respuestas	Porcentajes
Planificación de la gestión de los RCD desde la fase preconstructiva.	6	30%
Implementación de áreas destinadas al acopio temporal	5	25%
Capacitación al personal involucrado en la obra	4	20%
Fortalecer los procesos de control y supervisión	3	15%
Aplicación de procesos de segregación y reciclaje	2	10%
Total	20	100%

Nota. La tabla muestra las respuestas proporcionadas por los participantes en relación con las acciones que se deben implementar para optimizar la gestión de los RCD en las obras viales municipales. Elaboración propia (2026).

Figura 22

Mejoras para Optimizar la Gestión de los RCD



Nota. La figura muestra la distribución porcentual de las respuestas en relación con las acciones que se deben implementar para optimizar la gestión de los RCD en las obras viales municipales. Elaboración propia (2026).

Análisis e interpretación de datos

De acuerdo con la experiencia en procesos constructivos, los encuestados enunciaron las principales acciones para mejorar la gestión de los RCD. Estas corresponden a la planificación de la gestión de estos residuos desde la fase preconstructiva (30%), seguida de la implementación de áreas de acopio temporal (25%), la capacitación al personal (20%), el fortalecimiento del control y supervisión (15%) y la aplicación de procesos de segregación o reciclaje (10%).

Los resultados antes descritos permiten identificar las acciones que, desde la perspectiva de los actores, deberían ser consideradas para fortalecer la gestión de los RCD. De manera integrada, los resultados de la encuesta, la observación directa y la visión documental constituyen elementos de diagnóstico que sustentan la estructura de la metodología *in situ* propuesta, sin que ello implique demostrar anticipadamente su efectividad.

4.2 Análisis de Resultados O.E.2.

Análisis del marco normativo, técnico y ambiental aplicable a la gestión de los RCD.

Para dar cumplimiento al segundo objetivo específico propuesto al inicio de la investigación, dentro del marco teórico se analizó detalladamente la normativa nacional y local aplicable a la gestión de los RCD. Dicho análisis permitió identificar los lineamientos técnicos, principios legales y disposiciones institucionales que respaldan la gestión sostenible de este tipo de residuos, así como su correlación con los enfoques de economía circular dentro del sector de la construcción.

Del análisis de la normativa se evidenció que, a nivel nacional y local, existe un marco jurídico sólido que regula la gestión adecuada de los residuos como parte esencial del desarrollo sostenible del Ecuador (ver tabla N° 22).

Tabla 21

Marco normativo aplicable a la gestión de los RCD

Nivel Normativo	Instrumento legal	Artículos a fines	Disposiciones Principales	Relación con la gestión de los RCD
	Constitución de la República del Ecuador	Artículos 14 y 395	La carta magna reconoce el derecho de la población a habitar en un entorno sano y ecológicamente equilibrado, principios que fortalecen la	Establece las directrices legales que fomentan la gestión sostenible de los residuos, incluyendo los generados en actividades de construcción.

Nacional			responsabilidad ambiental.	
	Código Orgánico del Ambiente (COA)	Artículos 228 y 229	Además de regular la gestión integral de residuos, establece responsabilidades específicas para los generadores.	Promueve el manejo sostenible, la reducción y la valoración de los residuos, incluyendo los RCD.
	Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva	Artículos 1, 2 y 3	Establece los principios de la economía circular, con el fin de maximizar el uso de recursos, reducir la generación de residuos y promover la reutilización y el reciclaje.	Los principios de la economía circular impulsan la reutilización y valoración de los materiales provenientes de las actividades de construcción y demolición.
	Instructivo para la Aplicación de la Economía Circular Inclusiva, en la Gestión Adecuada de Residuos de Construcción	Lineamientos Técnicos	Este instructivo contempla criterios técnicos y legales orientados a la clasificación, almacenamiento, transporte y aprovechamiento de los RCD.	Provee las directrices técnicas para la gestión sostenible de los RCD en proyectos de construcción.

	y Demolición.			
Local	Ordenanza Sustitutiva de la Reforma a la Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el cantón Atacames	Artículos 12, 26, 40, 41, 42 y 43	Regula las responsabilidades de los generadores, para la aplicación del controles y sanciones por el manejo inadecuado de los residuos sólidos, al que pertenecen los RCD.	Esta ordenanza en su articulado, no contempla directrices específicas para regular el manejo de los RCD, está más orientada a regular el manejo y disposición final de los desechos sólidos en general dentro de la jurisdicción del cantón Atacames.

Nota. La tabla muestra el marco normativo nacional y local relacionado con la gestión de los RCD

Análisis e interpretación de resultados

A nivel nacional existe una normativa sólida relacionada con el manejo y disposición de los residuos sólidos, incluyendo los RCD, la cual contempla principios constitucionales, disposiciones ambientales y estrategias de economía circular. Las leyes, el código e instructivo detallados en la tabla 22 definen las exigencias para la implementación de procesos técnicos claros orientados a lograr la reducción y el manejo adecuado de residuos. No obstante, al comparar este marco legal con la realidad observada en las cuatro obras viales seleccionadas, se evidencia una brecha amplia entre las disposiciones legales y su aplicación práctica.

En el contexto local, existe una ordenanza que normaliza la gestión general de residuos sólidos; sin embargo, esta no aborda específicamente la gestión de los RCD, lo que impide contar con directrices claras y obligatorias para su manejo en obras viales.

En este sentido, los resultados del análisis permiten interpretar que la problemática del mal manejo de los RCD en las obras viales que ejecuta el GAD Municipal de Atacames no obedece a la falta de una normativa específica, sino a la ausencia de instrumentos técnicos y metodológicos que permitan operativizar dichos lineamientos y disposiciones en el ámbito local. La falta de una metodología *in situ* bien estructurada impide la adecuada articulación entre las prácticas constructivas y los principios normativos, generando deficiencias en la planificación, control y aprovechamiento de los residuos.

De este modo, el análisis realizado sobre la normativa nacional y local relacionada con el manejo de los residuos de construcción y demolición cumple con el segundo objetivo planteado al inicio de esta investigación, al demostrar la existencia de un marco normativo suficiente que regula la gestión sostenible de los RCD. Además, se demuestra que la efectividad de esta gestión no depende solo del sustento normativo, sino de la implementación de herramientas técnicas como la metodología *in situ* que se propone, la cual está encaminada a traducir los lineamientos legales en procedimientos operativos aplicables, fomentando la gestión sostenible de estos residuos en las obras viales que ejecute la municipalidad de Atacames en el futuro.

4.3 Análisis de Resultados O.E.3.

Diseño de metodología *in situ* para la gestión sostenible de los RCD en obras viales municipales.

4.3.1 Presentación de la propuesta

Una metodología *in situ* se basa en un conjunto de actividades de carácter operativo, técnico y de control que se ejecutan en el propio sitio de la obra, garantizando que la planificación, ejecución, seguimiento y evaluación de las mismas se ajusten a las

condiciones reales de la construcción. Con relación a la gestión de los RCD, este tipo de metodología está encaminada a la identificación oportuna de los diferentes tipos de residuos generados, la aplicación de procesos de segregación en la fuente, el aprovechamiento, el almacenamiento temporal, el transporte y disposición final, permitiendo a su vez que la gestión ambiental pase de ser una actividad complementaria a incorporarse como parte del proceso.

En este sentido, en respuesta a las deficiencias técnicas y operativas en el manejo de los RCD, identificadas en la observación de cuatro obras viales ejecutadas por el GADMA y en los datos proporcionados en la encuesta aplicada a los actores involucrados, se propone el diseño de una metodología *in situ* para la gestión sostenible de este tipo de residuos. Para ello, se tomó como referencia la obra vial denominada “Regeneración de la Calle Las Acacias con la Construcción de Pavimento Rígido, Aceras y Mobiliario Urbano del Cantón Atacames” a ejecutarse a finales del 2026.

La mencionada metodología constituye una herramienta técnica y operativa que facilitará la integración efectiva del proceso de gestión de los RCD dentro de los mecanismos tradicionales de planificación, elaboración de presupuesto, programación y control de calidad en las obras civiles. Su implementación obedece a la necesidad de transformar los modelos habituales de gestión de los RCD, en los cuales, por lo general, las actividades ambientales suelen ejecutarse de forma aislada o llevarse a cabo con posterioridad a las actividades constructivas, lo cual dificulta su planificación, segregación y valoración económica.

Por su diseño, se seleccionó la plataforma InterPro versión 4, con una licencia comercial activa. Esta es una herramienta tecnológica que provee software y servicios para gestionar de forma rápida, fácil y confiable proyectos de construcción, por lo cual es ampliamente utilizado por los profesionales de esta rama debido a su capacidad para

desglosar recursos y establecer estructuras detalladas de costos. Este software está estructurado para desplegar varios módulos para la gestión de los proyectos: gerencia de proyectos, base central, oferta y planificación, ejecución y fiscalización, migración y unión.

Para el caso de la metodología propuesta, se utiliza el módulo de oferta y planificación, el cual permite elaborar propuestas económicas o presupuestos referenciales, análisis de precios unitarios (APU), cronograma de ejecución, control de costos, programación de actividades, gestión integral de proyectos y cuantificar económicamente las actividades asociadas a la gestión de los RCD.

Como primer paso para el desarrollo de la metodología, se realizó el análisis técnico del presupuesto referencial del proyecto vial que en el caso de la Calle Las Acacias está conformado por veintiséis rubros constructivos. Seguido de este análisis, dichos rubros fueron agrupados en nueve actividades, teniendo en cuenta características similares de ejecución y generación de RCD. Las nueve actividades identificadas son la base de la metodología in situ, y a partir de estas se realizó un análisis de precios unitarios (APUs) para la gestión de los residuos de cada grupo de actividades con la finalidad de convertirlas en rubros cuantificables, presupuestables y controlables dentro de la planificación general de ejecución de la obra. De esta manera, la gestión de residuos deja de ser parte de los costos indirectos o generales y se convierte en una unidad específica de planificación ambiental con una valoración económica propia.

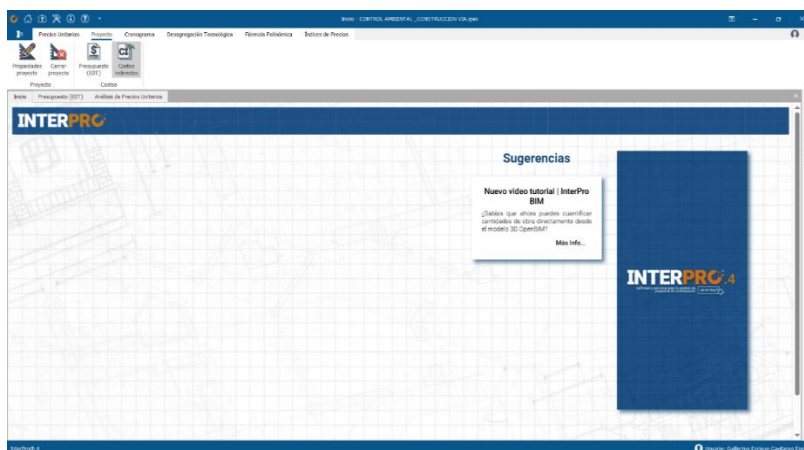
Cada uno de los APU's está compuesto por cuatro componentes: equipos y herramientas, materiales, transporte y mano de obra, con los respectivos rendimientos, siguiendo el esquema estándar utilizado por el software InterPro. Estos análisis permiten determinar de manera objetiva los recursos mínimos necesarios para la ejecución de las actividades de segregación, recolección, almacenamiento temporal,

transporte y disposición final de los RCD que genere cada actividad durante la construcción. Posteriormente, los APU's se incorporan a un presupuesto específico que permite cuantificar el costo total requerido para la gestión sostenible de los RCD; además, se analiza su incidencia respecto al presupuesto general de la obra.

Por lo tanto, la metodología in situ para la gestión de los RCD generados en los procesos de construcción de obras viales es una propuesta innovadora porque se adapta a las herramientas tradicionales de administración de estos proyectos. Su aplicación puede replicarse en otro tipo de obras civiles; además, incorpora criterios de sostenibilidad y economía circular y facilita el cumplimiento de la normativa ambiental porque gestiona los RCD desde la etapa de planificación y no como una actividad complementaria posterior.

Figura 23

Interfaz Principal del Software InterPro 4



Nota. La figura muestra el interfaz principal del software InterPro 4

4.3.2 Objetivo de la propuesta

La metodología que se propone tiene como principal objetivo integrar la gestión de los RCD en todas las etapas de las obras viales que ejecute el GAD Municipal del cantón Atacames, a través de procedimientos estandarizados que contribuyan a la

identificación, segregación, aprovechamiento, transporte, disposición final y seguimiento de dichos residuos; permitiendo a su vez la reducción de los impactos ambientales que se puedan producir en cada etapa del proyecto, mediante la optimización de los recursos naturales y el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

4.3.3 Alcance

El ámbito de aplicación de la metodología *in situ* propuesta se enmarca inicialmente en la obra vial denominada “Regeneración de la Calle Las Acacias con la Construcción de Pavimento Rígido, Aceras y Mobiliario Urbano del Cantón Atacames” ubicada en el cantón Atacames, provincia de Esmeraldas, Ecuador. Su implementación inicia en la fase de planificación o etapa precontractual, mediante la incorporación de lineamientos técnicos para la gestión sostenible de los RCD, los cuales deben estar detallados en el Informe de Necesidad, las Especificaciones Técnicas y demás documentos que forman parte del proceso de contratación. Continúa en la fase de construcción, mediante acciones que permitan la identificación, segregación, cuantificación y gestión sostenible de los RCD de manera articulada, sin afectar la secuencia técnica ni el plazo de ejecución de las actividades constructivas del proyecto. Finaliza con la verificación del cumplimiento de las actividades de gestión de los residuos y la evaluación de los resultados obtenidos al concluir la ejecución de la obra, como parte fundamental del proceso de cierre ambiental del proyecto.

En la metodología que se plantea, en términos económicos, la gestión de los RCD se materializa mediante la incorporación de precios unitarios (APUs) específicos que se incluyen como rubros independientes dentro del presupuesto general de la obra,

posibilitando la valoración económica de dichas actividades y asegurando su implementación operativa durante todo el proceso constructivo.

