



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, __ 07 DE JUNIO DEL 2023 _____

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Cristian Andrés Gomez Bolaños _____, con C.C. No. ____1082776793_____,

Jhonatan Gerardo Cabrera Vargas _____, con C.C. No. ____1083912258_____,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o _____

titulado **PROPUESTA INTEGRAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RCD EN LA CIUDAD DE NEIVA (HUILA)** _____

presentado y aprobado en el año ____2023____ como requisito para optar al título de

____INGENIERO CIVIL_____;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

Jhonatan G. Cabeza V.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS					   	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 5

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Propuesta integral para el manejo y aprovechamiento de los RCD en la ciudad de Neiva (Huila)

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
GOMEZ BOLAÑOS	CRISTIAN ANDRES
CABRERA VARGAS	JHONATAN GERARDO

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
DUARTE TORO	MAURICIO

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL

FACULTAD: INGENIERIA

PROGRAMA O POSGRADO: INGENIERIA CIVIL

CIUDAD: NEIVA

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2023

NÚMERO DE PÁGINAS: 109

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 5
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

Diagramas X Fotografías X Grabaciones en discos Ilustraciones en general X Grabados
Láminas Litografías Mapas Música impresa Planos X Retratos Sin ilustraciones
Tablas o Cuadros X

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>inglés</u>	<u>español</u>	<u>inglés</u>
1. <u> </u> RCD <u> </u>	<u> </u> CDW <u> </u>	6. <u> </u> Gestores <u> </u>	<u> </u> managers <u> </u>
2. <u> </u> Generadores <u> </u>	<u> </u> generators	7. <u> </u> Clasificación	<u> </u> classification
3. <u> </u> Disposición Final	<u> </u> Final disposition.	8. <u> </u> Caracterización	<u> </u> Characterization
4. <u> </u> Contaminación	<u> </u> pollution	9. <u> </u> Manejo integral	<u> </u> comprehensive management
5. <u> </u> Escombreras	<u> </u> dumps	10. <u> </u> diagnostico	<u> </u> diagnosis

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Los residuos de construcción y demolición (RCD) mal dispuestos son un factor generador de problemas asociados a afectaciones ambientales y de salud entre otras, las cuales surgen por la intervención de actores informales y de la misma población que desconoce el alcance normativo frente al manejo, aprovechamiento y disposición final; el presente proyecto tuvo como objetivó formular una propuesta Integral para el manejo y aprovechamiento de los RCD en la ciudad de Neiva (Huila); el diseño de la investigación comprendió un estudio de enfoque Mixto (cualitativo-cuantitativo), a partir del análisis de información para la realización de un diagnóstico sobre el manejo actual desde la generación hasta el aprovechamiento en la ciudad



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 5
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

de Neiva; los resultados mostraron un desconocimiento pleno a nivel normativo, por ende una diferencia operativa en todos los eslabones de la cadena de valor hasta su disposición final; se concluye que la aplicación de un modelo integral en unidades de vivienda multifamiliares sobre manejo de RCD permite un mejor desempeño en tratamiento y aprovechamiento de los mismos.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

4 de 5

Improperly disposed construction and demolition waste (RCD by its acronym in Spanish) are factors that generates problems associated with environmental impacts, among others, which arise due to the intervention of informal actors and the population itself that is unaware of the regulatory scope regarding management, use and final disposal; the objective of this project was to formulate a comprehensive proposal for the management and use of CDW in the city of Neiva (Huila); The research design included a mixed approach study (qualitative-quantitative), based on the analysis of information for the development of a diagnosis on the current management from generation to use in the city of Neiva; the results showed a complete lack of knowledge at the regulatory level, thus an operational difference in all links of the value chain to its final disposal; it is concluded that the application of a comprehensive model in multifamily housing units on CDW management allows a better performance in the treatment and use of CDW.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

5 de 5

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Jackson Andres Gil H.

Firma:

Nombre Jurado: Jaime Izquierdo Bautista

Firma:

Nombre Jurado: Henry Mancos Castillo Salgado

Firma:



Propuesta integral para el manejo y aprovechamiento de los RCD en la ciudad de Neiva (Huila)

Cristian Andrés Gómez Bolaños

Jhonatan Gerardo Cabrera Vargas

Universidad Surcolombiana

Facultad de Ingeniería, Departamento Ingeniería Civil

Neiva, Colombia

2023

Propuesta integral para el manejo y aprovechamiento de los RCD en la ciudad de Neiva (Huila): estado actual y tecnologías de aprovechamiento.

Proyecto de grado presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

ingeniero Civil

Director (a):

Ing. Mauricio Duarte Toro

Línea de Investigación:

Línea de investigación Construcción

Universidad Surcolombiana

Facultad de Ingeniería, Departamento Ingeniería Civil

Neiva, Colombia

2023

Dedicatoria

A Dios por darme perseverancia y sabiduría para lograr esta meta tan importante en mi vida.

A mis padres Luis Arturo Gómez y María Dolores Bolaños, por su gran apoyo incondicional, el cual me han brindado durante toda mi carrera universitaria, también a todos y todas las personas especiales que de una u otra manera me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación profesional y humana.

Cristian Andrés Gómez Bolaños

A Dios primeramente por ser mi guía y apoyo en todo este proceso, brindándome la fuerza necesaria para lograr cumplir esta meta soñada.

A mis padres Gerardo Cabrera rojas y Olga lucia Vargas por haberme brindado todo el apoyo y la motivación durante esta etapa tan importante en mi vida, los amo demasiado.

Jhonatan Gerardo Cabrera Vargas

Agradecimientos

Agradezco principalmente a todos y cada uno de mis familiares, quienes han sido mis grandes pilares en todo este desarrollo educativo. También a todos mis amigos que me acompañaron en esta etapa de mi vida tan importante como profesional.

Cristian Andrés Gómez Bolaños

Agradezco a Dios por llenarme resiliencia, perseverancia y fuerza para lograr cumplir esta meta profesional, agradecido infinitamente a mis familiares y amigos por haber depositado todo su confianza y apoyo incondicional en mi carrera, a todos plenos agradecimientos.

Jhonatan Gerardo Cabrera Vargas

Nuestro más sincero agradecimiento a nuestro director Ing. Mauricio Duarte Toro por su compromiso, gran competencia y profesionalismo por su acompañamiento total en el proyecto, quien siempre estuvo acompañándonos en este proceso y nos brindó toda su experiencia para hacer esto posible, agradecemos a la Universidad y a todo el plantel docente por habernos formado profesionalmente, a todos, muchas gracias.

Resumen

Los residuos de construcción y demolición (RCD) mal dispuestos son un factor generador de problemas asociados a afectaciones ambientales y de salud entre otras, las cuales surgen por la intervención de actores informales y de la misma población que desconoce el alcance normativo frente al manejo, aprovechamiento y disposición final; el presente proyecto tuvo como objetivo formular una propuesta Integral para el manejo y aprovechamiento de los RCD en la ciudad de Neiva (Huila); el diseño de la investigación comprendió un estudio de enfoque Mixto (cualitativo-cuantitativo), a partir del análisis de información para la realización de un diagnóstico sobre el manejo actual desde la generación hasta el aprovechamiento en la ciudad de Neiva; los resultados mostraron un desconocimiento pleno a nivel normativo, por ende una diferencia operativa en todos los eslabones de la cadena de valor hasta su disposición final; se concluye que la aplicación de un modelo integral en unidades de vivienda multifamiliares sobre manejo de RCD permite un mejor desempeño en tratamiento y aprovechamiento de los mismos.

Palabras clave: RCD, generadores, Disposición final, Contaminación, Escombreras, Gestores, Clasificación, caracterización, manejo integral, diagnostico.

Abstract

Improperly disposed construction and demolition waste (RCD by its acronym in Spanish) are factors that generates problems associated with environmental impacts, among others, which arise due to the intervention of informal actors and the population itself that is unaware of the regulatory scope regarding management, use and final disposal; the objective of this project was to formulate a comprehensive proposal for the management and use of CDW in the city of Neiva (Huila); The research design included a mixed approach study (qualitative-quantitative), based on the analysis of information for the development of a diagnosis on the current management from generation to use in the city of Neiva; the results showed a complete lack of knowledge at the regulatory level, thus an operational difference in all links of the value chain to its final disposal; it is concluded that the application of a comprehensive model in multifamily housing units on CDW management allows a better performance in the treatment and use of CDW.