Si bien el diseño metodológico propuesto se fundamenta a partir de las características técnicas propias de la Calle Las Acacias como caso de aplicación, su estructura posee parámetros estandarizados que facilitan su adaptación y posterior aplicación en otros proyectos viales municipales con condiciones constructivas similares, contribuyendo al fortalecimiento de criterios de sostenibilidad ambiental en el ámbito de la ingeniería civil, específicamente en el sector de la construcción vial. Con el propósito de establecer la delimitación geoespacial del ámbito de aplicación inicial de la metodología, la tabla 23 presenta las coordenadas geográficas del área de estudio, mientras que la figura 24 ilustra la ubicación de la obra dentro del contexto territorial del cantón Atacames.

Tabla 22

Coordenadas UTM de Ubicación de la Muestra – Calle Las Acacias

Nº	(X):	(Y):	Altitud: (msnm):
P1	0.868197	79.852957	5.01
P2	0.868199	79.852743	5.01
P3	0.868883	79.853003	5.13
P4	0.869257	79.853313	6.1
P5	0.869258	79.853309	6.1

Nota. La tabla muestra las coordenadas de ubicación de la Obra Vial Calle Las Acacias

Figura 24

Obra Vial Calle Las Acacias



Nota. La figura muestra la ubicación y extensión de la Calle Las Acacias.

4.3.4 Estructura metodología

La metodología *in situ* que se propone se estructura como un esquema de gestión técnica integrado dentro del proceso convencional de planificación y control de las obras viales. Se diseñó a partir de la identificación y registro de las actividades generadoras de RCD y la asignación de los recursos necesarios para su manejo, lo que permite vincular dichas tareas con herramientas tradicionales de gestión y control de proyectos.

Mediante la aplicación de la metodología *in situ* propuesta, la gestión sostenible de los RCD se incorpora como un componente específico dentro de la planificación y el presupuesto de la obra. Esta integración se desarrolla mediante el software InterPro, utilizando como herramienta de soporte para la elaboración de los APU's asociados y su incorporación al presupuesto y cronograma de ejecución, permitiendo programar estas actividades conjuntamente con los demás componentes del proceso constructivo.

En este sentido, la metodología que se propone se desarrolla en cuatro etapas interrelacionadas que, en conjunto, conforman un ciclo de gestión *in situ*: 1) análisis técnico del proyecto vial; 2) identificación, caracterización y gestión de los RCD generados en la ejecución de la obra; 3) análisis de precios unitarios (APUs) para la gestión de RCD; y 4) Cuantificación presupuestaria y elaboración del presupuesto general para la gestión *in situ* de los RCD mediante el software InterPro.

Cada etapa genera información técnica y constituye un insumo verificable para la siguiente, lo que permite un monitoreo y control continuo de la gestión de los RCD, con la misma rigurosidad que se aplica al seguimiento de los plazos, costos y calidad de la obra.

Etapas 1.- Análisis técnico del proyecto vial

El primer paso para la implementación de la metodología *in situ* consiste en el análisis técnico de la documentación precontractual de la obra vial, como el presupuesto referencial, los términos de referencias (TDR), y los planos constructivos, los cuales incluyen diseños geométricos, estructurales, hidrosanitarios, eléctricos y de urbanización según el tipo de obra. Esta revisión permite identificar la información necesaria referente a las características, alcance, procedimientos constructivos, condiciones de ejecución, rubros constructivos, y estructura presupuestaria del proyecto, etc. Adicionalmente, se analiza el cronograma valorado con el fin de conocer la distribución de las actividades, su orden y los plazos de ejecución de cada rubro. La información recabada sirve de base para las siguientes etapas de la metodología.

Como resultado de esta etapa se obtuvo, un inventario de 29 rubros constructivos (detallados en la Tabla N° 24), que conforman el proyecto vial denominado “Regeneración de la Calle Las Acacias con la Construcción de Pavimento Rígido,

Aceras y Mobiliario Urbano del Cantón Atacames”, los cuales, en la etapa 2 serán asociados con actividades generadoras de RCD para establecer su gestión correspondiente.

Figura 25

Diagrama general de la etapa 1: Análisis técnico del proyecto vial



Tabla 23

Inventario de los Rubros Constructivos Identificados Durante el Análisis Técnico del Proyecto

Nº	Rubro construcción	Unidad	Cantidad	Componente de obra	Periodo de ejecución (semanas)
MURO					
1	Replanteo y nivelación (equipo topográfico)	m ²	3246,46	Obras preliminares	1–2
CALZADA					
2	Material de mejoramiento del suelo seleccionado	m ³	382,40	Calzada	2–4
3	Hormigón premezclado f _c =280 kg/cm ²	m ³	530,66	Calzada	4–11
4	Acero de refuerzo en varilla corrugada	kg	2194,90	Calzada	4–11
5	Malla electrosoldada R-196	m ²	2653,30	Calzada	4–11
ACERA Y MOBILIARIO URBANO					
6	Relleno compactado con material importado (cascote)	m ³	60,00	Aceras y mobiliario	8–10
7	Bordillos de hormigón	ml	160,00	Aceras y mobiliario	6–8
8	Adoquín rectangular peatonal	m ²	593,16	Aceras y mobiliario	13–16
9	Mantenimiento de parterre central	u	1,00	Aceras y mobiliario	15–17

SISTEMA ELÉCTRICO					
10	Armado e instalación de caja de revisión	u	7,00	Sistema eléctrico	8–10
11	Relleno y compactado de caja de revisión	m³	3,71	Sistema eléctrico	9–10
12	Excavación de zanja para ductos	m³	31,10	Sistema eléctrico	8–10
13	Suministro y colocación de ductería PVC	m	576	Sistema eléctrico	9–10
14	Relleno y compactado de zanja	m³	1,00	Sistema eléctrico	10–11
15	Suministro y montaje de poste	u	7,00	Sistema eléctrico	11–13
16	Poste metálico doble brazo	u	3,00	Sistema eléctrico	14–16
17	Lámpara LED 250 W	u	13,00	Sistema eléctrico	15–17
18	Suministro e instalación de bajante en baja tensión (3 líneas)	m	459,00	Sistema eléctrico	16–18
AGUAS LLUVIAS					
19	Provisión e instalación de tubería PVC DN 300 mm estructurada	m	20,00	Aguas lluvias	1–2
20	Encamado y acostillado de arena	m³	9,00	Aguas lluvias	1–2
21	Subida de tapas de colectores	u	3,00	Aguas lluvias	2–4
22	Reparación de tuberías de agua potable (AAPP)	u	3,00	Agua potable	9-11
23	Reparación de cajas domiciliarias AASS	u	5,00	Aguas residuales	2-4

24	Reparación o arreglo de cajas domiciliarias del AASS	U	80,00	Aguas residuales	2, 3 y 4
AMBIENTALES					
25	Letrero indicativo de obra	u	1,00	Seguridad y señalización	1
26	Conos de seguridad reflectivos	u	6,00	Seguridad y señalización	1-2
27	Señalización tipo caballete	u	2,00	Seguridad y señalización	2
28	Bancas circulares de hormigón	u	2,00	Mobiliario	16-17
29	Árboles	u	2,00	Vegetación	16-17

Nota. La tabla muestra el listado de rubros identificados durante el análisis técnico del proyecto

Etapas 2.- Elaboración de matriz de identificación, caracterización y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD).

Una vez analizados los documentos precontractuales e identificados los rubros constructivos, el objetivo de esta etapa es identificar las actividades susceptibles de generar RCD durante la ejecución de la obra, con la finalidad de elaborar la matriz que contemple las estrategias de gestión requeridas para su manejo sostenible. De acuerdo con la Tabla 24, el presupuesto referencial del proyecto vial Las Acacias incluye 29 rubros constructivos; sin embargo, como no todos son fuentes independientes de generación de RCD, en la metodología propuesta se los agrupó técnicamente por actividad, considerando tres criterios:

- 1) **Naturaleza** del material predominante: como residuos vegetales, acero, suelo, PVC u hormigón.

2) **Tipo** de residuos generados: como excedentes, empaques, retazos, roturas o sobrantes.

3) **Fase** de ejecución y forma de manejo de los residuos en la obra: para lo cual se tuvieron en cuenta procedimientos similares de gestión como limpieza, segregación, recolección, almacenamiento temporal y transporte.

Esta agrupación dio como resultado 9 actividades generadoras de RCD que se presentan en la Tabla 25, las cuales son la base para la estructura definitiva del presupuesto ambiental.

Tabla 24

Agrupación de Rubros Constructivos en Actividades Generadoras de RCD

Nº	Rubros agrupados	Actividad constructiva generadora de RCD
1	Replanteo y nivelación	Replanteo, nivelación, preparación y limpieza inicial del área
2	Mejoramiento de suelo seleccionado; Relleno compactado con cascote; Excavación de zanjas; Relleno de zanjas; Relleno de cajas; Encamado y acostillado de arena	Excavación, movimiento de tierras, mejoramiento, rellenos y compactación
3	Hormigón premezclado; Bordillos; Adoquines; Cajas de revisión; Subida de tapas de colectores	Construcción de elementos de hormigón y pavimentos
4	Acero de refuerzo; Malla electrosoldada; Poste metálico doble brazo	Corte, armado e instalación de acero y elementos metálicos

5	Tubería PVC DN300; Ductería PVC; Reparación de tuberías AASS; Reparación de cajas domiciliarias AASS	Instalación de redes hidrosanitarias
6	Armado e instalación de cajas; Suministro y montaje de postes; Luminarias LED; Bajantes en baja tensión	Instalación de redes eléctricas y alumbrado público
7	Letrero de obra; Conos reflectivos; Señalización tipo caballete; Bancas de hormigón	Instalación de señalización y mobiliario urbano
8	Mantenimiento de parterre central; Árboles ornamentales	Paisajismo y adecuación de áreas verdes
9	Todos los rubros ejecutados	Limpieza final y desmovilización de obra

Nota. La presente tabla muestra la agrupación de rubros constructivos en actividades generadoras de RCD.

Luego de identificar las actividades generadoras de RCD, se elaboró la matriz de identificación, caracterización y gestión de estos residuos, la cual constituye el eje técnico para la planificación del manejo de los residuos en cada una de las etapas de ejecución de la obra vial.

Mediante la elaboración de la matriz, se establece el tipo de residuos generados, su clasificación, el nivel de susceptibilidad de generación y su potencial aprovechamiento. Asimismo, se define la estrategia de gestión propuesta, el método de segregación, el almacenamiento temporal, el transporte, la disposición final y el responsable de su gestión. Todo esto se realiza con la finalidad de garantizar la trazabilidad entre los rubros identificados y las acciones de gestión que se incorporan

en el posterior análisis de los precios unitarios (APU) ambientales mediante el software InterPro.

De igual forma, facilita la aplicación de criterios de economía circular al promover el aprovechamiento y la valoración de alternativas aplicables de reutilización o reciclaje.

Por último, asegura que la gestión de estos residuos se planifique de manera sistemática e integrada al proceso de construcción de la obra.

Tabla 25

Matriz de Identificación, Caracterización y Gestión de los RCD Generados en las Actividades Constructivas del Proyecto Vial.

N°	Rubros agrupados	Actividad constructiva generadora de RCD	Residuo generado	Clasificación	Nivel de generación RCD	Potencial de valorización	Estrategia de gestión	Segregación en la fuente	Almacenamiento temporal en obra	Transporte	Disposición final	Responsable
1	Replanteo y nivelación	Replanteo, nivelación, preparación y limpieza inicial del área	Estacas, cintas de marcación, fundas, empaques, residuos menores y material vegetal inicial	No peligroso	Baja	Bajo	Recolección y disposición controlada	Separación manual de residuos comunes	Contenedores diferenciados	Transporte interno	Gestor autorizado	Residente de obra
2	Mejoramiento de suelo seleccionado; Relleno compactado con cascote; Excavación de zanjas; Relleno de zanjas; Relleno de cajas; Encamado y acostillado de arena	Excavación, movimiento de tierras, mejoramiento, rellenos y compactación	Material excedente de excavación, suelos no aptos, material pétreo, arena sobrante	Aprovechable	Alta	Alta	Reutilización en rellenos, conformación de taludes y nivelaciones	Separación del material aprovechable	Zona de acopio temporal	Volqueta	Reutilización en obra o disposición autorizada	Residente de obra

3	Hormigón premezclado; Bordillos; Adoquines; Cajas de revisión; Subida de tapas de colectores	Construcción de elementos de hormigón y pavimentos	Excedentes de hormigón, mortero, fragmentos de hormigón, adoquines rotos y escombros	Aprovechable	Alta	Media	Reutilización como material granular o disposición autorizada	Separación del hormigón limpio	Acopio de materiales pétreos	Volqueta	Gestor autorizado	Residente de obra
4	Acero de refuerzo; Malla electrosoldada; Poste metálico doble brazo	Corte, armado e instalación de acero y elementos metálicos	Retazos de acero, malla, alambre y perfiles metálicos	Reciclable	Media	Alta	Reciclaje mediante gestor autorizado	Clasificación por tipo de metal	Contenedor metálico	Camión	Empresa recicladora autorizada	Residente de obra
5	Tubería PVC DN300; Ductería PVC; Reparación de tuberías AASS; Reparación de cajas domiciliarias AASS	Instalación de redes hidrosanitarias	Retazos de PVC, material excavado, hormigón, mortero y arena	Reciclable / Aprovechable	Media	Alta	Reciclaje de PVC y reutilización del material pétreo	Separación por tipo de material	Acopio temporal diferenciado	Vehículo liviano / Volqueta	Reciclaje y disposición autorizada	Residente de obra
6	Armado e instalación de cajas; Suministro y montaje de postes; Luminarias LED; Bajantes en baja tensión	Instalación de redes eléctricas y alumbrado público	Retazos de PVC, cables, empaques, cartón y plástico	Reciclable	Baja	Media	Reciclaje de materiales aprovechables	Clasificación por tipo de material	Contenedores diferenciados	Vehículo liviano	Empresa recicladora autorizada	Responsable ambiental

7	Letrero de obra; Conos reflectivos; Señalización tipo caballete; Bancas de hormigón	Instalación de señalización y mobiliario urbano	Madera, metal, plástico, hormigón y empaques	Reciclable / Aprovechable	Baja	Alta	Reutilización y reciclaje	Clasificación por material	Bodega temporal	Vehículo liviano	Reciclaje o gestor autorizado	Responsable ambiental
8	Mantenimiento de parterre central; Árboles ornamentales	Paisajismo y adecuación de áreas verdes	Restos vegetales, tierra vegetal y empaques	Reciclable / Aprovechable	Media	Alta	Compostaje y aprovechamiento vegetal	Separación del material orgánico	Área destinada para residuos vegetales	Vehículo liviano	Compostaje o aprovechamiento	Responsable ambiental
9	Todos los rubros ejecutados	Limpieza final y desmovilización de obra	Residuos mezclados remanentes, materiales reciclables y residuos no aprovechables	Mixto	Media	Media	Clasificación final, reciclaje y disposición controlada	Segregación final en obra	Centro temporal de acopio	Vehículo autorizado	Gestor ambiental autorizado	Residente de obra y responsable ambiental

Nota. La presente tabla muestra la identificación de las actividades generadoras de RCD y las estrategias de gestión requerida para su manejo sostenible.

Etapla 3.- Análisis de los precios unitarios (APUs) ambientales mediante el software InterPro.

Una vez elaborada la matriz donde se identifican las actividades constructivas generadoras de RCD dentro del proceso de ejecución de la obra, el siguiente paso dentro del diseño metodológico es el análisis de precios unitarios (APU) de cada una de dichas actividades. A diferencia de los procedimientos tradicionales, en los cuales la gestión de los residuos se incorpora de forma indirecta dentro de los gastos generales de la obra, la metodología *in situ* propone que cada actividad de gestión ambiental sea presentada como un rubro independiente. Esto facilita su asignación presupuestaria e incorporación en el cronograma y, adicionalmente, contribuye a su seguimiento mediante mecanismos de control.

En este sentido, los APU's surgen de las nueve actividades constructivas generadoras de RCD que fueron identificadas en la Etapa 2, luego de la agrupación funcional de los 29 rubros constructivos que integran el proyecto vial Calle Las Acacias. Esta acción permite la aplicación práctica de la metodología sin perder la trazabilidad entre el inventario inicial y las actividades de gestión planteadas.

Con base en la Tabla 25 los APU's que se desarrollan a continuación corresponden a las siguientes actividades: 1) gestión de los residuos de las actividades de replanteo, nivelación, preparación y limpieza inicial del área, 2) gestión de los residuos generados durante las actividades de excavación movimiento de tierra, mejoramiento, relleno y compactación, 3) gestión de los residuos provenientes de la construcción de elementos de hormigón y pavimentos, 4) gestión de los residuos generadores por el corte, armado e instalación de acero y elementos metálicos, 5) gestión de los residuos derivados de

las instalaciones de redes hidrosanitarios, 6) gestión de los residuos asociales a la instalación de redes eléctricas y alumbrado público, 7) gestión de los residuos generados durante la instalación de señalización y mobiliario urbano, 8) gestión de los residuos provenientes de las actividades de paisajismo y adecuación de áreas verdes, 9) gestión de los residuos generadores durante la limpieza final y desmovilización de la obra.

Cada APU fue elaborado mediante el software InterPro, siguiendo la estructura estándar que se emplea en la contratación pública ecuatoriana para la elaboración de este tipo de análisis. Estos análisis presentan una estructura homogénea formada por cuatro componentes: equipos y herramientas, materiales, transporte y mano de obra; lo cual facilita la definición de los costos específicos por cada actividad generadora de RCD y los recursos económicos necesarios para la gestión sostenible de estos residuos en todas las etapas del proceso constructivo. Adicionalmente, esto permite identificar aquellas actividades que tienen una mayor incidencia económica, un elemento esencial para establecer un presupuesto diferenciado y que luego será integrado al presupuesto general de la obra.

Actividad 1.- Gestión de los residuos de la actividad de replanteo, nivelación, preparación y limpieza inicial del área.

En esta actividad, el nivel de generación de RCD es bajo y está asociado con el uso de estacas, empaques menores, material de señalización temporal y los residuos resultantes del acondicionamiento inicial del área de la obra. Pese a que su volumen es bajo y su gestión tiene una incidencia económica reducida dentro del costo total en

comparación con otras actividades constructivas, la metodología propuesta incorpora un análisis de precio unitario específico para la misma, incluyéndolo dentro del presupuesto general.

Figura 26

APU Actividad de Replanteo, Nivelación, Preparación y Limpieza Inicial del Área

EDITAR ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO EN BASE DEL PROYECTO

General

Código: 5 36 002 Pendiente de Revisión

Descripción: REPLANTEO, NIVELACIÓN, PREPARACIÓN Y LIMPIEZA INICIAL DEL AREA Unidad: m2

Rendimiento: Horas/Unidad ■ Aplicar igual rendimiento para todo el análisis ■ Aplicar igual rendimiento para todos los escenarios

Datos Adicionales

	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rend./Dist.	Total	%
Componente: 1) EQUIPO & HERRAMIENTA: (Sub Total=\$0.34), (Porcentaje= 4.58 %)								
	103001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5.00000	\$0.34		\$0.34	4.58 %
Componente: 2) MATERIALES: (Sub Total=\$0.00), (Porcentaje= 0 %)								
Componente: 3) TRANSPORTE: (Sub Total=\$0.30), (Porcentaje= 4.04 %)								
	300_02	Transporte general	m3/km	1.00000	\$0.30	1.00000	\$0.30	4.04 %
Componente: 4) MANO DE OBRA: (Sub Total=\$6.79), (Porcentaje= 91.39 %)								
	401002	Pedón	Hora	1.00000	\$4.05	1.00000	\$4.05	54.51 %
	403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	Hora	1.00000	\$4.55	0.50000	\$2.28	30.69 %
	410001	Topógrafo 2: Título exper. mayor a 5 años (Estr...	Hora	1.00000	\$4.55	0.10000	\$0.46	6.19 %

Categoría Indirecto	Aplica a	Directo	%	Indirecto
Costos Indirectos	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte	\$7.43	12.00 %	\$0.89
Utilidad	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte	\$7.43	8.00 %	\$0.59

Costo Directo: \$7.43

Costo Indirecto: \$1.48

Total Calculado: \$8.91

Total Ofertado: 8.91

InterPro® 4

Aceptar Cancelar

Usuario: Guillermo Enrique Gavilanes Espín

Nota. La figura muestra el valor unitario de la gestión de los RCD generados en la actividad de replanteo, nivelación, preparación y limpieza inicial del área.

Análisis e interpretación de datos

La gestión de los RCD definida para la actividad de replanteo, nivelación, preparación y limpieza inicial del área tiene un costo total directo que asciende a USD 7,43, y un valor ofertado de USD 8,91; con una distribución marcada por el componente de mano de obra que representa el 91,39% del total, debido a que el manejo de los residuos en

esta etapa depende de actividades manuales tales como limpieza, recolección, clasificación y supervisión. En contraste, el componente de equipos y herramientas solo aporta el 4,58%, y el de transporte, el 4,04% del total. Por último, el componente de material no registra costo alguno, por cuanto el volumen y la naturaleza de los desechos generados no requieren la incorporen de insumos complementarios para su gestión. En consecuencia, el manejo de los residuos generados en esta etapa tiene una incidencia económica mínima dentro del presupuesto general del proyecto. No obstante, incorporar este APU como un rubro autónomo es pertinente porque permite cuantificar actividades que suelen dejarse desagregadas del presupuesto.

Actividad 2.- Gestión de los residuos generados durante las actividades de excavación, movimiento de tierras, mejoramiento, rellenos y compactación.

A diferencia de las etapas preliminares, las actividades de excavación, movimiento de tierras, mejoramiento, relleno y compactación representan una de las fases de mayor generación de RCD en la ejecución de una obra vial debido al elevado volumen de materiales excavados, materiales pétreos, excedentes de suelo y material de relleno sobrante, entre otros. Su volumen y diversidad requieren una participación más intensiva de equipos, transporte y mano de obra por lo que justifica un tratamiento particular que, de no ser bien planificado, puede congestionar el área de trabajo, además de generar gastos imprevistos y dificultar el cumplimiento de los estándares ambientales del proyecto. En este sentido, en la metodología propuesta no solo se incorporan los valores económicos resultantes de la gestión de los RCD en esta fase,

Figura 27

General

Código: 536001

Descripción: EXCAVACIÓN, MOVIMIENTO DE TIERRAS, MEJORAMIENTO, RELLENOS Y COMPACTACIÓN

Rendimiento: Horas/Unidad

Pendiente de Revisión

Unidad: m3

■ Aplicar igual rendimiento para todo el análisis ■ Aplicar igual rendimiento para todos los escenarios

Datos Adicionales

	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rend./Dist.	Total	%
Componente: 1) EQUIPO & HERRAMIENTA: (Sub Total=\$75.43), (Porcentaje= 83.67 %)								
	103001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	3.00000	\$0.43		\$0.43	0.48 %
	108008	Volqueta de 8m3	Hora	3.00000	\$25.00	1.00000	\$75.00	83.19 %
Componente: 2) MATERIALES: (Sub Total=\$0.00), (Porcentaje= 0 %)								
Componente: 3) TRANSPORTE: (Sub Total=\$0.30), (Porcentaje= 0.33 %)								
	300_02	Transporte general	m3/km	1.00000	\$0.30	1.00000	\$0.30	0.33 %
Componente: 4) MANO DE OBRA: (Sub Total=\$14.43), (Porcentaje= 16.01 %)								
	401002	Peón	Hora	3.00000	\$4.05	1.00000	\$12.15	13.48 %
	403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	Hora	1.00000	\$4.55	0.50000	\$2.28	2.53 %

Categoría Indirecto	Aplica a	Directo	%	Indirecto	
Costos Indirectos	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte	\$90.16	12.00 %	\$10.82	Costo Directo: \$90.16
Utilidad	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte	\$90.16	8.00 %	\$7.21	Costo Indirecto: \$18.03
					Total Calculado: \$108.19
					Total Ofertado: 108.19

InterPro 4

✓ Aceptar ✗ Cancelar

Usuario: Guillermo Enrique Cavilanes Espinoza

Análisis e interpretación de datos

99

Dicho porcentaje corresponde al uso de la volqueta de 8 m³ para la movilización de los materiales excedentes que se generen en estas actividades.

Por su parte, la mano de obra implica el 16,01% del costo directo como resultado de los trabajos de limpieza, recolección, clasificación y supervisión de los RCD. Asimismo, el componente de transporte tiene un gasto de apenas el 0,33% por concepto de movilización de los desechos desde el área de trabajo hasta las zonas de acopio temporal para su posterior aprovechamiento. En estas actividades el componente de material tampoco registra costos.

De este modo, los resultados del análisis denotan que las actividades de gestión de los RCD de esta etapa tienen una mayor incidencia económica que la inicial, por cuanto, según la naturaleza de los trabajos, existe un mayor volumen de residuos y la necesidad de utilizar maquinaria para su traslado.

Actividad 3.- Gestión de los residuos provenientes de la construcción de elementos de hormigón y pavimentos.

En esta actividad presenta un nivel de generación de RCD alto, asociado con excedentes de hormigón fresco, fragmentos de elementos prefabricados y restos provenientes de la limpieza de equipos y herramientas (mescladora, vibradora, volqueta), entre otros. Según sus características físicas, estos residuos son considerados no peligrosos y algunos pueden reutilizarse en subbases, rellenos o en obras secundarias; por su parte, el excedente que no se puede aprovechar debe tener una disposición controlada.

APU Actividad de Construcción de Elementos de Hormigón y Pavimentos.

Nota. La figura muestra el valor unitario de la gestión de los RCD generados en la actividad de construcción de elementos de hormigón y pavimentos.

De acuerdo al APU el costo directo de gestión de los RCD en esta actividad es de USD 61,46 con un valor ofertado de USD 73,76, concentrando el 62,86% del costo directo en el componente equipos y herramientas por el uso de volquetas para la recolección y traslado de los residuos. El segundo rubro con mayor incidencia dentro de esta actividad es la mano de obra con 36,66% por la necesidad de personal operativo que se encargue de los trabajos de limpieza y recolección de los desechos y la supervisión técnicas de estos trabajos. En lo que respecta al transporte solo tiene una representación del 0,49% y los materiales no generan costos. Según estos datos esta actividad tiene una incidencia económica mayor a las preliminares y menor a las de excavación y movimientos de tierra.

Actividad 4.- Gestión de los residuos generadores por el corte, armado e instalación de acero y elementos metálicos.

En esta actividad se generan residuos compuestos por retazos de varillas, fragmentos metálicos y alambres de amarre, además de los sobrantes que provienen de los procesos de habilitación e instalación de acero y estructuras metálicas. Por las características físicas de estos materiales, se consideran residuos no peligros y con capacidad de reciclar a través de gestores autorizados. Adicionalmente, el nivel de generación de los RCD en esta actividad es medio; aunque tienen un alto potencial de aprovechamiento, es necesaria una gestión diferenciada que contemple aspectos fundamentales como la segregación en la fuente, el almacenamiento temporal y la posterior entrega al gestor.

Figura 29

APU Actividad de Corte, Armado e Instalación de Acero y Elementos Metálicos.

EDITAR ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO EN BASE DEL PROYECTO

General

Código: 5 26 036 Pendiente de Revisión

Descripción: CORTE, ARMADO E INSTALACIÓN DE ACERO Y ELEMENTOS METÁLICOS Unidad: kg

Rendimiento: Horas/Unidad ☐ Aplicar igual rendimiento para todo el análisis ☐ Aplicar igual rendimiento para todos los escenarios

Datos Adicionales

	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rend./Dist.	Total	%
Componente: 1) EQUIPO & HERRAMIENTA: (Sub Total=\$25.14), (Porcentaje= 66.26 %)								
	109001	Herramientas varias	Hora	3.00000	\$0.40	0.12000	\$0.14	0.37 %
	108008	Volqueta de 8m3	Hora	1.00000	\$25.00	1.00000	\$25.00	65.89 %
Componente: 2) MATERIALES: (Sub Total=\$0.00), (Porcentaje= 0 %)								
Componente: 3) TRANSPORTE: (Sub Total=\$0.15), (Porcentaje= 0.4 %)								
	300_02	Transporte general	m3/km	1.00000	\$0.30	0.50000	\$0.15	0.40 %
Componente: 4) MANO DE OBRA: (Sub Total=\$12.65), (Porcentaje= 33.34 %)								
	401002	Peón	Hora	2.00000	\$4.05	1.00000	\$8.10	21.35 %
	403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	Hora	1.00000	\$4.55	1.00000	\$4.55	11.99 %

Categoría Indirecto	Aplica a	Directo	%	Indirecto
Costos Indirectos	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte	\$37.94	12.00 %	\$4.55
Utilidad	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte	\$37.94	8.00 %	\$3.04

Costo Directo: \$37.94
Costo Indirecto: \$7.59
Total Calculado: \$45.53
Total Ofertado: 45.53

InterPro 4

Usuario: Guillermo Enrique Cavallanes Espín

Nota. La figura muestra el valor unitario de la gestión de los RCD generados en la actividad de corte, armado e instalación de acero y elementos metálicos.