Key words: CDW, generators, final disposal,

Propuesta integral para el manejo y aprovechamiento de los RCD en la ciudad de
Neiva (Huila). X

Contenido

	Pág.
1. Introducción	17
1.1 Antecedentes	18
1.2 Definición del problema	23
1.3 Justificación.....	26
1.4 Objetivos.....	28
1.4.1 Objetivo general.....	28
1.4.2 Objetivo específico	28
2. Marco teórico.....	29
2.1 Marco referencial.....	29
2.2 Marco geográfico	34
2.3 Marco Conceptual	37
2.4 Marco Normativo.	39
3. Metodología.....	43
3.1 Fases del proyecto	43
3.2 Población y muestra de estudio	45
3.3 Proceso de análisis de información.....	46
3.4 Herramientas de recolección.....	47
3.4.1 Diseño y validación encuesta para Grandes generadores.....	47
3.4.2 Diseño y validación encuesta para unidades multifamiliares.....	49
4. Análisis de resultados.....	53
4.1 Resultados.....	53
4.1.1 Diagnóstico de Manejo de RCD en la ciudad de Neiva.....	53
4.1.1.1. Caracterización de las unidades multifamiliares visitadas.....	53
4.1.1.2. Caracterización de grandes generadores visitados.....	62
4.1.1.3. Modelo actual de manejo de RCD en la ciudad de Neiva.....	68
4.1.2 Tipo de residuos de RCD generados.....	74
4.1.2.1. Caracterización de material recepcionado en puntos formales e informales de RCD	77
4.1.3 Plan integral de manejo de RCD propuesto	81

Propuesta integral para el manejo y aprovechamiento de los RCD en la ciudad de
Neiva (Huila). XII

4.1.3.1.	Enfoque administrativo- ambiental.	81
4.1.3.2.	Enfoque social.....	89
4.1.3.3.	Enfoque de ingeniería.....	92
4.1.3.4.	Enfoque económico.....	97
5.	Conclusiones y recomendaciones.....	99
5.1	Conclusiones.....	99
5.2	Recomendaciones.....	101
6.	Bibliografía.....	103
7.	Anexos.....	107

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1. Volumen de residuos de construcción y demolición Neiva.....	24
Figura 2-1: modelo logístico de manejo y disposición final de RCD	33
Figura 2-2. Mapa de escenario tendencial sobre crecimiento urbano horizonte 2050.....	35
Figura 2-4.Huella urbana de proyectos multi y unifamiliares al 2020.....	36
Figura 3-1. Fases para la ejecución secuencial del proyecto.....	44
Figura 4-1. Distribución de frecuencia de unidades visitadas según estrato.....	54
Figura 4-2. Frecuencia de distribución de la muestra de unidades multifamiliares encuestadas.....	54
Figura 4-3. Distribución sobre conocimiento que tienen los administradores sobre RCD.	55
Figura 4-4. Distribución sobre conocimiento sobre normas que regulen RCD.....	55
Figura 4-5. Distribución sobre tipo de permisos que se tramitan ante la administración.	56
Figura 4-6. Distribución sobre gestión de permisos ante órganos de control.....	56
Figura 4-7. Distribución sobre gestión de almacenamiento de residuos	57
Figura 4-8. Distribución sobre clasificación de residuos.....	57
Figura 4-9. Tipo de residuos que se generan	58
Figura 4-10. Promedio de RCD generados	58
Figura 4-11. Tipo de personas que realizan las obras	59
Figura 4-12. Distribución de personas que transportan materiales de construcción.	59
Figura 4-13. Distribución de personas que transportan materiales de construcción.	60
Figura 4-14. Distribución de personas que consideran que los RCD generan problemas de salud.....	61

**Propuesta integral para el manejo y aprovechamiento de los RCD en la ciudad de
Neiva (Huila).**

XIV

Figura 4-15. Distribución sobre entes que regulan los RCD.	61
Figura 4-16. Distribución de frecuencia de unidades visitadas según estrato.....	62
Figura 4-17. Distribución de frecuencia según cargo del encuestado en la constructora...	63
Figura 4-18. Frecuencia sobre conocimiento normativo para regular RCD.....	63
Figura 4-19. Frecuencia sobre promedio de RCD que generan.	65
Figura 4-20. Frecuencia sobre promedio de encargados de transportar RCD	65
Figura 4-21. Frecuencia sobre disposición final de RCD.....	66
Figura 4-22. Frecuencia de distribución sobre aprovechamiento.....	67
Figura 4-23. Caracterización RCD 2020 según informe de la alcaldía de Neiva “Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2028.....	70
Figura 4-24. Maquinaria disponible para manejo de RCD.....	71
Figura 4-25. Datos de contacto y beneficio de recolección en función de volumen mínimo de 1 m3.....	71
Figura 4-26. Tecnologías de transporte actual de RCD en la ciudad de Neiva	73
Figura 4-27. Distribución por tipo de obra generadora de RCD en unidades multifamiliares.....	76
Figura 4-28. tipo de material generado en obras de remodelación y demolición	76
Figura 4-29. Generación de RCD a partir de remisión de tierra con material vegetal y de obra en proyecto multifamiliar en la ciudad de Neiva.	77
Figura 4-30. Planta y proceso de producción lineal de RCD	80
Figura 4-31. Equipos disponibles para operación.....	80
Figura 4-32. Disposición final de RCD en la ciudad de Neiva. Carrera 32-# 27-08.....	81
Figura 4-33. Enfoque administrativo - ambiental modelo para el enfoque administrativo ambiental para gestión del manejo, aprovechamiento y disposición final de RCD en unidades multifamiliares de Neiva-Huila.....	82
Figura 4-34. Organigrama de CTA Modelo integral para gestión de manejo, aprovechamiento y disposición final de RCD en unidades multifamiliares de Neiva-Huila.	90

Figura 4- 35. Vista perfil contenedor de 2,5 <i>m</i> ³ (las medidas están dadas en metros “m”)	
.....	93
Figura 4- 36. Motocarro tipo chasis carpado.....	94
Figura 4-37. Prototipo de vehículo sostenible para transporte de otros RCD generados en obras de remodelación y demolición.....	95

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1. Validación Preguntas encuestas grandes generadores.....	48
Tabla 3-2. Estructura de la encuesta a administradores.....	50
Tabla 4-1. Clasificación de residuos RCD	75
Tabla 4-2. Caracterización de material recibido por escombreras en la ciudad de Neiva .	78
Tabla 4-3. Cuadro de despliegue de estrategia cultura ambiental	84
Tabla 4-4. Cuadro de despliegue de estrategia de integración administrativa	85
Tabla 4-5. Cuadro de despliegue de estrategia de almacenamiento y puntos limpios.....	86
Tabla 4-6. Cuadro de despliegue de estrategia de transporte.	87
Tabla 4-7. Cuadro de despliegue de estrategia de aprovechamiento.	88
Tabla 4-8. Tabla de asociados propuesto por roles para conformación de la CTA para manejo de RCD.....	91
Tabla 4-9. Aprovechamiento de RCD generados en unidades multifamiliares.	96

Capítulo 1

1. Introducción

El sector de la construcción es uno de los mayores generadores de residuos, los cuales presentan una tasa de crecimiento año tras año debido a la demanda que existe hoy en día con respecto a la construcción urbana e industrial, lo cual es inevitable ya que forma parte del desarrollo de la economía nacional y local (Vargas J. , 2018, pág. 6); dichos residuos generan una contaminación al entorno y por ende al medio ambiente desde que inicia el proceso de extracción, fabricación de las materias primas y en general en todo el ciclo de edificación o demolición, esto representa una gran preocupación en Colombia, ya que el manejo inadecuado de los residuos de construcción y demolición (RCD) se convierte en un problema desbordado, debido al creciente aumento de las actividades de construcción en los últimos años, como lo expone Pacheco (2017). Los impactos que producen los RCD, afectan directamente el aire, el suelo, los cuerpos de agua y la estética del diseño urbano en un efecto de contaminación visual. En la zona urbana y perimetral del Municipio de Neiva, la proliferación de obras de construcción, remodelación y demolición en los diferentes sectores de la ciudad aumenta de manera constante como consecuencia del crecimiento y desarrollo socioeconómico de la población urbana, evidenciando claramente la importancia de abordar este tema desde un contexto causal

multifactorial con el fin de proponer estrategias de intervención para mitigar su impacto.