Análisis e interpretación de datos

El análisis de precios unitarios de la gestión de los RCD en esta actividad tiene un costo total directo de USD 37,94 y un valor ofertado de USD de 45,53, mostrando una mayor incidencia económica en el componente de equipos y herramientas, con un 66,26% seguido de la mano de obra con un 33,34%. Por último, el transporte con un 0,40%, en esta actividad no se genera costos por concepto de materiales.

Estos porcentajes son el resultado del empleo de volquetas en el primer caso, para el retiro de residuos metálicos hasta las áreas designadas para acopio temporal o, en su defecto entrega a gestores autorizados, además de la necesidad de personal para actividades manuales de recolección, clasificación, limpieza y almacenamiento de los restos metálicos, así como para el proceso de supervisión.

Actividad 5.- Gestión de los residuos derivados de las instalaciones de redes hidrosanitarias.

En los trabajos de instalaciones de redes hidrosanitarias el nivel de generación de RCD es medio. Estos están conformados principalmente por retazos de PVC, material excavado, hormigón, empaques plásticos y de cartón, mortero y arena, entre otros. Por sus características, se clasifican como reciclables, en el caso de los retazos de PVC y empaques; y, aprovechables los resultantes de excavación y excedente de arena,

porque se pueden usar como relleno o para nivelación en la misma obra, previa verificación del cumplimiento de especificaciones técnicas.

Los residuos generados en esta actividad también requieren procedimientos específicos de segregación en la fuente, almacenamiento temporal y aprovechamiento o disposición final, con la finalidad de minimizar su producción y contribuir a la valorización de los materiales utilizables dentro de la metodología propuesta.

Figura 30

APU Actividad de Instalaciones de Redes Hidrosanitarios.

General

Código:

526007

Descripción:

INSTALACIÓN DE REDES HIDROSANITARIAS

Rendimiento: Horas/Unidad

■

Aplicar igual rendimiento para todo el análisis

■

Aplicar igual rendimiento para todos los escenarios

Datos Adicionales

	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rend./Dist.	Total	%
Componente: 1) EQUIPO & HERRAMIENTA: (Sub Total=\$51.31), (Porcentaje= 79.35 %)								
	103001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	10.00000	\$1.31		\$1.31	2.03 %
	108008	Volqueta de 8m3	Hora	2.00000	\$25.00	1.00000	\$50.00	77.32 %
Componente: 2) MATERIALES: (Sub Total=\$0.00), (Porcentaje= 0 %)								
Componente: 3) TRANSPORTE: (Sub Total=\$0.30), (Porcentaje= 0.46 %)								
	300_02	Transporte general	m3/km	1.00000	\$0.30	1.00000	\$0.30	0.46 %
Componente: 4) MANO DE OBRA: (Sub Total=\$13.06), (Porcentaje= 20.2 %)								
	401002	Peón	Hora	3.00000	\$4.05	1.00000	\$12.15	18.79 %
	403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	Hora	1.00000	\$4.55	0.20000	\$0.91	1.41 %

Categoría Indirecto	Aplica a	Directo	%	Indirecto
Costos Indirectos	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte	\$64.67	12.00 % +	\$7.76
Utilidad	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte	\$64.67	8.00 % -	\$5.17

Costo Directo:

\$64.67

Costo Indirecto:

\$12.93

Total Calculado:

\$77.60

Total Ofertado:

77.60

InterPro® 4

Aceptar

Cancelar

Usuario: Guillermo Enrique Gavilanes Esp

herramientas, con una representación del 79,35%, lo cual se debe principalmente debido al uso de volquetas para el transporte de residuos de tuberías y accesorios hidrosanitarios.

El segundo componente con mayor incidencia económica es la mano de obra, con el 20,20%, seguido del transporte, con un porcentaje mínimo del 0,46%, por último, sin valor económico, está el componente material. Pese a que la gestión de los RCD en esta actividad no tiene una representatividad tan alta como en actividades anteriores, su incorporación dentro del presupuesto se justifica por la necesidad de una gestión diferenciada, debido al alto potencial de reciclaje de residuos como el PVC y de materiales aprovechables como el suelo y los excedentes de arena.

Actividad 6.- Gestión de los residuos asociales a la instalación de redes eléctricas y alumbrado público.

La instalación de redes eléctricas y el alumbrado público es una actividad complementaria en el proceso de construcción de la obra. El nivel de generación de RCD es bajo y está compuesto por retazos de PVC, sobrantes de tuberías, empaques de luminarias y accesorios, retazos de cables, así como pequeños excedentes de materiales de excavación y escombros derivados de la construcción de canalizaciones y cajas de revisión.

Por sus características, estos residuos son clasificados como reciclables. Al incluir esta actividad en la matriz de identificación y caracterización de los RCD, así como su respectivo análisis APU, se logra una correcta segregación en la fuente, además de maximizar su aprovechamiento y garantizar una gestión ambiental adecuada.

Figura 31

APU Actividad de Instalación de Redes Eléctricas y Alumbrado Público

Nota. La figura muestra el valor unitario de la gestión de los RCD generados en la actividad de instalación de redes eléctricas y alumbrado público.

Análisis e interpretación de datos

En la actividad correspondiente a la instalación de redes eléctricas y alumbrado público, según los datos del APU, el costo total director por concepto de manejo de los RCD es de USD 45,92 y un valor ofertado de 55,10 teniendo una incidencia económica intermedia en el presupuesto destinado a la gestión de los RCD dentro del proceso constructivo del proyecto calle Las Acacias.

Este costo total está mayormente representado por el componente de equipos y herramientas, con un 54,96% del total. El igual que en las actividades anteriores, esto se debe al uso de volquetas para el traslado de residuos sobre todo durante la instalación de tuberías de PVC, luminarias y accesorios eléctricos. Por su parte, la

mano de obra representa el 44,71% del costo total, debido a la necesidad de personal operativo y técnico. El componente de transporte tiene un costo mínimo del 0,33% y el de materiales no registra valor alguno.

En este sentido, metodológicamente la gestión de los residuos en esta actividad requiere una combinación entre recursos operativos y personal técnico. Debido a la presencia de residuos con alto potencial de reciclaje, es indispensable un riguroso proceso de segregación en la fuente para preservar su valor de recuperación.

Actividad 7.- Gestión de los residuos generados durante la instalación de señalización y mobiliario urbano.

Debido a que la instalación de señalización y mobiliario urbano se realiza en las etapas finales de la obra, el nivel de generación de residuos se considera bajo. Estos están producidos principalmente por restos de madera, metales, empaques de cartón y plásticos, envolturas de protección y pequeñas cantidades de hormigón o material pétreo utilizado en la cimentación de las señales y el mobiliario.

Por sus características, estos residuos se clasifican como reciclables y aprovechables. Su adecuada segregación es fundamental para maximizar el aprovechamiento de los materiales y reducir la cantidad de RCD destinados a la disposición final siguiendo los lineamientos establecidos en esta metodología.

Figura 32

APU Actividad de Instalación de Señalización y Mobiliario Urbano

General

Código: 06032

Descripción: INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN Y MOBILIARIO URBANO

Rendimiento: Horas/Unidad

Datos Adicionales

Pendiente de Revisión

Unidad:

Aplicar igual rendimiento para todo el análisis

Aplicar igual rendimiento para todos los escenarios

	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rend./Dist.	Total	%
Componente: 1) EQUIPO & HERRAMIENTA: (Sub Total=\$0.58), (Porcentaje= 4.79 %)								
	109001	Herramientas varias	Hora	4.00000	\$0.40	0.36000	\$0.58	4.79 %
Componente: 2) MATERIALES: (Sub Total=\$0.00), (Porcentaje= 0 %)								
Componente: 3) TRANSPORTE: (Sub Total=\$0.30), (Porcentaje= 2.48 %)								
	300_02	Transporte general	m3/km	1.00000	\$0.30	1.00000	\$0.30	2.48 %
Componente: 4) MANO DE OBRA: (Sub Total=\$11.24), (Porcentaje= 92.74 %)								
	401002	Peón	Hora	3.00000	\$4.05	0.40000	\$4.86	40.10 %
	402006	Carpintero	Hora	1.00000	\$4.10	1.00000	\$4.10	33.83 %
	403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	Hora	1.00000	\$4.55	0.50000	\$2.28	18.81 %
Categoría Indirecto								
Categoría Indirecto			Aplica a	Directo	%	Indirecto		
Costos Indirectos	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte			\$12.12	12.00 %	\$1.45	Costo Directo:	\$12.12
Utilidad	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte			\$12.12	8.00 %	\$0.97	Costo Indirecto:	\$2.42
							Total Calculado:	\$14.54
							Total Ofertado:	\$14.54

InterPro 4

Aceptar

Cancelar

Usuario: Guillermo Enrique Gavilanes Espín

Nota. La figura muestra el valor unitario de la gestión de los RCD generados en la actividad de instalación de señalización y mobiliario urbano

Análisis e interpretación de datos

De acuerdo con el análisis económico, la gestión de los RCD generados en esta actividad tiene un costo directo de USD 12,12 y un valor ofertado de USD 14,54, con una marcada incidencia del componente de mano de obra con el 92,74% demostrando que la gestión depende principalmente de actividades manuales de recolección, clasificación, acondicionamiento y supervisión en el área de trabajo.

Por el contrario, los componentes de equipos y herramientas solo representan el 4,79%, y el de transporte el 2,48%. Estos porcentajes son reducidos debido a que el volumen de residuos es bajo y no se requiere maquinaria especializada, además en esta actividad el componente de materiales tampoco genera costos, ya que no es necesario el uso de insumos adicionales para el manejo de los RCD. Estos resultados muestran que cada actividad necesita una gestión diferenciada, la cual debe tener en cuenta el tipo de residuos, el nivel de generación y los componentes necesarios.

Actividad 8.- Gestión de los residuos provenientes de las actividades de paisajismo y adecuación de áreas verdes.

Los residuos generados en esta actividad están compuestos por restos de vegetación, excedentes de tierra vegetal, así como empaques plásticos y de cartón provenientes del traslado de plantas y otros insumos. Por sus características, se clasifican como aprovechables, porque en su mayoría tienen un alto potencial de ser valorizados mediante procesos de compostaje. Adicionalmente, el nivel de generación de RCD se considera medio, debido a que las actividades de paisajismo y adecuación de áreas verdes se desarrollan en áreas específicas de la obra. En este sentido, la gestión de los residuos en esta actividad debe priorizar el aprovechamiento y la recuperación de los materiales aprovechables, con el fin de reducir la cantidad destinada a la disposición final.

Figura 33

APU Actividad de Paisajismo y Adecuación de Áreas Verdes

General

Código:

01

36

034

Descripción:

PAISAJISMO Y ADECUACIÓN DE ÁREAS VERDES

Unidad:

m

Rendimiento: Horas/Unidad

☒ Aplicar igual rendimiento para todo el análisis

☐ Aplicar igual rendimiento para todos los escenarios

Datos Adicionales

	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rend./Dist.	Total	%
Componente: 1) EQUIPO & HERRAMIENTA: (Sub Total=\$1.20), (Porcentaje= 10.1 %)								
	109001	Herramientas varias	Hora	3.00000	\$0.40	1.00000	\$1.20	10.10 %
Componente: 2) MATERIALES: (Sub Total=\$0.00), (Porcentaje= 0 %)								
Componente: 3) TRANSPORTE: (Sub Total=\$0.30), (Porcentaje= 2.53 %)								
	300_02	Transporte general	m3/km	1.00000	\$0.30	1.00000	\$0.30	2.53 %
Componente: 4) MANO DE OBRA: (Sub Total=\$10.38), (Porcentaje= 87.37 %)								
	401002	Peón	Hora	2.00000	\$4.05	1.00000	\$8.10	68.18 %
	403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	Hora	1.00000	\$4.55	0.50000	\$2.28	19.19 %

Categoría Indirecto	Aplica a	Directo	%	Indirecto	
Costos Indirectos	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte	\$11.88	12.00 %	\$1.43	Costo Directo: \$11.88
Utilidad	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte	\$11.88	8.00 %	\$0.95	Costo Indirecto: \$2.38
					Total Calculado: \$14.26
					Total Ofertado: 14.26

InterPro® 4

Nota. La figura muestra el valor unitario de la gestión de los RCD generados en la actividad de paisajismo y adecuación de áreas verdes.

Análisis e interpretación de datos

El APU determina que el costo directo de la gestión de los RCD en la actividad de paisajismo y adecuación de áreas verdes es de USD 11,88 y el valor ofertado es de USD 14,26, lo que significa que tiene una baja incidencia dentro del presupuesto destinado para este proceso. Este costo está representado mayoritariamente por la mano de obra utilizada para la limpieza y el acondicionamiento del área intervenida (87,37%). Adicionalmente, debido a que no se requiere de maquinaria especializada para el manejo de los residuos vegetales y reciclables, el componente de equipos y herramientas tiene una incidencia de apenas el 10,10% y el de transporte de 2,53%. Finalmente, no se registran costo asociados al componente de materiales.

Los datos descritos evidencian que esta actividad presenta un comportamiento diferente a las demás fases constructivas, ya que se prioriza la implementación de estrategias de valorización para recuperar los materiales de origen vegetal a través del compostaje o su reincorporación al suelo. Esto reduce la disposición final, así como el uso de equipos o herramientas para el transporte de residuos.

En consecuencia, la aplicación de un APU para esta actividad permite llevar a cabo acciones de aprovechamiento oportuno de los residuos, lo que contribuye a un mejor desempeño ambiental del proyecto vial.

Actividad 9.- Gestión de los residuos generadores durante la limpieza final y desmovilización de la obra.

La actividad de limpieza final y desmovilización de la obra no genera un tipo específico de RCD; más bien, es una etapa donde se agrupan los remanentes de

residuos producidos en las diferentes fases del proceso constructivo, entre los cuales se encuentran fragmentos de hormigón, elementos metálicos, sobrantes de PVC, restos de materiales pétreos, empaques de cartón y plásticos y residuos vegetales entre otros. El nivel de generación de los RCD en esta etapa es medio. Con la finalidad de garantizar una adecuada entrega de la obra, se debe disponer su aprovechamiento o disposición final, según corresponda.

Figura 34

APU Gestión de los Residuos Generadores Durante la Limpieza Final y Desmovilización de la Obra

?

General

Código:

5

36

011

Descripción:

LIMPIEZA FINAL Y DESMOBILIZACIÓN DE OBRA

Rendimiento:

Horas/Unidad

Pendiente de Revisión

Unidad: glb

■ Aplicar igual rendimiento para todo el análisis

■ Aplicar igual rendimiento para todos los escenarios

Datos Adicionales

	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rend./Dist.	Total	%
Componente: 1) EQUIPO & HERRAMIENTA: (Sub Total=\$50.29), (Porcentaje= 77.35 %)								
	103001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	2.00000	\$0.29		\$0.29	0.45 %
	108008	Volqueta de 8m3	Hora	2.00000	\$25.00	1.00000	\$50.00	76.90 %
Componente: 2) MATERIALES: (Sub Total=\$0.00), (Porcentaje= 0 %)								
Componente: 3) TRANSPORTE: (Sub Total=\$0.30), (Porcentaje= 0.46 %)								
	300_02	Transporte general	m3/km	1.00000	\$0.30	1.00000	\$0.30	0.46 %
Componente: 4) MANO DE OBRA: (Sub Total=\$14.43), (Porcentaje= 22.2 %)								
	401002	Peón	Hora	3.00000	\$4.05	1.00000	\$12.15	18.69 %
	403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	Hora	1.00000	\$4.55	0.50000	\$2.28	3.51 %

Categoría Indirecto	Aplica a	Directo	%	Indirecto	
Costos Indirectos	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte	\$65.02	12.00 %	\$7.80	Costo Directo: \$65.02
Utilidad	Mano de Obra, Equipos, Materiales, Transporte	\$65.02	8.00 %	\$5.20	Costo Indirecto: \$13.00
					Total Calculado: \$78.02
					Total Ofertado: 78.02

InterPro: 4

✓ Aceptar

✗ Cancelar

Usuario: Guillermo Enrique Cuallanes P

Análisis e interpretación de datos

El análisis de precio unitario de esta última etapa determina que la gestión de los RCD tiene un costo total directo de USD 65,02 y un valor ofertado de USD 78,02, convirtiéndose en una de las actividades con mayor incidencia económica, debido a que integra el manejo de los restos generados durante todo el proceso constructivo. En este costo, el componente de equipos y herramientas representa el 77,35% del total, debido al uso de volquetas para el traslado de los residuos; mientras que la mano de obra representa el 22,20% por los trabajos manuales de limpieza, recolección y acondicionamiento final del área. Por su parte, el transporte solo representa el 0,46% y los materiales no registran costos.

Estos datos permiten evidenciar que un adecuado manejo de los residuos en cada una de las actividades constructivas reduce considerablemente la cantidad que requiere transporte y disposición al culminar la obra; en cambio, una gestión deficiente incrementa su volumen y costos. En consecuencia, el análisis de precio unitario de limpieza final y desmovilización cuantifica el costo de la gestión de los RCD en las operaciones de cierre, por lo que se convierte en un indicador indirecto del nivel de eficiencia alcanzado al implementar la metodología propuesta.

Etapla 4.- Cuantificación presupuestaria y elaboración del presupuesto general para la gestión in situ de los RCD.

Una vez elaborados los APU de las nueve actividades generadoras de RCD mediante el software InterPro, se continúa con la última etapa del diseño metodológico, la cual consiste en cuantificar el costo total de la gestión sostenible de estos residuos y

determinar su incidencia económica dentro del presupuesto general de la obra. Para obtener este costo se siguieron siete pasos secuenciales: 1) agrupar los rubros constructivos del presupuesto original en actividades generadoras; 2) determinación de la cantidad base agrupada; 3) determinación del coeficiente de generación de RCD; 4) aplicación de coeficiente por actividad de gestión; 5) cuantificación final de cantidades para el presupuesto de gestión de RCD; 6) determinación del presupuesto final en el software InterPro; 7) determinación de la incidencia del costo de gestión de RCD en el presupuesto total de la obra.

El presupuesto de gestión se desarrolló como un componente técnico independiente, pero vinculado al presupuesto general de la obra. Su objetivo es la cuantificación económica de las actividades generadoras de RCD desde la fase de planificación, lo cual permite transformar una obligación ambiental general en un rubro programable y controlable.

Paso 1: Agrupar los rubros constructivos del presupuesto original en actividades generadoras.

En este paso se tomó en cuenta la agrupación previa que consta en la Tabla 25 en la cual se agruparon los rubros constructivos del presupuesto general y se determinaron las 9 actividades constructivas generadoras de RCD.

Paso 2: Determinación de la cantidad base agrupada

La determinación de la cantidad base es el punto de partida para la estimación de los residuos y corresponde al volumen, longitud, peso, superficie o número de elementos

de los 29 rubros constructivos que fueron agrupados en actividades generadoras, sobre los cuales se estimará la fracción de residuos por manejar. Para esta determinación se sumó los rubros constructivos que comparten la misma unidad de medida y la misma naturaleza operativa dentro de cada una de las nueve actividades generadoras de RCD.

Tabla 26

Determinación de la Cantidad Base

Criterios asociados	Unidad de medida
Pertenecen a una misma actividad de movimiento de tierras, hormigones, rellenos o excavaciones	m ³
Corresponden a superficies de intervención, como replanteo o limpieza inicial.	m ²
Corresponden a actividades lineales, como tuberías, ductos o redes.	M
Corresponden a actividades relacionadas con acero, mallas o elementos metálicos.	Kg
Corresponden a actividades de señalización, mobiliario o redes eléctricas, cuando la naturaleza de la gestión del residuo era similar.	U
Corresponde que se mantuvieron como una actividad global, expresada en global	Glb

Nota. La tabla muestra la determinación de la cantidad base sobre la cual se estimará posteriormente la fracción de residuos generados.

La expresión utilizada para determinar la unidad base fue la siguiente:

$$Q_{base,j} = \sum^n (i=1) Q_i$$

Donde:

$Q_{base,j}$ = cantidad base de la actividad de gestión agrupada j;

Q_i = cantidad del rubro constructivo originario i que forma parte de la actividad agrupada;

n = número de rubros constructivos integrados en la actividad de gestión correspondiente.

Paso 3.- Determinación del coeficiente de generación de RCD

Una vez que se define la cantidad base, el siguiente paso es la estimación de la cantidad de residuos por presupuestar a través del uso de un coeficiente de generación estimada de RCD, el cual representa la proporción del metrado ejecutado que, por naturaleza del proceso constructivo, puede convertirse en residuos susceptibles de manejo ambiental ya sea en forma de sobrantes, por cortes, retazos, excedentes de excavaciones, materiales reutilizables o empaques.

La cantidad final de residuos para cada rubro de gestión se obtuvo con la siguiente expresión:

$$Q_{RCD,j} = Q_{base,j} \times C_{g,j}$$

Donde:

$Q_{RCD,j}$ = cantidad de residuos a gestionar en la actividad j ;

$Q_{base,j}$ = cantidad base agrupada de la actividad j ;

$C_{g,j}$ = coeficiente de generación estimada de residuos aplicables a la actividad j ;

El coeficiente de generación de RCD se definió considerando el comportamiento de cada una de las 9 actividades establecidas previamente, en base al tipo de material, el volumen de residuos normalmente asociados a cada rubro, la forma de ejecución y el potencial de reutilización en obra.

Tabla 27*Criterio del Coeficiente de Generación de RCD*

Nivel de generación	Coeficiente aplicado	Criterio técnico
Baja	1%	Residuos menores, empaque, señalización, residuos de instalación
Media	3%	Recortes, sobrantes, residuos mixtos y materiales parcialmente aprovechables
Alta	5%	Excedentes de suelo, hormigón, pétreos, arena y materiales de mayor volumen.
Global	1 glb	Actividades de cierre o limpieza final de obras

Nota. La tabla muestra la determinación del coeficiente de generación de RCD

Este coeficiente fue establecido según el nivel de generación de RCD identificado en la matriz de caracterización de residuos (Tabla 26) como bajo, medio o alto. Además, esta herramienta permitió establecer la relación técnica directa entre el tipo de actividad constructiva, el residuo generado y la cantidad ambiental por presupuestar.

Paso 4.- Aplicación de coeficiente por actividad de gestión

En el diseño de la metodología se adoptaron coeficientes de generación diferenciados en función del nivel de residuos esperados en cada una de las nueve actividades; para ello, se estableció una escala simple de tres niveles: bajo, medio y alto, complementada con una actividad global de cierre.

Tabla 28

Coeficiente de Generación de RCD por Actividad

Actividad de gestión de RCD	Unidad base	Nivel de generación	Coeficiente aplicado
Replanteo, nivelación, preparación y limpieza inicial del área	m ²	Bajo	1%
Excavación, movimiento de tierras, mejoramiento, rellenos y compactación	m ³	Alto	5%
Construcción de elementos de hormigón y pavimentos	m ³	Alto	5%
Corte, armado e instalación de acero y elementos metálicos	kg	Medio	3%
Instalación de redes hidrosanitarias	m	Medio	3%
Instalación de redes eléctricas y alumbrado público	u	Bajo	1%
Instalación de señalización y mobiliario urbano	u	Bajo	1%
Paisajismo y adecuación de áreas verdes	u	Medio	3%
Limpieza final y desmovilización de obra	glb	Global	1,00

Nota. La tabla muestra la determinación del coeficiente de generación estimada de RCD

Los coeficientes que constan en la Tabla 29 no representan la totalidad de los rubros ejecutados; solo son una porción estimada de elementos o actividades generadoras de residuos, por lo que requieren de recursos específicos de recolección, segregación, transporte y disposición dentro de la metodología *in situ* propuesta.

Paso 4.- Cuantificación final de cantidades para el presupuesto de gestión de RCD

Para obtener el presupuesto final, se multiplicó la cantidad base agrupada por el coeficiente aplicado, dando como resultado la cantidad final de residuos por presupuestar para cada una de las nueve actividades definidas con antelación. Esta cantidad representa el insumo que se incorporó en el software InterPro para cada APU ambiental.

Tabla 29

Cuantificación Final para el Presupuesto de Gestión de RCD

Nº	Actividades de gestión de RCD	Unidad	Cantidad base agrupada	Coeficiente aplicado	Cantidad de RCD
1	Replanteo, nivelación, preparación y limpieza inicial del área	m ²	3.246,46	1%	32,46
2	Excavación, movimiento de tierras, mejoramiento, rellenos y compactación	m ³	427,21	5%	21,36
3	Construcción de elementos de hormigón y pavimentos	m ³	530,66	5%	26,53

4	Corte, armado e instalación de acero y elementos metálicos	kg	2.194,90	3%	65,85
5	Instalación de redes hidrosanitarias	m	596,00	3%	17,88
6	Instalación de redes eléctricas y alumbrado público	u	27,00	1%	0,27
7	Instalación de señalización y mobiliario urbano	u	11,00	1%	0,11
8	Paisajismo y adecuación de áreas verdes	u	1,00	3%	0,03
9	Limpieza final y desmovilización de obra	glb	1,00	1,00	1,00

Nota. La tabla muestra la cantidad final de cantidades para el presupuesto de gestión de RCD

Paso 5. – Determinación del presupuesto final en el software INTERPRO

Para determinar el presupuesto final de la gestión de los RCD a través de la herramienta InterPro, se procedió a ingresar la cantidad final estimada de los residuos afines. Posteriormente, se multiplicó esa cantidad por el valor obtenido en los APU, lo que dio como resultado el costo total de gestión de los RCD para cada actividad.

Figura 35

Determinación del Presupuesto Final de la Gestión de los RCD a Través de la Herramienta InterPro.

Nº	Item	Código	Código Alt.	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	1	536002		REPLANTEO, NIVELACIÓN, PREPARACIÓN Y LIMPIEZA INICIAL DEL AREA	m2	32.46000	8.91	289.22
2	2	536001		EXCAVACIÓN, MOVIMIENTO DE TIERRAS, MEJORAMIENTO, RELLENOS Y COMPACTACIÓN	m3	21.36000	108.19	2,310.94
3	3	536003		CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN Y PAVIMENTOS	m3	26.53000	73.76	1,956.85
4	4	536006		CORTE, ARMADO E INSTALACIÓN DE ACERO Y ELEMENTOS METÁLICOS	kg	65.85000	15.55	1,019.15
5	5	536007		INSTALACIÓN DE REDES HIDROSANITARIAS	m	17.88000	77.60	1,387.49
6	6	536021		INSTALACIÓN DE REDES ELÉCTRICAS Y ALUMBRADO PÚBLICO	u	0.27000	55.10	14.88
7	7	536022		INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN Y MOBILIARIO URBANO	u	0.11000	14.54	1.60
8	8	536024		PAISAJISMO Y ADECUACIÓN DE ÁREAS VERDES	u	0.03000	14.76	0.44
9	9	536011		LIMPIEZA FINAL Y DESMOVILIZACIÓN DE OBRA	glb	1.00000	78.02	78.02
Nro. Item: Presup. Referencial: Nro. Rubro: Diferencia (valor): Total subcontratado: Diferencia (%): Subtotal: Valor IVA: Total: Usuario: Guillermo Enrique Guevara Espin								

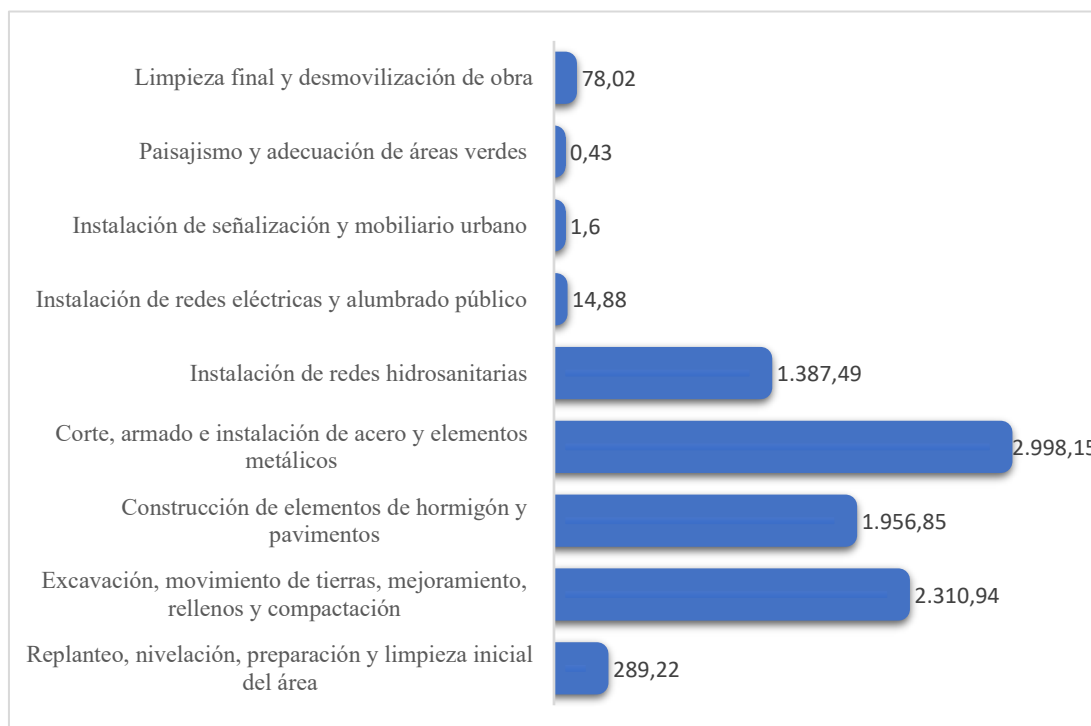
Tabla 30*Presupuesto Final de Gestión de los RCD del Proyecto Vial Calle Las Acacias*