El presente proyecto de investigación busca elaborar una propuesta integral para el manejo y aprovechamiento de los RCD en la ciudad de Neiva (Huila) a partir de su estado actual y de las tecnologías de aprovechamiento disponible.

El documento contiene el marco teórico y conceptual, necesario para dar contexto a la idea, y define el método de investigación científica, partiendo del diagnóstico de situación actual en la ciudad de Neiva.

1.1 Antecedentes

Algunos de los estudios e investigaciones desarrolladas sobre manejo de RCD plantean los siguientes aspectos los cuales se describen a continuación.

A nivel internacional, investigadores como Zhang et al. (2022), en su estudio sobre “Una visión general del marco de la jerarquía de residuos para analizar la circularidad en la gestión de residuos de construcción y demolición en Europa”, concluyen que el sector de la construcción es el mayor impulsor del consumo de recursos y de generación de residuos en Europa; las tasas de aprovechamiento de este tipo de residuos es superior al 90 %, de aquí que la Unión Europea (UE) busca desarrollar un modelo de economía circular que permita analizar y aprovechar los RCD, a partir de las jerarquías de residuos generados; los programas sobre prevención en la generación, así como los de aprovechamiento de hormigón para fundición corresponden a la mayor prevalencia de uso en Europa según (Zhang, 2022).

Altamura et al. (2022) en su investigación “Critical issues hindering a widespread construction and demolition waste (CDW) recycling practice in EU countries and actions to undertake: The stakeholder's perspective” realizada en Estados Unidos, establecieron que la reutilización y el reciclaje de RCD son claves para optimizar los recursos empleados en el sector y una forma de reducir los altos volúmenes generados de materiales extraídos, el consumo de energía y la producción de residuos, que hacen de este sector sea el que más recursos consume y produce residuos; el estudio plantea la necesidad de iniciar una transición sobre acciones enfocadas en trabajos como incremento de auditorías previas a las demoliciones, es decir, una mayor participación de los entes de control, creación de un programa de demolición selectiva, la implementación de impuestos sobre vertederos y aumento de los mismos asociados a la extracción acompañados de un gran programa de trazabilidad (Altamura, 2022).

Ramírez (2021), propuso un modelo de compensación para mejorar la gestión de los RCD en Chile; este incluyó una estructura que asignaba una valoración por cada etapa del proceso mejorado desde la generación del RCD hasta el aprovechamiento; la propuesta parte de una política de formación a diferentes tipos de actores, los cuales juegan un rol importante desde la generación, este hecho se complementa con la habilitación de unidades de aprovechamiento mediante tecnologías de segregación, lo cual facilita la separación de materiales como concreto, material plástico y metálico, finalmente el estudio concluye que este planteamiento permite mejorar en un 12% las tasas de aprovechamiento y de desempeño ambiental.

En cuanto al contexto nacional, según Trujillo & Quintero (2021), en su investigación titulada “Análisis del manejo de residuos de construcción y demolición

RCD y sostenibilidad en la construcción en Bogotá D.C.”, afirman que el aumento considerable a nivel demográfico trae como consecuencia un alto nivel de modernización traducido en el aumento de procesos constructivos tales como la adecuación de edificaciones, mallas viales, entre muchas otras obras, que a su vez conllevan a la generación de una importante cantidad de residuos de construcción y demolición; los resultados del diagnóstico indican que el nivel de cumplimiento normativo en cuanto a la gestión de los RCD es pobre, generando un gran impacto por la falta de aprovechamiento integral de los mismos, razón por la cual se deben evaluar otras alternativas que cuenten con un mayor análisis técnico y de uso de tecnologías de transformación y aprovechamiento acordes a la caracterización de los RCD generados (Trujillo V & Quintero V, 2021).

Para Vargas (2019), en su estudio sobre “Investigación sobre el manejo de residuos en construcción entre Europa, América Colombia” en Bogotá, indica que la construcción es uno de los sectores más importantes en la generación de materiales de residuos, los cuales en su mayoría no son reciclables o aprovechables; de acuerdo con lo anterior el problema se enfoca en las grandes ciudades, en donde los niveles de generación de residuos de la construcción a través del tiempo indican un bajo desempeño de aprovechamiento, lo cual se debe a la mala gestión y control de su disposición final; en Colombia uno de los problemas más significativos es el proceso que se lleva a cabo en forma desordenada en el sector de la construcción; esto ha causado transformaciones por la mala disposición, pérdidas en la biodiversidad, deteriorado la calidad en el aire, afectando los recursos hídricos, suelos y en general al medio ambiente. Según el autor a nivel nacional e internacional, se puede generar una solución ambiental y económica en las industrias de la construcción, con implementación de tecnologías para el reciclaje y transformación (Vargas, 2019).

Para Suarez et al. (2019), en su investigación “La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavicencio”, concluyeron que a pesar de que en Colombia se han dado avances acerca de la gestión de los residuos provenientes de las actividades de construcción, en ciudades como Villavicencio, no existen estudios a fondo acerca de los materiales generados y su manejo; sin embargo, otros resultados del estudio indicaron que las tierras de excavación y el concreto son los residuos de mayor frecuencia en las actividades del sector. Como medida para reducir los residuos y mejorar su gestión, las empresas dieron mayor importancia a la etapa de prevención. La falta de conciencia medioambiental y de control en el cumplimiento de la legislación fueron las principales barreras detectadas. Los incentivos tributarios fueron considerados como instrumentos relevantes para la gestión (Suárez, 2019).

Pacheco et al (2017), encontraron un crecimiento significativo de la construcción en la ciudad de Barranquilla, lo cual ha generado que los residuos de construcción y demolición (RCD) se hayan convertido en un problema ambiental, puesto que, debido a su cantidad y disposición inadecuada, se han configurado focos de contaminación de suelos y aguas superficiales (Pacheco, 2017).

Este problema no es solo local, sino mundial, por lo que diferentes países han tomado medidas para una adecuada gestión integral de los residuos generados en obra. Algunos de los ejemplos de esta adecuada gestión son: reincorporación de RCD en procesos constructivos, reúso o aprovechamiento como materias primas, procesamiento de RCD para ser convertidos en agregados minerales para concretos y asfaltos o aprovechamiento como llenantes minerales. De acuerdo con el autor, de 75 obras localizadas en las diferentes zonas de la ciudad, se identificó que las

prácticas de gestión de RCD que actualmente el gremio de la construcción está llevando a cabo no son las adecuadas, y como solución se plantea una propuesta de mejora para el modelo de gestión (involucrando aprovechamiento y transformación), con el propósito de que sea implementado en la ciudad en los siguientes años, a lo que se suma un gran desconocimiento de los aspectos legales y normativos que los regulan (Pacheco, 2017).

A nivel regional, Herrera (2020), en su tesis de investigación “ Estrategias De Mitigación De Residuos De Construcción” en Neiva, indico que los RCD, son un problema de crecimiento acelerado, pero fácilmente mitigable con la atención adecuada; las estrategias actuales incluyen beneficios tributarios; sin embargo, para contrarrestar el problema es necesario convertirlo en una oportunidad, a partir de un conjunto de medidas convencionales las cuales ayudaran a reducir la cantidad de escombros que se acumulan constantemente en las rondas de las fuentes hídricas y terrenos desocupados. El autor propone una solución arquitectónica a partir de acabados en concreto lo que permite mayor comodidad con una forma primordialmente funcional (Herrera, 2020).

El estudio realizado por Sandoval et al (2015) de la Universidad Antonio Nariño- sede Neiva de nombre “Localización y caracterización de los escombros de la ciudad de Neiva”, en el cual indicaron que el panorama sobre el manejo de los RCD es complejo, para su realización se crearon 5 zonas de estudio (Av. Max duque, SENA industrial, puente el Tizón, Av. Inés García de Duran y barrio San Jorge Etapa II) en las cuales se determinó a partir de visitas de campo la volumetría y la clasificación del material en punto de disposición final.

Los resultados indicaron que el material generado de mayor incidencia corresponde a demoliciones que caracterizan materiales compuestos de ladrillo y cemento; se estableció que la densidad es mayor a medida que aumentan el volumen y el peso de los materiales; el estudio concluye que existe un potencial de reusó de estos residuos (Sandoval, 2015)

1.2 Definición del problema

El Sector de la construcción es uno de los mayores generadores de RCD, por lo que estos van creciendo año tras año debido a la alta demanda que existe hoy en día con respecto a la construcción vertical e industrial, lo cual es inevitable ya que forma parte del desarrollo de la economía nacional y local (Vargas J. , 2018, pág. 6).