Nº	Actividades de gestión de RCD	Unidad	Cantidad de RCD	P. Unitario	P. Total
1	Replanteo, nivelación, preparación y limpieza inicial del área	m ²	32,46	8,91	289,22
2	Excavación, movimiento de tierras, mejoramiento, rellenos y compactación	m ³	21,36	108,19	2.310,94
3	Construcción de elementos de hormigón y pavimentos	m ³	26,53	73,76	1.956,85
4	Corte, armado e instalación de acero y elementos metálicos	kg	65,85	45,53	2.998,15
5	Instalación de redes hidrosanitarias	m	17,88	77,60	1.387,49
6	Instalación de redes eléctricas y alumbrado público	u	0,27	55,10	14,88
7	Instalación de señalización y mobiliario urbano	u	0,11	14,54	1,60
8	Paisajismo y adecuación de áreas verdes	u	0,03	14,26	0,43
9	Limpieza final y desmovilización de obra	glb	1,00	78,02	78,02
				Subtotal	9.037,58
				IVA 15 %	1.355,64
				Total	10.393,22

Nota. La tabla muestra el presupuesto final de generación de RCD

Figura 36

Distribución Económica de la Gestión de RCD Proyecto Vial Calle Las Acacias



Nota. La figura muestra la distribución económica de la gestión de los RCD por actividades

La distribución de costos del presupuesto de gestión de los RCD en la obra vial Calle Las Acacias muestra que las actividades con mayor incidencia económica son: el corte, armado e instalación de acero y elementos metálicos, con un precio total de USD 2.998,15; seguido de la actividad de excavación, movimiento de tierras, mejoramiento, rellenos y compactación con un costo de USD 2.310,94; en tercer lugar, se encuentra la actividad de construcción de elementos de hormigón y pavimentos, con un valor de USD 1.956,85; y en cuarto lugar, la actividad de instalación de redes hidrosanitarias con un costo de USD 1.387,49; debido a que concentran mayores volúmenes de residuos o demandan más mano de obra o uso de herramientas y transporte para su manejo. En contraste, actividades como la instalación de señalización y mobiliario

urbano, y el paisajismo y la adecuación de áreas verdes representan costos mínimos de USD 1,60 y 0,40, respectivamente, debido a la baja cantidad de residuos y uso reducido de recursos para su gestión.

Paso 6.- Determinación de la incidencia del costo de gestión de RCD en el presupuesto total de la obra.

El proyecto vial “Regeneración de la calle Las Acacias con la construcción de pavimento rígido, aceras y mobiliario urbano del cantón Atacames” tiene un costo neto de USD 242.133,68, que, al incluir el IVA, asciende a USD 278.453,73. Por su parte, el presupuesto general para la gestión sostenible de los RCD asciende a USD 9.037,58 y, con el valor del IVA, alcanzan USD 10.393,22. Al comparar el costo total de la obra con el presupuesto de gestión de los residuos, se evidencia que su incidencia es solo del 3,73%, lo que demuestra que su inclusión no modificará significativamente el presupuesto global.

Tabla 31

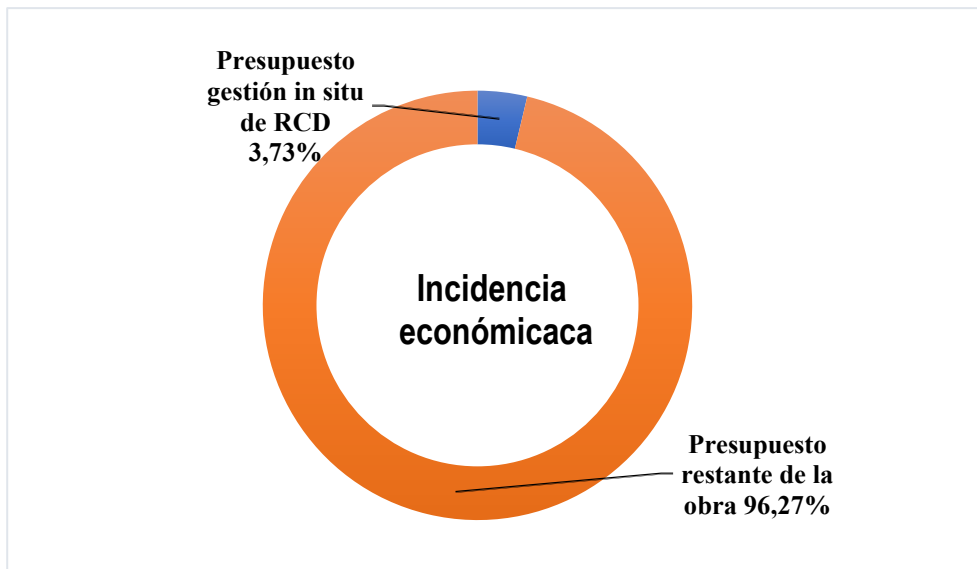
Incidencia Económica de la Gestión de los RCD en el Presupuesto Total de la Obra

Concepto	Subtotal (USD)	Total con IVA (USD)	Participación %
Presupuesto total de la obra	242.133,68	242.133,68	100 %
Presupuesto de la gestión in situ de los RCD	9.037,58	10.393,22	3,73%
Presupuesto restante (diferencia)	233.096,10	268.060,51	96,27%

Nota. La tabla muestra la incidencia económica que representa la gestión de los RCD sobre el presupuesto general de la obra vial Calle Las Acacias.

Figura 37

Participación de la Gestión de RCD Respecto al Presupuesto Total de la Obra.



Nota. La figura muestra el porcentaje de incidencia de la gestión de los RCD sobre el presupuesto general del proyecto Calle Las Acacias.

Los datos presentados muestran que el presupuesto estimado para la gestión *in situ* de los RCD representan el 3, 73% del presupuesto total de la obra. Este resultado permite establecer la factibilidad de incorporar presupuestariamente el componente de gestión de RCD dentro de la planificación económica del proyecto, sin que este análisis constituya una evaluación de los ahorros, beneficios económicos o efectividad que podrían obtenerse durante su futura implementación.

4.4 Análisis y discusión de resultados

Los resultados obtenidos de la observación directa realizada en cuatro obras viales en etapa de ejecución, así como la encuesta aplicada a veinte actores (técnicos municipales, contratistas, personal operativo y residentes de obra) vinculados al proceso constructivo de dichas obras, permitieron identificar las principales deficiencias técnicas, operativas y administrativas que se presentan en la gestión actual de los RCD a cargo del GAD Municipal del cantón Atacames. La aplicación conjunta de estas dos técnicas de investigación corroboró la coherencia del diagnóstico, puesto que lo evidenciado en el sitio de las obras coincide en términos generales, con las percepciones emitidas por los encuestados. Considerando lo anterior, la información recabada refleja que el GADMA no lleva a cabo un manejo de los residuos de construcción y demolición siguiendo procedimientos institucionalizados que integren su identificación, segregación, almacenamiento temporal, aprovechamiento, transporte, disposición final y supervisión y control. Según las percepciones de los actores en que en aquellos casos que se realizan estas acciones, son de tipo correctivo antes que el resultado de una planificación definida desde la fase precontractual.

En términos generales, el diagnóstico de la observación vislumbra las principales debilidades en el manejo de este tipo de residuos, destacando entre otras destacando: la falta de segregación en la fuente, la ausencia de sitios de almacenamiento temporal, la limitada trazabilidad en el transporte y el escaso aprovechamiento de los residuos. Estos datos fueron corroborados por lo manifestado por los encuestados, quienes señalaron que: no se realiza la clasificación de los RCD en las obras (85%), la gestión es inadecuada o poco adecuada (85%) y no se imparte capacitación específica sobre el manejo de RCD al personal involucrado en la obra (100%). En esta misma línea, se

identificó que la falta de planificación técnica (35%) es la principal causa de estas deficiencias, lo que denota que en la problemática predominan los factores organizacionales sobre los operativos. La suma de estos hallazgos resalta la conveniencia de implementar una metodología integral que gestione los RCD desde la etapa inicial (planificación) hasta la fase de seguimiento de la obra.

Desde el punto de vista normativo, los resultados contrastan con la legislación ecuatoriana, lo que evidencia una brecha significativa entre lo observado en la práctica y las disposiciones emitidas a nivel nacional y local. En el ámbito nacional, la Constitución de la República del Ecuador, en sus artículos 14 y 395, reconoce el derecho de la población a un ambiente sano y equilibrado, además de orientar la gestión ambiental hacia la aplicación de acciones de prevención, responsabilidad y participación. Por su parte, el Código Orgánico del Ambiente vincula la gestión integral de residuos en los artículos 228 y 229, por último, la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva, en su articulado promueve la gestión preventiva e integral de los residuos. A pesar de estas disposiciones legales, en la práctica constructiva municipal del cantón Atacames no se aplican de manera efectiva los principios de gestión integral y economía circular.

En el escenario local, la Ordenanza Sustitutiva para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del cantón Atacames (arts. 12, 26, 40, 41, 42 y 43) establece de forma clara disposiciones afines al almacenamiento, recolección, transporte, manejo y disposición de los residuos, pese a esto, la observación en los sitios de las obras del GADMA demuestran que todavía no se aplican los principios preventivos de trazabilidad y aprovechamiento. Por esta razón, la metodología *in situ* propuesta responde directamente a las deficiencias identificadas, al convertirlas en estrategias operativas

concretas que fomenten la planificación, presupuestación, ejecución y control ambiental en todas las fases de la obra.

Desde la perspectiva teórica, la metodología planteada se vincula estrechamente con la literatura científica especializada sobre economía circular y gestión de RCD. Benachio et al. (2020) en su obra “Economía circular en la industria de la construcción: una revisión sistemática de la literatura” mencionan que el sector de la construcción sigue adoptando un modelo económico lineal basado en “extraer, fabricar, desechar”, situación que coincide con las prácticas identificadas en las obras viales del GADMA, donde los residuos son gestionados especialmente para su retiro y disposición final, sin priorizar un aspecto importante que es la valorización de los mismos. Por su parte, Zhang et al. (2022) en su estudio “Descripción del marco de jerarquía de residuos para analizar la circularidad en la gestión de residuos de construcción y demolición en Europa” señalan que la gestión de los residuos de construcción y demolición debe priorizar la prevención, la reutilización y el reciclaje antes que el traslado para su disposición final; por el contrario, en las obras visitadas prevalecen acciones reactivas que disponen que los residuos sean retirados luego de ser generados. Del mismo modo, Caldera et al. (2020) y Gasparri et al. (2023) en sus respectivas investigaciones concuerdan en que aspectos como la planificación, la asignación de responsabilidades y la capacitación son determinantes para lograr una gestión eficiente de los RCD, consignas que respaldan la metodología *in situ* desarrolla en esta investigación.

En el aspecto económico, la metodología *in situ* sustenta su factibilidad presupuestaria al incorporar la gestión de los RCD dentro del presupuesto de la obra, mediante un presupuesto específico de USD 9.037,58 que representa solo el 3,73% del presupuesto neto de la construcción, el cual asciende a USD 242.133,68. Este valor corresponde a

la incorporación de APU's para la gestión de estos residuos mediante la creación de rubros ambientales que se programan, cuantifican, presupuestan y controlan desde la etapa inicial o precontractual del proyecto vial. En términos porcentuales, la gestión de estos residuos representa el 3,73% del presupuesto neto de la obra, lo que permite establecer exclusivamente la factibilidad presupuestaria de la propuesta y no constituye evidencia de ahorro económico, reducción de costos o beneficios financieros derivados de su futura implementación.

En relación con la hipótesis planteada al inicio de la investigación, los datos teóricos y los resultados de campo obtenidos permiten respaldarla únicamente en términos de factibilidad, al sustentar la posibilidad de estructurar, presupuestar y programar una metodología *in situ* como instrumento técnico y operativo para la gestión sostenible de los RCD.

No obstante, debido a que la metodología propuesta aún no ha sido implementada en la obra de la Calle Las Acacias, los resultados obtenidos no permiten demostrar su efectividad; por lo tanto, esta deberá ser evaluada posteriormente mediante su aplicación en condiciones reales en la obra seleccionada. Par su futura validación se deberán considerar indicadores como la cantidad de RCD generados por actividad constructiva, porcentaje de segregación en la fuente, los porcentajes de aprovechamiento o valorización de residuos destinados a la disposición final, el cumplimiento de los procedimientos establecidos y los costos reales asociados a su gestión. Estos indicadores permitirán evaluar el desempeño de la metodología y determinar, posteriormente los resultados derivados de su implementación.

En conclusión, la metodología *in situ* propuesta presenta factibilidad desde el punto de vista técnico, normativo, económico y metodológico, porque responde de forma

integral a las deficiencias técnicas identificadas en el manejo de los RCD durante el proceso investigativo. Además, mantiene una concordancia con la legislación ecuatoriana y los aportes científicos sobre economía circular y, por último, da cumplimiento al tercer objetivo específico propuesto. Su efectividad deberá ser evaluada posteriormente mediante su implementación y validación en la obra de la Calle Las Acacias.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El presente estudio concluyó con el diseño de una metodología in situ para la gestión sostenible de los RCD generados en las obras viales ejecutadas por el GAD Municipal de Atacames, tomando como referencia el proyecto “Regeneración de la Calle Las Acacias con la Construcción de Pavimento Rígido, Aceras y Mobiliario Urbano del Cantón Atacames” e integrando criterios técnicos, ambientales y económicos en la planificación, presupuestación y control de la obra. Esta propuesta represente una herramienta técnica y operativa encaminada a lograr que los residuos generados en cada una de las actividades del ciclo constructivo sean manejados de manera sostenible desde su generación hasta su aprovechamiento o disposición final, fortaleciendo a su vez la gestión ambiental municipal y el cumplimiento de los principios de economía circular.