La contaminación comienza desde la extracción, fabricación de las materias primas y en general en todo el proceso de edificación o demolición, esto representa una gran preocupación para Colombia, ya que el manejo inadecuado de RCD se convierte en un problema desbordado debido a que este sector ha aumentado su actividad en los últimos años; los impactos que producen los RCD, afectan directamente el aire, el suelo y los cuerpos de agua, además de ser uno de los focos principales que impacta la salud pública, por contribuir al aumento de partículas en el aire, sobre todo por el incremento de actividades de construcción vertical, siendo este tipo el de mayor producción de RCD (Pacheco, 2017).

En la zona urbana y perimetral del municipio de Neiva, la proliferación de obras de construcción, remodelación y demolición en los diferentes sectores de la ciudad aumenta de manera constante como consecuencia del crecimiento y desarrollo socioeconómico de la población urbana (CAMACOL, 2022).

De acuerdo con las prácticas (almacenamiento, transporte) de disposición final desarrolladas por los diferentes actores del sector de la construcción para el manejo de los residuos que se desprenden de estas actividades, estos producen grandes volúmenes que en la actualidad se han convertido en un problema de contaminación ambiental a nivel nacional y de la cual no se excluye la ciudad de Neiva (Herrera, 2020).

Ejemplo de este crecimiento lo presenta el reciente informe presentado en el oficio 248 del 24 de abril de 2020 de la alcaldía de Neiva, sobre las estadísticas de residuos materiales de construcción y demolición generados de forma anual en el municipio, el cual indica un crecimiento en los volúmenes de generación de estos residuos, como lo indica la figura 1 (SIR, 2022).

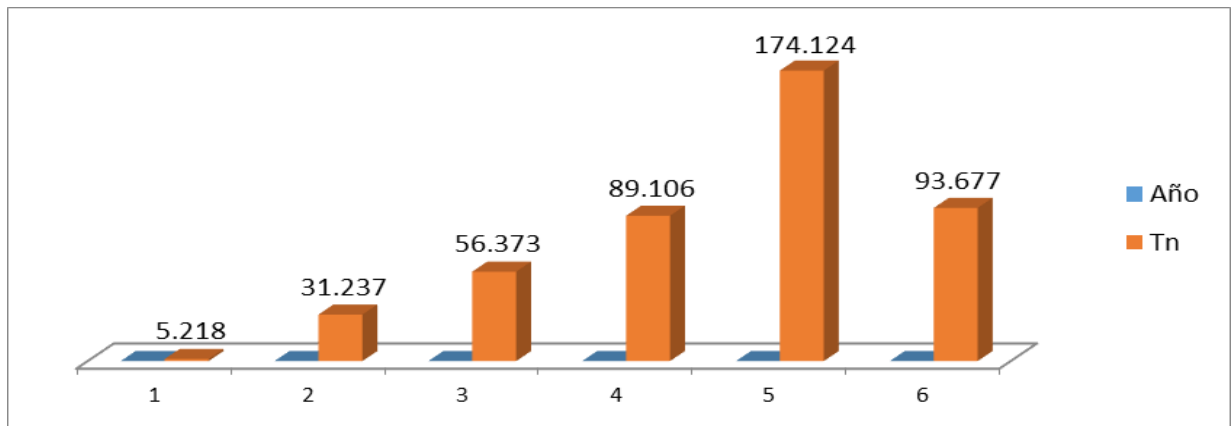


Figura 1-1. Volumen de residuos de construcción y demolición Neiva

Fuente: Informe secretaria ambiente y desarrollo rural (Oficio 248)-2014 a 2019, publicado el 30 marzo de 2020

En la figura 1 se observa la relación de Tn/año del 2014 al 2019, para el 2018 alcanzó un pico de generación de RCD, el cual se ve disminuido para el periodo 2019, esto debido a que según “Informe de coyuntura económica 2019 de Cámara de comercio”

se presentó una coyuntura con menos área aprobada y otorgamientos de licencia de construcción para el 2019 comprado con el 2018 del -17% (Camara de Comercio de Neiva, 2019, pág. 37)

Este crecimiento viene marcado por una serie de factores como, por ejemplo:

- Un aumento en el desarrollo económico para la ciudad.
- Un aumento en el desarrollo social y demográfico.
- Una generación desmesurada de residuos materiales de construcción y demolición (RCD), como producto de las frecuentes construcciones que se realizan en la ciudad de Neiva.

Otras problemáticas que surgen de los RCD refieren a impactos ambientales negativos y afectación a la salud, por ser estos focos o vectores de plagas y enfermedades; frente a esto y de forma reactiva la alcaldía municipal y los organismos de control vienen

buscando soluciones integrales que permitan mejorar y optimizar la cadena de valor de los RCD, como un desafío apremiante que buscan encaminar esfuerzos para encontrar soluciones definitivas al citado problema, ya que como es notable y a su vez alarmante, existe una incalculable cantidad de residuos de material de construcción y demolición, que hasta la fecha la administración Municipal de Neiva, no ha logrado controlar y organizar (Pacheco, 2017).

En función del anterior contexto, la pregunta que se genera es:

¿Cuál es la mejor estrategia para garantizar un manejo y aprovechamiento eficiente de los RCD en la ciudad de Neiva?

1.3 Justificación

La zona urbana del municipio de Neiva, tiene un área de 4.594 hectáreas que se reestructura en Unidades de Planificación Zonal (UPZ), las cuales a su vez, se encuentran integradas por comunas y barrios o asentamientos humanos, razón por la cual existe la proliferación de las construcciones de edificaciones, remodelaciones de viviendas, y las obras civiles que generan miles de toneladas de escombros y residuos, que desencadenan problemas de acopio, manejo, disposición y utilización de materiales sólidos de construcción y demolición en la ciudad (Alcaldía de Neiva, 2021).

Estos residuos son visibles en cantidades y en lugares de no disposición como vías, separadores, andenes, zonas verdes sin uso y otros lugares, que pese a existir normas ambientales que regulan su manejo tratamiento y aprovechamiento (Decreto 0437 de 2017) en la práctica no se implementa (Alcaldia de Neiva, 2017, pág. 5). Actualmente el decreto 0472 sufrió una modificación por parte del Ministerio del Medio Ambiente (Minambiente) la cual a partir de la resolución 1257 del 23 de noviembre de 2021 modifico el alcance anterior, dando una mayor importancia al proceso de almacenamiento y disposición final de dichos RCD.

Este efecto tiene una connotación muy importante si se parte del hecho de que el sector de la construcción inicio un proceso de activación económica durante el 2021, incrementándose en un 13% frente al año anterior, equivalente a 3225 viviendas totales, de las cuales el 75% son de interés social y sobre el total de viviendas el 45% bajo modelos multifamiliares, lo que indica una gran tendencia para los próximos 5 años para el sector (CAMACOL, 2022).

Ahora bien, la falta de conciencia y conocimiento sobre el manejo de este tipo de residuos es hoy día un problema que salta a la vista en la ciudad de Neiva, ya que la ausencia de controles y de aplicación de un verdadero plan integral de manejo de RCD en la ciudad, evidencia la ineficacia de la normativa frente a su tratamiento final; aún más implica una clara falta de gestión y de los efectos que conlleva por parte de las empresas y personas naturales que generan dentro de sus actividades económicas (Camara de Comercio de Neiva, 2021, págs. 13-16).

Para lograr dicho control y monitoreo en cuanto a lo establecido en el proceso establecido a nivel operativo por el municipio y el Minambiente, es indispensable asegurar los mecanismos y figuras para el mismo, así como el personal idóneo para garantizar una correcta gestión de dichos residuos.

Esta propuesta plantea un análisis del estado actual de manejo de los RCD en unidades de vivienda multifamiliares con el fin de establecer el nivel de manejo de estos residuos por parte de los administradores de este tipo de viviendas y el grado de conocimiento y cumplimiento normativo a partir de los impactos que se desprenden de estos residuos, y a partir de ello proponer un plan de manejo integral que facilite la logística de flujo de los mismos hasta su disposición final y posible aprovechamiento.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Formular una propuesta Integral para el manejo y aprovechamiento de los RCD para unidades multifamiliares en la ciudad de Neiva (Huila).

1.4.2 Objetivo especifico

- Diagnosticar el manejo y disposición final de los escombros producidos en las unidades multifamiliares del municipio de Neiva.
- Clasificar y caracterizar los residuos actuales generados de RCD en las construcciones por tipo de obra en unidades multifamiliares.
- Establecer una estrategia de manejo integral desde la fuente generadora hasta el aprovechamiento de los RCD en la ciudad de Neiva, para unidades de vivienda multifamiliares.

Capítulo 2

2. Marco teórico

El marco teórico presentado a continuación, establece de forma precisa la descripción operativa y logística recomendada por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (Resolución 1257 de 23 de noviembre de 2021) frente al uso, manejo, disposición final y aprovechamiento de los RCD en un contexto nacional y local mediante la expedición del decreto municipal de Neiva No. 0437 de 2017; seguidamente se define el marco geográfico, conceptual y normativo del estudio.

2.1 Marco referencial

La generación de los materiales sólidos de construcción y demolición RCD, en el casco urbano del municipio de Neiva, provienen en su mayoría de la construcción y derribo de edificaciones, obras civiles del sector público como del privado, de las reformas de viviendas o urbanizaciones multifamiliares que constituyen un amplio porcentaje del total de residuos en la ciudad.

Con la expedición del decreto municipal de Neiva No. 0437 de 2017, se pretendía que el casco urbano de la ciudad pudiera recuperar y librar en gran parte los depósitos de escombros de construcción y demolición arrojados sobre las vías de la ciudad, sobre los separadores de estas, en las zonas verdes y en sitios clandestinos, los cuales aún siguen generando contaminación en la ciudad.

Los residuos materiales sólidos de construcción y demolición generados en la ciudad de Neiva corresponden a grandes volúmenes, los cuales se están llevando en su mayor parte a las dos (2) escombreras autorizadas por el municipio las cuales son la Estrella, ubicada en el kilómetro 4 + 500, de la vía Neiva – Corregimiento de Vegalarga, y que se encuentra cerrada temporalmente, y la escombrera de Ciudad Limpia ubicada en el relleno los ángeles de la vereda el Venado temporalmente fuera de servicio, lo que hace que estos residuos sean arrojados con más inmediatez sobre las vías, zonas verdes y riveras de las fuentes hídricas de la ciudad, generando todo tipo de insalubridad y contaminación del medio ambiente.

Estos residuos que se arrojan en forma incontrolada en los citados sitios de la ciudad generan un impacto visual y ecológico negativo, vulnerando las normas ambientales de Colombia, especialmente el Decreto Nacional 605 del 27 de marzo de 1996, la Ley 142 de 1994 y el Decreto reglamentario Decreto 1713 de 2002.

En lo relacionado al origen de los residuos de construcción y demolición, estos tienen un origen variado que depende de las características propias de las regiones, en estos se pueden encontrar (Alcaldia de Neiva, 2017):

- ✓ Construcción de edificaciones y estructuras nuevas.
- ✓ Demoliciones.
- ✓ Remodelaciones u obras menores.
- ✓ Excavaciones.

La clasificación típica de los escombros de acuerdo con sus componentes incluye las siguientes categorías:

- ✓ C1 Residuos de concreto.

- ✓ C2 Residuos de ladrillos, mampostería, tejas.
- ✓ C3 Mezcla C1 y C2.
- ✓ C4 Tierra para relleno.
- ✓ C5 Tierra negra- vegetal.
- ✓ C6 Metales-maderas.
- ✓ C7 Otros materiales.

Ahora bien, se ha mostrado que el adecuado manejo de los RCD contribuye con la conservación del medio ambiente, puesto que la gestión eficiente y el manejo adecuado de estos residuos, da como resultado la reducción de la contaminación del aire, el agua y el suelo, asociados a las obras civiles; caso contrario, estos son actualmente un factor de deterioro ambiental y paisajístico para la ciudad, no propiamente por su composición, sino por su inadecuado manejo por parte de los generadores, lo que afecta el espacio público y elementos de la estructura ecológica principal. Para su aplicación en Colombia, el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) expidió el 28 de febrero de 2017 la Resolución 472, con el objetivo de establecer las disposiciones para la gestión integral de los RCD, esta nueva norma es aplicable a todas las personas naturales y jurídicas que generen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen y dispongan RCD (Ortega, 2016).

Con respecto al control y vigilancia que establece el decreto 0437 de 2017, se remite al transporte de los RCD y está a cargo de la secretaria de movilidad de acuerdo con la ley 769 de 2002; todas las obras de construcción están obligadas en teoría a dar estricto cumplimiento de este decreto y adopta el mismo esquema sancionatorio establecido en el acuerdo 042 de 2003; sin embargo, pese que al decreto regula el

manejo de los RCD, este se apoya en el acuerdo 042 de 2003, emitido por el Concejo de Neiva, el cual reglamenta las escombreras en la ciudad de Neiva, lo cual es fundamental para el manejo integral de los RCD (Alcaldia de Neiva, 2017).

Este acuerdo se compone de 14 artículos que parten de la declaración de reglamentación, la definición de las unidades en metro cúbico (m³), y establece la responsabilidad del control y monitoreo a la policía a través de los inspectores de policía urbana (artículo tercero), los cuales deben prevenir y sancionar la violación de las disposiciones relativas a la reglamentación del manejo de los RCD en zonas de espacios públicos, humedales.

El acuerdo 042 de 2003 establece que la Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM) será la encargada del análisis, seguimiento y apoyo técnico de los programas de gestión e impacto ambiental, así como los permisos ambientales correspondientes. (Concejo Municipal de neiva, 2003).

La oficina de planeación municipal es la encargada de emitir los permisos sobre uso del suelo para el funcionamiento de las escombreras de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial; el acuerdo fija como sanción en caso de violación de lo reglamentado para RCD el valor de 5 SMLV diarios por cada m³ de escombros y materiales arrojados.

La responsabilidad de la difusión y sensibilización estará a cargo de la administración Municipal en coordinación con las empresas públicas.

Bajo esa descripción normativa operativa se tiene que en el caso de las propiedades multifamiliares tanto verticales u horizontales, así como los grandes generadores deben cumplir con los siguientes aspectos mencionados en la resolución 1257 de 2021:

Multifamiliares

Entregar los RCD a los gestores certificados de RCD para que recolecten, transporten, almacenen, aprovechen y/o dispongan en puntos limpios o sitios de aprovechamiento según sea el caso.

Grandes generadores

- 1- Tener actualizado su programa de manejo ambiental de RCD
- 2- Reportar a la autoridad ambiental sobre la generación de RCD

Por otro lado, el modelo actual de manejo de RCD en la ciudad comprende los siguientes aspectos:

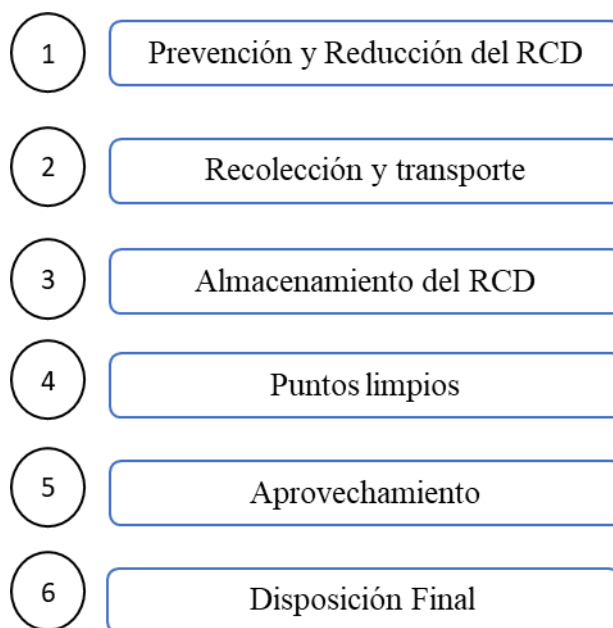


Figura 2-1: modelo logístico de manejo y disposición final de RCD

Nombre de la fuente: Autores

- **Prevención y reducción del RCD:** Este primer eslabón se orienta a la generación de medidas por parte del generador independiente de su alcance, que comprenden: la planeación adecuada de la obra (Cant. Materiales requeridos), separación por tipo de RCD según categoría mencionada

anteriormente, almacenamiento diferencial, control de escorrentía superficial y manejo de aguas lluvias.