En cumplimiento del O.E.1, se realizó el diagnóstico de cuatro obras viales en construcción por el GAD Municipal del cantón Atacames, mediante la observación en los frentes de trabajo y la aplicación de una encuesta a los actores involucrados. A partir de esto, se puede concluir que las principales deficiencias técnicas, operativas y de gestión en el manejo actual de los RCD obedecen a la falta de planificación y de procedimientos estandarizados para la segregación, el almacenamiento temporal, el aprovechamiento, el transporte, la disposición final, el seguimiento y el control de los residuos. El 85% de los actores involucrados calificó el manejo actual de estos residuos como inadecuado o poco adecuado, debido a que, la actividad en mención no se ejecuta siguiendo una programación previa, sino de manera reactiva, lo que limita la eficiencia técnica, ambiental y administrativa de la obra.

Respecto al O.E.2, con el análisis normativo, técnico y ambiental realizado, se concluye que el GAD Municipal de Atacames no cumple a cabalidad con las disposiciones contempladas en la legislación nacional y local relacionadas con los principios de desarrollo sostenible, prevención, gestión integral y economías circular. Debido a que, en la práctica actual no se prioriza la reducción de residuos, el reciclaje y la valorización antes de la disposición final. Adicionalmente, la revisión de la literatura científica permite colegir que el incumplimiento de estos principios difiere de los enfoques propuestos en estudios previos, los cuales coinciden que la gestión de los RCD debe contemplarse desde la etapa de planificación de toda obra civil y no limitarse a actividades que se ejecutan durante la construcción.

En relación con el O.E.3, luego del diseño de la metodología *in situ* se concluye que esta propuesta mejorará la eficiencia técnica y operativa de las obras viales al incorporar procedimientos estandarizados para la planificación y el control de los RCD. Además, permitirá fortalecer la eficiencia ambiental municipal mediante la integración de aspectos clave como la identificación de las actividades generadoras de RCD, su clasificación, el nivel de generación, el potencial de valorización, la estrategia de gestión, la segregación en la fuente, el tipo de almacenamiento temporal en la obra, el tipo de transporte, el tipo de disposición de final y el responsable, así como la determinación del precio unitario y el costo total que representa la gestión de estos residuos mediante el uso del software InterPro.

Del análisis económico realizado sobre la implementación de la metodología *in situ* para la gestión de los RCD en las obras viales que ejecute el GADMA, se concluye que esta metodología representa una inversión del 3,73% del presupuesto total del proyecto, incidencia que denota su viabilidad financiera debido a que el costo del

componente ambiental no modifica significativamente la estructura económica de la obra. Por lo tanto, la metodología *in situ* propuesta es técnica y metodológicamente aplicable y económicamente factible para fortalecer la gestión sostenible de los RCD en obras viales municipales.

Por último, se concluye que la metodología *in situ* cumple con el objetivo general de la investigación y responde satisfactoriamente a la pregunta planteada, porque proporciona un procedimiento estandarizado que combina la gestión ambiental con los procesos constructivos. De igual manera, se respalda la hipótesis únicamente en términos de factibilidad, considerando los aspectos técnicos, operativos, normativos, ambientales y económicos analizados. Sin embargo, su efectividad deberá comprobarse posteriormente mediante su implementación y evaluación en condiciones reales de la obra.

5.2 RECOMENDACIONES

En relación con la conclusión del O.E.1, se recomienda a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales implementar procesos estandarizados para el manejo sostenible de los RCD en la ejecución de las obras viales. Dicha implementación debe definirse desde la fase precontractual (informe de necesidad y especificaciones técnicas) e incluir aspectos como la identificación de las actividades generadoras de RCD, su clasificación, el nivel de generación, el potencial de valorización, la estrategia de gestión, la segregación en la fuente, el tipo de almacenamiento temporal en la obra, el tipo de transporte, el tipo de disposición de final y el responsable, lo que permitirá una gestión más eficiente de los residuos desde el inicio de la obra.

En respuesta a la conclusión del O.E.2, se recomienda fortalecer la aplicación de la normativa nacional y local vigente, no solo relacionada con el manejo de los RCD, sino con todos los aspectos del proceso constructivo. Para ello, se sugiere la ejecución de programas de capacitación dirigido a los actores involucrados (contratistas, administradores de contratos, fiscalizadores, personal técnico y operativo) los cuales deben estar encaminados a promover la adopción de principios de economía circular, la prevención de impactos ambientales en el área de influencia y la gestión sostenible de los RCD en cada una de las actividades que se desarrollen en el proceso constructivo.

Respecto a la conclusión del O.E.3, se recomienda la implementación obligatoria de la metodología *in situ* en todas las obras viales, como un instrumento técnico que permitirá la planificación y el control de los RCD, e incorporar los análisis de precios unitarios (APUs) para proyectar la incidencia económica de esta gestión en el presupuesto general de la obra.

Adicionalmente, se recomienda validar la efectividad de la metodología mediante su aplicación en varias obras viales con características constructivas diversas, con el objetivo de evaluar el desempeño técnico, ambiental y económico, y ajustar los niveles de generación, rendimiento, así como los costos, de acuerdo a las condiciones particulares de cada proyecto.

Finalmente, se recomienda que, en futuras investigaciones relacionadas con el manejo de los RCD, se amplíe el alcance de la metodología para que no solo se valore la incidencia económica, sino que se incorporen indicadores ambientales, el análisis del ciclo de vida y la huella de carbono. Además, se recomienda analizar el diseño de la metodología *in situ* mediante el uso de la herramienta digital BIM (*Building Information Modeling*) para evaluar cuál de las dos herramientas es más factible dentro de los proyectos viales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Agudelo, H., & Ruiz Loaiza, M. C. (2022). Aproximación a la gestión de los residuos de construcción y demolición en el área metropolitana del Valle de Aburrá. *Revista CEA*, 8(18), e2129. <https://doi.org/10.22430/24223182.2129>
- Acevedo-Agudelo, H., & Figueroa-Álvarez, J. (2023). Prácticas de circularidad en la gestión de los residuos de construcción y demolición en el sector de la construcción: Una revisión bibliográfica de las estrategias y los elementos clave en su implementación. *Informes de la Construcción*, 75(569), e485. <https://doi.org/10.3989/ic.92607>
- Alazaiza, M. Y. D., Albahnasavi, A., Eyvaz, M., Al Maskari, T., Abu Amr, S. S., Nassani, D. E., Abu Jazar, M. S., & Al-Abod, S. M. (2024). An overview of circular economy management approach for sustainable construction and demolition waste management. *Global NEST Journal*, 26(6), 05824. <https://doi.org/10.30955/gnj.005824>
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6.ª ed.). Episteme.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial N.º 449.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Registro Oficial Suplemento N.º 983.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2021). *Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva*. Registro Oficial Cuarto Suplemento N.º 488.
- Balasbaneh, A. T., Sher, W., Li, J., et al. (2025). Systematic review of construction waste management scenarios: Insights for life cycle sustainability analysis. *Circular*

Economy and Sustainability, 5, 529–553. [https://doi.org/10.1007/s43615-024-00424-](https://doi.org/10.1007/s43615-024-00424-z)

z

Benachio, G. L. F., Freitas, M. C. D., & Tavares, S. F. (2020). Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121046. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121046>

Berbey, E. A. (2023). Los antecedentes y su importancia en la investigación científica del contador público autorizado. *CPA Panamá*, 1(2), 82–96. <https://doi.org/10.48204/2953-3147.4102>

Caldera, S., Ryley, T., & Zatyko, N. (2020). Enablers and barriers for creating a marketplace for construction and demolition waste: A systematic literature review. *Sustainability*, 12(23), 9931. <https://doi.org/10.3390/su12239931>

Castrillón Rodríguez, A. M., & Hidalgo Montoya, C. A. (2022). Evaluación del desempeño de mezclas de suelo/residuos de la construcción como alternativa para el mejoramiento de subrasantes de carreteras de bajo volumen de tránsito. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 21(41), 1–25. <https://doi.org/10.22395/rium.v21n41a6>

Chamba-Coronel, J. C., Solano-Peláez, J. L., & Paucar-Camacho, J. A. (2023). Plan de manejo de residuos de construcción y demolición. Caso de estudio: Planta de asfalto de Loja-Ecuador. *MQRInvestigar*, 7(3), 1652–1675. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.1652-1675>

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). SAGE Publications.

de Carvalho Araújo, C. K., Salvador, R., Piekarski, C. M., Sokulski, C. C., de Francisco, A. C., & de Carvalho Araújo Camargo, S. K. (2019). Circular economy practices on

wood panels: A bibliographic analysis. *Sustainability*, 11(4), 1057.
<https://doi.org/10.3390/su11041057>

Díaz López, J. L. (2024). *Aplicación de residuos, subproductos industriales y nanomateriales para la estabilización y ejecución de capas estructurales de carreteras* [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba]. Dialnet.

Franco Reina, J. O., Cusme Vera, C. E., & Stay Coello, D. O. (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), 2254–2277.
<https://doi.org/10.46932/sfjdv4n6-004>

Gasparri, E., Arasteh, S., Kuru, A., Stracchi, P., & Brambilla, A. (2023). Circular economy in construction: A systematic review of knowledge gaps towards a novel research framework. *Frontiers in Built Environment*, 9, 1239757.
<https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1239757>

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Atacames. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Atacames 2019–2030*. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Atacames.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Atacames. (s. f.). *Ordenanza Sustitutiva de la Reforma a la Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el cantón Atacames*.

Heras, M. T., Suárez, F., & Munafó, C. (2024). Generación de residuos de construcción y demolición en la provincia de Buenos Aires: Propuesta metodológica para su cuantificación. *Estudios Ambientales*.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.

- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Censo Ecuador 2022: Resultados principales de la provincia de Esmeraldas*. INEC.
- Islam, N., Sandanayake, M., Muthukumaran, S., & Navaratna, D. (2024). Review on sustainable construction and demolition waste management: Challenges and research prospects. *Sustainability*, 16(8), 3289. <https://doi.org/10.3390/su16083289>
- Jayasinghe, N., et al. (2024). Analysis of road construction waste generation in developing economies: A focus on surfacing and sub-base construction projects. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142465>
- 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.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2023). *What a Waste Global Database: Waste management trends*. World Bank.
- Lee, S., Chang, H. E., 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*, 115, 105855. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105855>
- Llatas, C. (2011). A model for quantifying construction waste in projects according to the European waste list. *Waste Management*, 31(6), 1261–1276. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.01.023>
- Loyo Pozo, G. D. (2024). *Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Institucional de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

- Luangcharoenrat, C., Intrachooto, S., Peansupap, V., & Sutthinarakorn, W. (2023). Factors influencing construction waste generation in construction projects. *Sustainability*, 15(1), 856. <https://doi.org/10.3390/su15010856>
- McKeown, R., Hopkins, C., Rizzi, R., & Chrystallbridge, M. (2002). *Manual de educación para el desarrollo sostenible*.
- Mena-Morales, C., & Vanegas, P. (2019). Gestión de residuos de construcción y demolición en Ecuador: Diagnóstico y perspectivas. *Revista de Investigación Ambiental*, 10(2), 45–58.
- Mercante, I. T., Bovea, M. D., Ibáñez-Forés, V., & Arena, A. P. (2012). Life cycle assessment of construction and demolition waste management systems: A Spanish case study. *Waste Management*, 32(6), 1182–1192. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.01.016>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2025). *Instructivo para la aplicación de la economía circular inclusiva en la gestión adecuada de residuos de construcción y demolición* (Acuerdo Ministerial N.º MAATE-2025-002-B). Registro Oficial N.º 10.
- Muñoz Pérez, S. P., Bayona Reyes, M. J., & Yovera Santisteban, J. R. (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>
- Osmani, M. (2012). Construction waste minimization in the UK: Current pressures for change and approaches. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 40, 37–40. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.160>

- Pacheco-Torgal, F. (2014). Eco-efficient construction and building materials research under the EU Framework Programme Horizon 2020. *Construction and Building Materials*, 51, 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.10.058>
- Paschoalin Filho, J. A., Da Silva Bezerra, C. M., & Guerner Dias, A. J. (2020). Environmental indicators proposal for construction solid waste management plans assessment. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 31(6), 1623–1645. <https://doi.org/10.1108/MEQ-07-2019-0153>
- Ramírez, G., Delvasto, S., & Silva, Y. (2025). Deconstrucción para una economía circular real en el sector de la construcción en Colombia. *Revista Módulo Arquitectura CUC*.
- Sabino, C. A. (1992). *El proceso de investigación*. Panapo.
- Sáez, P., del Río Merino, M., & González, A. (2021). Characterization and management of construction and demolition waste. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126860>
- Saka, A., Taiwo, R., Saka, N., Oluleye, B., Dauda, J., & Akanbi, L. (2024). *Integrated BIM and machine learning system for circularity prediction of construction demolition waste*. arXiv.
- Silva, R. V., de Brito, J., & Dhir, R. K. (2017). Availability and processing of recycled aggregates within the construction and demolition supply chain: A review. *Journal of Cleaner Production*, 143, 598–614. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.070>
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. McGraw-Hill.
- Ullah, S., Hassan, I., & Gardezi, S. (2024). Environmental management framework for road network demolition wastes for construction industry. *Sustainability*, 16(10), 4302. <https://doi.org/10.3390/su16104302>

United Nations Environment Programme. (2020). *Sustainable construction and the SDGs*.

United Nations.

Véliz, K. D., Busco, C., Walters, J. P., & Esparza, C. (2025). Economía circular para residuos de construcción y demolición en la Región Metropolitana de Santiago de Chile: Un análisis Delphi. *Sustainability*, 17(3), 1057. <https://doi.org/10.3390/su17031057>

Yuan, H., & Shen, L. (2011). Trend of the research on construction and demolition waste management. *Waste Management*, 31(4), 670–679. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.10.030>

Yuan, H., Wang, J., & Zuo, J. (2021). Sustainable construction and demolition waste management: A review of current status and future directions. *Resources, Conservation and Recycling*, 174, 105832. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105832>

Zhang, C., Hu, M., Di Maio, F., Sprecher, B., Yang, X., & Tukker, A. (2022). An overview of the waste hierarchy framework for analyzing the circularity in construction and demolition waste management in Europe. *Science of the Total Environment*, 803, 149892. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149892>

Zhang, D., Huang, G., Yin, X., & Gong, Q. (2022). Economic and environmental benefits of construction and demolition waste recycling: A case study in China. *Waste Management*, 138, 54–64.