- **Recolección y transporte:** Para dar cumplimiento a este proceso, los vehículos empleados en su transporte (Volquetas, Camionetas, tracción animal) deben asegurar que la carga no sobrepase la altura del platón, lo cual evita dispersión del RCD, a lo que se adiciona cubrir la carga, para evitar material volátil en el aire.
- **Almacenamiento:** De tipo temporal, con barreras de protección, y en el caso de grandes generadores obras de drenaje y control de sedimentos.
- **Puntos limpios:** Es un área designada por el generador, el cual contiene una zona de recepción y pesaje, separación por tipo y aprovechamiento.
- **Aprovechamiento:** Se realiza en plantas de aprovechamiento fijas o móviles.
- **Disposición final:** El receptor debe contar con un área específica para esta área.

2.2 Marco geográfico

El marco geográfico corresponde a la generación de RCD en la ciudad de Neiva; para ello se establece la huella de crecimiento urbano al 2020 como se indica en la figura 2-2, en la cual se identifica mediante convenciones de colores las áreas de uso tipo residencial, mixta y no residencial sobre el cual se proyecta o refleja el proceso de crecimiento del sector construcción.

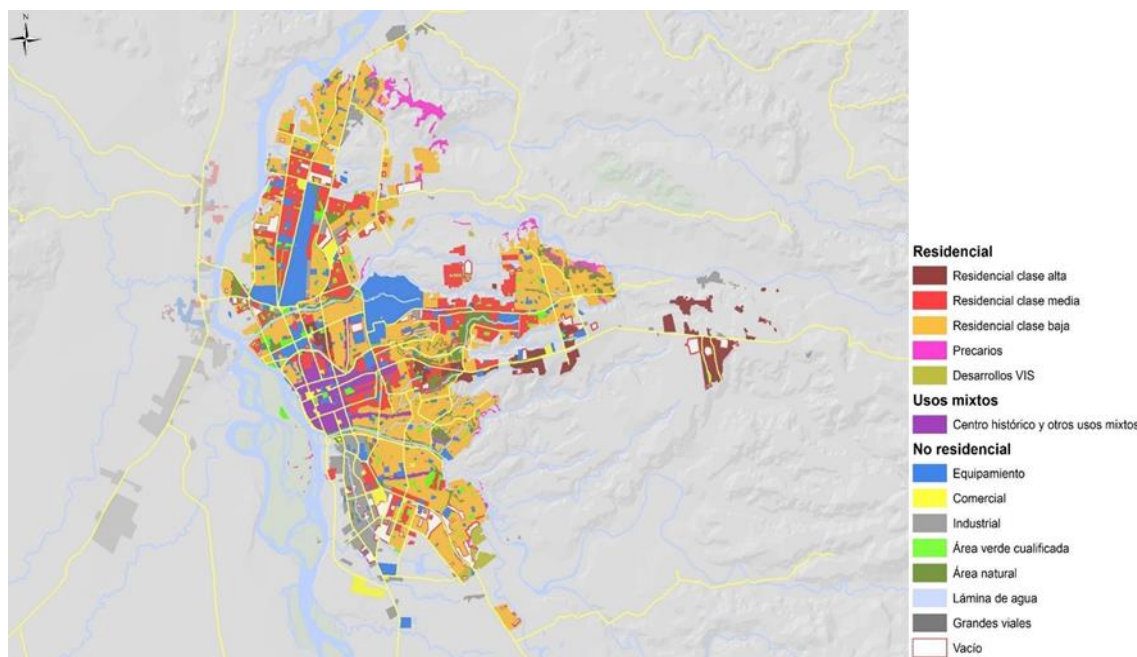


Figura 2-2. Mapa de escenario tendencial sobre crecimiento urbano horizonte 2050

Nombre de la fuente: Tomado de (Banco interamericano de desarrollo, 2020)

Según lo anterior, las proyecciones indican un aumento de la huella urbana al 2050, lo que marca de forma indirecta una mayor generación de RCD; esta misma huella vista desde una perspectiva detallada en cuanto a las viviendas multifamiliares y unifamiliares mostro para el 2020 un fuerte crecimiento evidenciado en procesos de construcción de unidades multifamiliares en la ciudad de Neiva como se indica a continuación en la figura 2-3, en donde se identifican por color los proyectos urbanísticos actuales de tipo vivienda de interés social (VIS), proyectos en estrato 3-4 y 5-6.

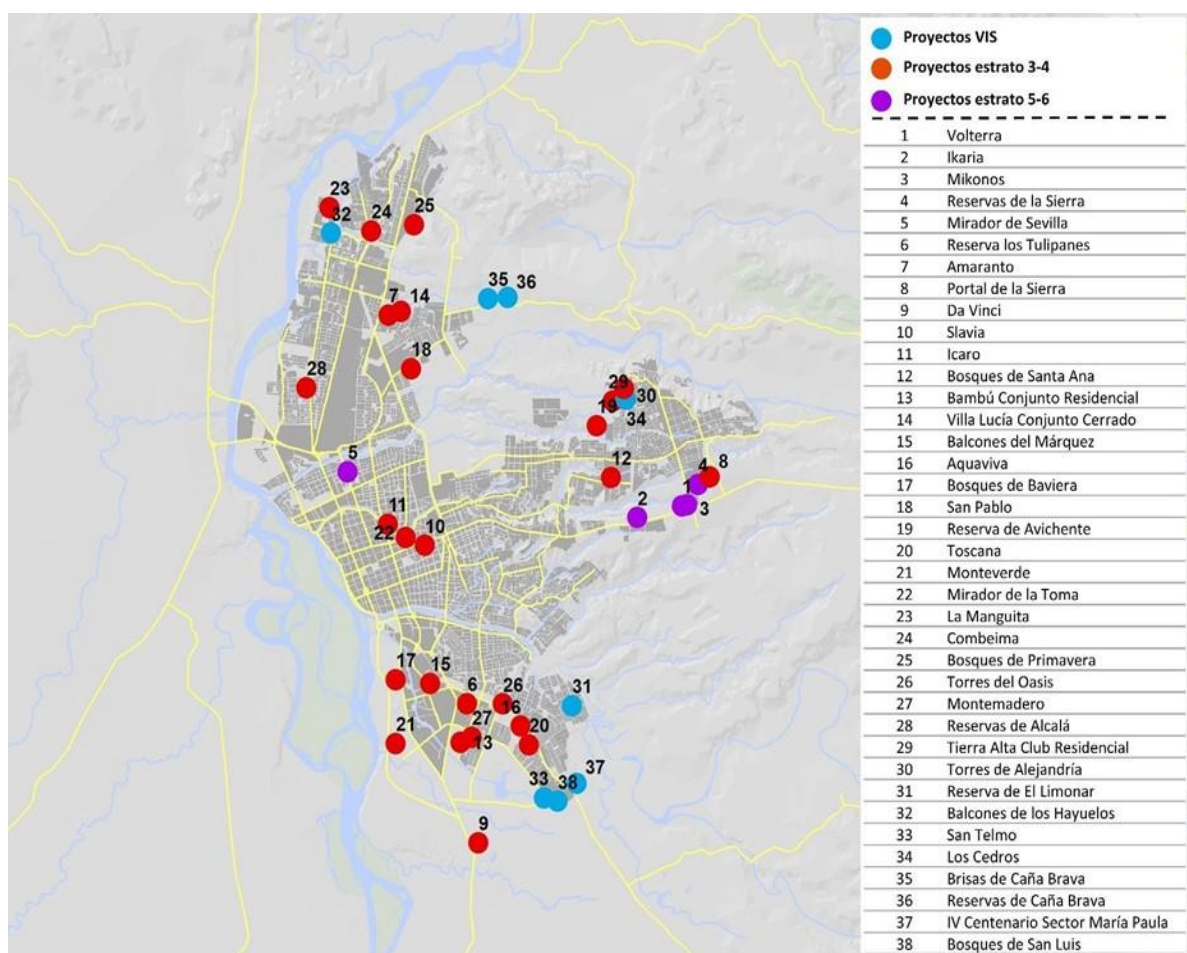


Figura 2-3. Huella urbana de proyectos multi y unifamiliares al 2020

Nombre de la fuente: Tomado de (Banco interamericano de desarrollo, 2020)

Lo anterior muestra una alta tendencia de crecimiento urbano en las zonas Norte, oriente y sur de Neiva para el 2020; se destacó un aumento de proyectos de vivienda de estrato 3 y 4, las cuales se concentran en la zona sur, oriente y norte de la ciudad; en cuanto a los proyectos de estrato 5 y 6 tienen una tendencia de desarrollo en la zona oriental la cual concentra población de altos ingresos, en donde se puede identificar mega tendencias en la construcción; los proyectos de interés social se indican en las zonas periféricas del Sur y Nor-oriental de la ciudad.