ANEXOS

ANEXO 1.- FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN

1. Información General de la Obra

Ítem	Información
Código de ficha	
Fecha de observación	
Cantón	Atacames
Nombre de la obra	
Ubicación	
Tipo de obra	Pavimentación / Regeneración urbana / Aceras
Entidad ejecutora	GAD Municipal de Atacames
Contratista	
Fiscalización	
Fase de obra observada	Excavación / Pavimentación / Obras complementarias
Observador	

2. Identificación de RCD Generados

Tipo de Residuo	Presencia (Sí/No)	Volumen aproximado	Forma de manejo observada
Hormigón			
Asfalto			
Suelo excavado			
Material pétreo			
Material cerámico			
Metal			
Madera			
Otros			

3. Segregación de Residuos en Fuente

Criterio de evaluación	Sí	No	Observaciones
Existe separación de residuos en el área de obra			
Se identifican zonas específicas de acopio			
Los residuos reciclables se separan del material inerte			
Se utilizan contenedores o espacios diferenciados			
El personal conoce procedimientos de segregación			

4. Almacenamiento Temporal de RCD

Criterio	Cumple	No cumple	Observaciones
Área definida para almacenamiento temporal			
Condiciones adecuadas de orden y seguridad			
Control del volumen acumulado			
Señalización del área de acopio			
Protección ante dispersión o contaminación			

5. Transporte y Disposición de RCD

Criterio	Sí	No	Observaciones
Existe control del transporte de residuos			
Registro de salida de materiales			
Transporte hacia sitio autorizado			
Evidencia de reutilización de materiales			

6. Aprovechamiento o Reutilización de RCD

Tipo de aprovechamiento observado	Sí	No	Observaciones
Reutilización de material pétreo			
Reutilización de suelo excavado			
Reciclaje de asfalto u hormigón			
Reincorporación en obra			

7. Control y Gestión de RCD

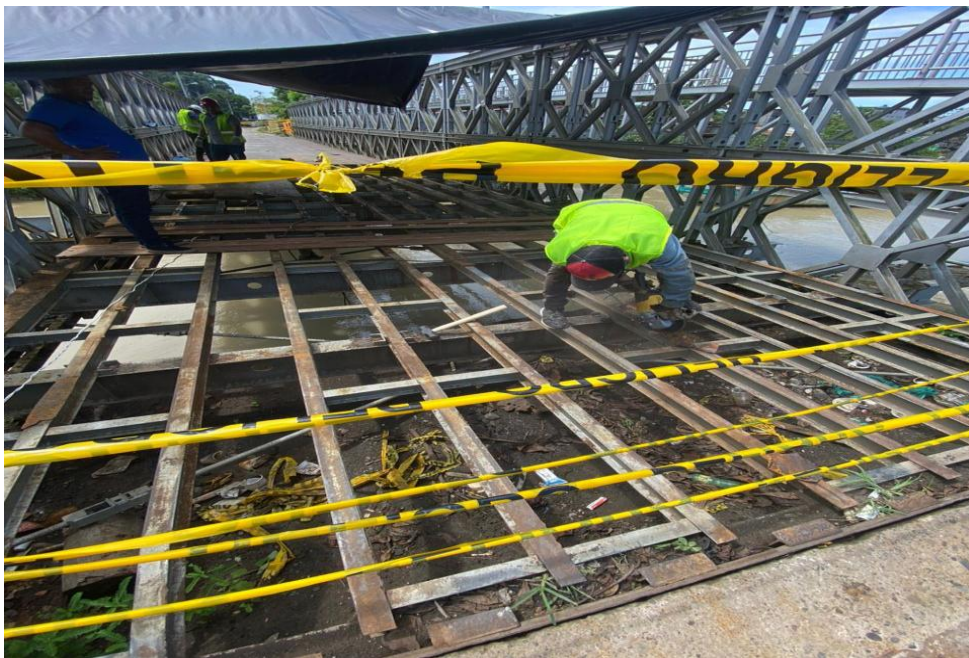
Criterio	Sí	No	Observaciones
Existe plan de manejo de RCD en obra			
Se registran volúmenes de residuos generados			
Existe supervisión del manejo de residuos			
Cumplimiento de normativa ambiental			

8. Evaluación General del Manejo de RCD

Aspecto	Bajo	Medio	Alto	Observaciones
Organización del manejo de residuos				
Cumplimiento de buenas prácticas				
Control de residuos en obra				

ANEXO 2.- REGISTRO FOTOGRÁFICO DE OBSERVACIÓN

2.1 Registro fotográfico observación directa en la obra vial “Mantenimiento del Puente Bailey sector Mira Flores Acceso al Barrio El Triunfo, de la Parroquia y Cantón Atacames”



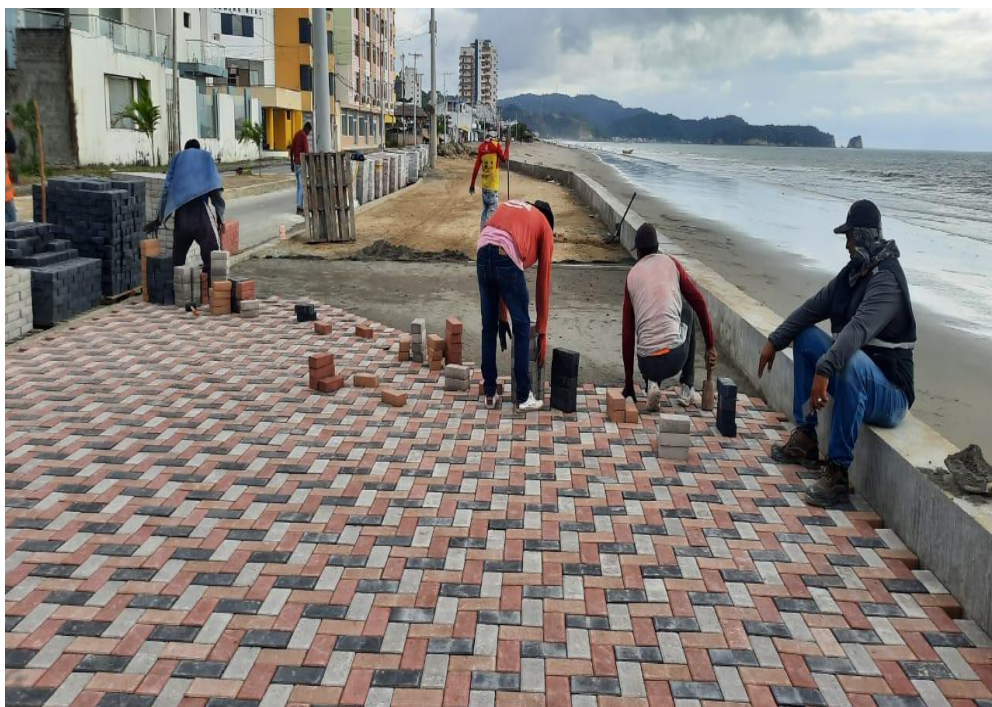


2.2 Registro fotográfico observación directa en la obra vial “Construcción de Muro de Contención y Paso Lateral Tiwinza – Juventud Progresista”





2.3 Registro fotográfico observación directa en la obra vial “Adoquinado en la Malecón de la Playa de Atacames, sector la Bocana del Río Atacames, Parroquia y Cantón Atacames”





2.4 Registro fotográfico observación directa en la obra vial “Mejoramiento vial calle Paz y Progreso, parroquia Tonsupa., cantón Atacames”



ANEXO 3 .- FORMATO DE ENCUESTA

1) Datos generales

Cargo que ocupa en la obra:

Contratista _____ Técnico _____ Residente _____ Operativo _____ Otro _____

Años de experiencia en obras viales: _____

2) Cuestionario

1. ¿En las obras ejecutadas por el GAD Municipal de Atacames se implementa algún proceso específico para el manejo de los Residuos de construcción y demolición (RCD)?
Si _____
No _____
Parcialmente _____
2. ¿Cómo califica usted el manejo de los RCD dentro del área de trabajo?
 - Muy adecuada
 - Adecuada
 - Poco Adecuada
 - Inadecuada
3. ¿Considera usted que se realiza la separación o clasificación de los RCD en el sitio de la obra?
 - Siempre
 - A veces
 - Nunca
4. Según su experiencia ¿Cuáles considera que son las principales dificultades técnicas para el manejo de los RCD?
5. ¿Se designa un espacio definido para el acopio temporal de los RCD que se generan en la ejecución de las obras viales?

- Si
 - No
 - A veces
6. ¿El personal que participa en la ejecución de las obras viales del GAD Municipal de Atacames recibe capacitación sobre el manejo adecuado de los RCD?
- Si
 - No
 - Insuficiente
7. ¿En su opinión el manejo actual de los RCD generados en las obras viales que ha ejecutado el GAD Municipal de Atacames ha generado impactos ambientales visibles?
- Si
 - No
8. ¿Cómo evalúa usted el control y supervisión institucional respecto a la gestión de los RCD en las obras viales?
- Alto
 - Medio
 - Bajo
9. ¿Según su experiencia qué deficiencias operativas identifica en el proceso de almacenamiento, transporte y disposición de los RCD?
10. ¿Según su experiencia en el área de la construcción, qué acciones propondría para mejorar la gestión de los RCD en las futuras obras viales que construya el GAD Municipal del cantón Atacames?

ANEXO 4.- PRESUPUESTO GENERAL DE LA OBRA

“REGENERACIÓN DE LA CALLE LAS ACACIAS CON LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO, ACERAS Y MOBILIARIO URBANO DEL CANTÓN ATACAMES”						
PRESUPUESTO DE LA OBRA						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unit.	P.Total
1		OBRAS PRELIMINARES				\$ 4.252,86
1.1	5A1001	REPLANTEO Y NIVELACIÓN (EQUIPO TOPOGRÁFICO)	m2	3246,46	\$ 1,31	\$ 4.252,86
2		CALZADA				\$167.427,59
2.1	528001	MATERIAL DE MEJORAMIENTO SUELO SELECCIONADO	m3	382,40	\$ 28,79	\$ 11.009,30
2.2	5AB060	HORMIGÓN PREMEZCLADO F' C=280KG/CM2	m3	530,66	\$ 259,48	\$137.695,66
2.3	5AB072	ACERO DE REFUERZO EN VARILLA CORRUGADA Fy=4200 KG/CM2	kg	2194,90	\$ 2,51	\$ 5.509,20
2.4	564004	MALLA ELECTROSOLDADA 5mm - 10 mm - 15 x 15 (R-196) SUMINISTRO E INSTALACIÓN	m2	2653,30	\$ 4,98	\$ 13.213,43
3		ACERAS Y MOBILIARIO URBANO				\$ 25.823,50
3.1	594001	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO (CASCOTE)	m3	60,00	\$ 11,70	\$ 702,00
3.2	516002	HS BORDILLOS F' c= 210kg/cm2, (40x10) cm,	ml	160,00	\$ 34,68	\$ 5.548,80

		SUMINISTRO E INSTALACIÓN				
3.3	580001	ADOQUÍN RECTANGULAR PEATONAL (20x10x6) cm, INCLUYE CAMA DE ARENA	m2	593,16	\$ 32,12	\$ 19.052,30
3.4	536008	MANTEAMIENTO DE PARTERRE CENTRAL CALLE LAS ACACIAS	u	1,00	\$ 520,40	\$ 520,40
4		SISTEMA ELÉCTRICO				\$ 34.780,10
4.1	576003	ARMADO E INSTALACIÓN DE CAJA DE REVISIÓN (0.60x0.60x0.60) m TAPA DE HORMIGÓN, MARCO METÁLICO	u	7,00	\$ 462,37	\$ 3.236,59
4.2	594006	RELLENO Y COMPACTADO DE CAJA DE REVISIÓN, SUELO NATURAL	m3	3,71	\$ 11,70	\$ 43,41
4.3	549001	EXCAVACIÓN DE ZANJA DE PARA DUCTOS DE TELEFONIA E INTERNET	m3	31,10	\$ 4,50	\$ 139,95
4.4	5AD022	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE DUCTERÍA DE PVC DE 110 mm, EN CAMA DE ARENA	m	576,00	\$ 38,91	\$ 22.412,16
4.5	594002	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJA SUELO NATURAL	m3	1,00	\$ 11,70	\$ 11,70
4.6	587002	SUMINISTRO Y MONTAJE DE POSTE 10m	u	7,00	\$ 418,8	\$ 2.931,60
4.7	587001	POSTE METÁLICO h= 6 m DOBLE BRAZO,	u	3,00	\$ 361,77	\$ 1.085,31

		SUMINISTRO Y COLOCACIÓN				
4.8	563004	LAMPARA LED 250 W	u	13,00	\$ 310,27	\$ 4.033,51
4.9	517002	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BAJANTE EN BAJA TENSIÓN, 3 LÍNEAS	m	459,00	\$ 1,93	\$ 885,87
5		AGUAS LLUVIAS				\$ 7.990,55
5.1	5AD020	PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DNI 300mm ESTRUCTURADA.	m	20,00	\$ 31,47	\$ 629,40
5.2	594005	ENCAMADO Y ACOSTILLADO DE ARENA PARA TUBERÍA	m3	9,00	\$ 26,76	\$ 240,84
5.3	5AD014	SUBIDA DE TAPAS DE COLECTORES	u	3,00	\$ 217,76	\$ 653,28
5.4	5A3014	REPARACIÓN DE TUBERÍAS DE AAPP	u	3,00	\$ 29,76	\$ 89,28
5.5	573004	REPARACIÓN DE TUBERÍAS DE AASS	u	5,00	\$ 39,87	\$ 199,35
5.6	5AD018	REPARACIÓN O ARREGLO DE CAJAS DOMICILIARIAS DEL AASS	u	80,00	\$ 77,23	\$ 6.178,40
6		AMBIENTALES				\$ 1.859,08
6.1	595001		u	1,00	\$ 642,12	\$ 642,12

		LETRERO INDICATIVO DE OBRA				
6.2	595002	CONOS DE SEGURIDAD REFLECTIVOS	u	6,00	\$ 41,70	\$ 250,20
6.3	595006	SEÑALIZACIÓN TIPO CABALLETE 1.20x0.60 m	u	2,00	\$ 167,88	\$ 335,76
6.4	570002	BANCAS CIRCULARES DE HORMIGÓN	u	2,00	\$ 271,38	\$ 542,76
6.5	596003	ARBOLES h=2m	m2	2,00	\$ 44,12	\$ 88,24
TOTAL:						\$242.133,68