Lo anterior permite dimensionar la importancia y relevancia del tema de estudio, ya que a medida que se presenta este fenómeno, los impactos son cada vez mayores y las consecuencias no son visibilizadas para generar un cambio en las prácticas actuales de manejo y disposición final de los RCD para el sector.

2.3 Marco Conceptual

Con el fin de tener una mejor comprensión a nivel conceptual del lenguaje empleado en el estudio, es necesario familiarizarse con la terminología usada a lo largo del proyecto; según lo anterior se tiene:

Los residuos de construcción y demolición (RCD) son restos procedentes de la construcción, rehabilitación y demolición de obras de urbanización (edificios) y obras públicas (ferrocarriles, carreteras, puentes, viaductos, obras hidráulicas, obras marítimas, etc.) (Ministro de Ambiente y Desarrollo, 2017). Con respecto al tratamiento de los RCD, estos comprenden un conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante el cual se modifican las características de los residuos de construcción y demolición, lo que posibilita la reincorporación del nuevo material a ciclos productivos.

La disposición final refiere al confinamiento del material residual, producto del aprovechamiento en los centro de tratamiento y/o aprovechamiento (CTA) o centros de restauración de espacios degradados (CRED) y todo aquel RCD de origen pétreo que por sus características físicas no pudo ser objeto de aprovechamiento, dispuesto en un lugar autorizado por la autoridad ambiental competente; así mismo el generador son aquellas personas naturales o jurídicas que realizan actividades de

obras civiles de construcción, demolición, reparación o mejoras locativas, estos pueden ser de carácter privado o público (Ministro de Ambiente y Desarrollo, 2017).

- Generadores de escombros de excavación.
- Generadores de escombros de construcción.
- Generadores de escombros de demolición
- Generadores de sedimentos
- Generadores de remodelaciones.

En lo que respecta al almacenamiento, este se refiere a la acumulación o disposición temporal en recipientes o lugares de residuos de construcción y demolición RCD (Decreto Municipal No. 0437, 2017); al igual que el aprovechamiento, el cual consiste en el manejo integral de los RCD, los cuales entran a un ciclo de transformación y recuperación económica, para ser reutilizable, reciclable o cualquier otro método que contribuya con la salubridad del entorno; existen centros de tratamiento y aprovechamiento los cuales son instalaciones en las cuales se realizan actividades de separación, almacenamiento temporal, reutilización, tratamiento y reciclaje de RCD, las cuales pueden ser fijas o móviles (Decreto Municipal No. 0437, 2017).

Otros conceptos empleados en el desarrollo del proyecto corresponden a:

2.3.1 Materiales

Escombros concretos y agregados sueltos de construcción de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación (Decreto Municipal No. 0437, 2017).

2.3.2 Programa de manejo ambiental RCD

Instrumento de gestión que contiene la información de la obra y las actividades que se deben realizar para garantizar la gestión integral de RCD (Decreto Municipal No. 0437, 2017).

2.3.3 Recuperador Especifico

Persona natural o jurídica que realiza actividades de aprovechamiento de RCD diferentes a los pétreos y tierras de excavación (Decreto Municipal No. 0437, 2017).

2.3.4 Sitios de Disposición Final

Los sitios de disposición final son lugares autorizados, destinados para recibir y acopiar de forma definitiva el material residual del aprovechamiento en las plantas y todo aquel RCD pétreo que por sus características físicas no pudo ser objeto de aprovechamiento (Decreto Municipal No. 0437, 2017).

2.3.5 Transportador

Cualquier persona natural o jurídica que preste servicios de recolección y traslado de RCD en distintos puntos de generación, pudiendo asumir o no la titularidad de estos (Decreto Municipal No. 0437, 2017).

2.4 Marco Normativo.

Con respecto al marco normativo que rige la investigación, este se fundamenta bajo la siguiente relación de normas, leyes, decretos y resoluciones entre otras las cuales se muestran a continuación:

- De conformidad con el contenido de los artículos 79, 80 y en el numeral 8º del artículo 95 es obligación del estado de proteger la diversidad del ambiente (Constitución Política de Colombia, 1991)
- Ley 142 de 1994, modificada parcialmente por la Ley 689 de 2001, el decreto nacional 2981 de 2013, “Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos” (Ley 142 de 1994, 1994)
- Resolución No. 541 de 1995 expedida por el entonces Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible por medio de la cual se regula el tema de cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación”. (RESOLUCION 541 , 1995)
- Ley 1259 de 2008 "Por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones". (Ley 1259 de 2008, 2008)
- Resolución No. 472 de 2017, del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible “Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones”. (RESOLUCIÓN 472 DE 2017, 2017)
- Acuerdo Municipal de Neiva Huila No. 042 de 2003 “Por medio del cual se reglamentan las Escombreras en el Municipio de Neiva”. (Acuerdo Municipal de Neiva Huila No. 042 de 2003, 2003)
- Decreto Municipal No. 0437 de 2017, del alcalde de Neiva “Por medio del cual se regula la gestión integral de residuos de construcción y demolición RCD en el

municipio de Neiva, se fijan competencias y se adoptan otras disposiciones”.
(Decreto Municipal No. 0437, 2017).

- Resolución 1257 del 23 noviembre de 2021 la cual amplia el alcance de la resolución 472 de 2017.

Capítulo 3

3. Metodología

El proyecto de investigación tendrá un enfoque Mixto (cualitativo-cuantitativo), a partir del análisis de información que proporcionará una realidad sobre el comportamiento o tendencia de los RCD en la ciudad, la revisión bibliográfica, conceptual y teórica, acompañado del trabajo de campo para la realización de un diagnóstico sobre el manejo actual desde la generación hasta el aprovechamiento en la ciudad de Neiva (Hernandez, 2018).

3.1 Fases del proyecto

El trabajo se desarrollará de acuerdo con las siguientes fases planteadas a continuación:

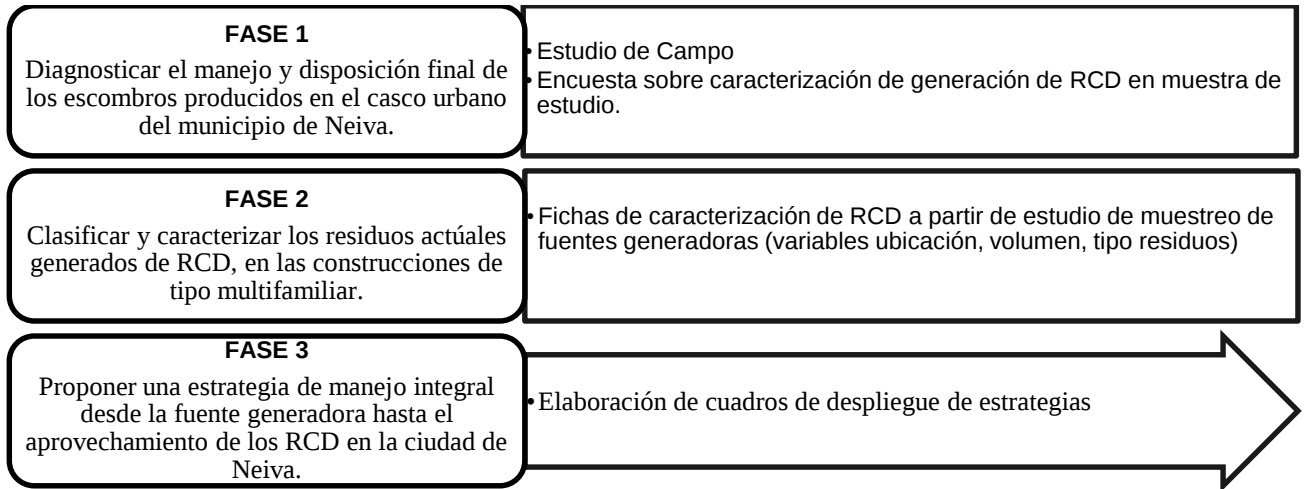


Figura 3-1. Fases para la ejecución secuencial del proyecto

Nombre de la fuente: Autores

De acuerdo con lo establecido en la figura 3-1, el proceso de desarrollo de la investigación partió del diagnóstico y análisis sobre manejo de RCD en unidades de vivienda multifamiliares, seguidamente se realizó una descripción de caracterización de los hallazgos a partir de la aplicación de instrumentos de recolección de información como encuesta semiestructurada, así como la caracterización de los RCD generados en dichas unidades.

Para el cumplimiento del objetivo 2 la clasificación y caracterización de los residuos se hará en función de los conceptos teóricos y recomendaciones dadas en el manual de “Manejo De Residuos De Construcción Y Demolición-RCD” de la Universidad Pedagógica Nacional (Universidad Pedagógica Nacional, 2020).

Para el cumplimiento del objetivo 3, en cual se propone una estrategia de manejo integral se emplearán las recomendaciones del libro “Guía para el manejo integral de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Barranquilla”, el cual

contiene medidas de gestión integral y la metodología para la correcta generación de un plan integral de (Páez & Pacheco, 2019).

Otro documento usado en la elaboración de estrategias corresponde a la guía técnica para la formulación de programas de manejo ambiental de residuos de construcción y demolición de la (CAM, 2021).

Lo anterior se complementa de la “guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición - RCD en la obra” de la alcaldía de la ciudad de Bogotá, la cual contiene la clasificación de los RCD y plantea una serie de recomendaciones para tener en cuenta para el diseño de alternativas de manejo (Alcaldia de Bogotá, 2015).

3.2 Población y muestra de estudio

Población: Viviendas multifamiliares con RCD en la zona urbana de la ciudad de Neiva.

Para determinar el tamaño de la muestra se empleó la fórmula para poblaciones finitas, dado que se conoce la población la cual es de 85 unidades multifamiliares registradas en cámara de comercio; esta fórmula dada por Martínez (2014) en su libro “Estadística y Muestro” establece (Martínez, 2012):

Para determinar el tamaño de muestra a estudiar cuando se conoce el valor de la población, se debe considerar el uso de la ecuación para población finitas dada por la expresión presentada a continuación:

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

De dónde:

N= total de la población.

Z_{α} = 1.96 al cuadrado (valor z para confiabilidad del 95%)

p= Proporción esperada de éxito (en este caso 50%= 0,5)

q= 1-p (en este caso 1-0,5= 0,5)

e= margen de error (en su investigación es del 5%)

$$n = \frac{85 * 1,96^2 0,5 * 0,5}{5^2 * (85 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

n= 70

El número de unidades a encuestar es de 70

Muestra: Como el tamaño a muestrear es de 70 unidades, la cual es representativa y en la que todos no participaran o en dado caso se deben gestionar permisos con los administradores que pueden llevar más de un mes y por ende afectar el proceso de investigación, se decide realizar una selección de unidades de forma no probabilística por conveniencia el cual indica que el investigador puede seleccionar la muestra en función del interés del estudio (Hernandez, 2018). según lo anterior se realiza un recorrido para identificar tipos de obras en construcción, remodelación, demolición en la ciudad tomando una muestra de 20 conjuntos multifamiliares y 5 grandes generadores (Constructoras de proyectos multifamiliares) en la ciudad de Neiva para el levantamiento de información y aplicación de instrumentos de recolección.

3.3 Proceso de análisis de información

El proceso de recolección de datos se realizó siguiendo la secuencia presentada a continuación:

-
- 1- Visita de campo: Recolección e identificación de puntos de generación de RCD.
 - 2- Caracterización de tipo de residuo por construcción.
 - 3- Recolección evidencia fotográfica.
 - 4- Aplicación encuesta.
 - 5- Consolidación, análisis y descripción de resultados.

3.4 Herramientas de recolección

Se elaboraron dos herramientas de recolección de información; una encuesta para administradores de unidades multifamiliares y otra para constructores de unidades multifamiliares (grandes generadores) con el fin de evidenciar desde la perspectiva de los generadores el estado actual del manejo a lo largo de toda la cadena de los RCD hasta su aprovechamiento.

3.4.1 Diseño y validación encuesta para Grandes generadores

El proceso de validación de la encuesta se realizó mediante un focus group compuesto por 5 profesionales de ingeniería civil (ver anexo 4), el procedimiento incluyó el envío de la encuesta para que fuera respondida, analizada para su comprensión y validación mediante respuesta cerrada (SI/NO); las respuestas tipo NO, se ajustaron según observaciones en la parte inferior de la tabla 3-1; los resultados del proceso de validación se indican a continuación:

Propuesta integral para el manejo y aprovechamiento de los RCD en la ciudad de
Neiva (Huila).

48

Pregunta	Validador 1	Validador 2	Validador 3	Validador 4	Validador 5
P1- ¿Conoce usted si existe alguna norma que regule los RCD?	ok	ok	ok	ok	ok
P2- ¿Cuándo se generan necesidades de obras civiles por parte de los residentes, que tipo de permiso se tramita ante la administración?	ok	ok	ok	ok	ok
P3- ¿Los residuos generados se almacenan en algún punto limpio de forma temporal en el conjunto?	ok	ok	ok	ok	ok
P4- ¿Los RCD son clasificados?	ok	ok	ok	ok	ok
P5- ¿Qué tipo de RCD se generan?	ok	ok	ok	ok	ok
P6- ¿Que promedio de RCD se generan/mes?	ok	ok	ok	ok	ok
P7- ¿Usted sabe qué tipo de personas y de vehículos transportan materiales de construcción y demolición?	ok	No	No	No	ok
P8- ¿Sabe en donde se depositan finalmente los RCD generados en las obras que se realizan en el conjunto?	ok	ok	ok	ok	ok
P9- ¿Considera usted, que el arrojo de escombros de materiales de construcción y demolición, arrojados en las calles, zonas verdes y otros sitios de la ciudad de Neiva, generan problemas de salud para los habitantes de la ciudad?	ok	ok	ok	ok	ok
P10- ¿Saben cómo se aprovechan los RCD en la ciudad?	ok	ok	ok	ok	ok
P11- ¿Quien considera usted a nivel de organismo local que regula el manejo de los RCD y en que figura?	ok	No	No	No	ok

Tabla 3-1. Validación Preguntas encuestas grandes generadores

Nombre de la fuente: Autores

De la tabla 3-1 según los validadores 2,3 y 4, se sugiere cambiar la redacción de las preguntas 7 y 11 quedando de la siguiente manera:

Actual

P7- ¿Usted sabe qué tipo de personas y de vehículos transportan materiales de construcción y demolición?

Propuesta

P7- ¿Cuál de los siguientes actores transportan materiales de construcción y demolición?

Volqueteros_____ zorreros_____ carreteros_____ Ciudad Limpia_____

Actual

P11- ¿Quien considera usted a nivel de organismo local que regula el manejo de los RCD y en que figura?

Propuesto

P11 ¿Cuál de los siguientes entes cree usted que regule los RCD en la ciudad de Neiva?

CAM_____ Curaduría_____ Alcaldía municipal de Neiva

3.4.2 Diseño y validación encuesta para unidades multifamiliares

Para el proceso de validación se empleó el mismo procedimiento las observaciones realizadas por los validadores con respecto a la pregunta 10 y la 13, son tenidas en cuenta y aplicadas para los administradores de unidades multifamiliares.

La herramienta la cual se compone de 13 preguntas cuyo alcance establece:

Pregunta	Validador 1	Validador 2	Validador 3	Validador 4	Validador 5
P1- ¿Sabe usted que son los RCD?	ok	ok	ok	ok	ok
P2- ¿Conoce usted si existe alguna norma que regule los RCD?	ok	ok	ok	ok	ok
P3- ¿Cuándo se generan necesidades de obras civiles por parte de los residentes, que tipo de permiso se tramita ante la administración?	ok	ok	ok	ok	ok
P4- ¿Las obras realizadas cuentan con permiso curaduría u otro órgano de control como CAM, Secretaria hábitat y medio ambiente?	ok	ok	ok	ok	ok
P5- ¿los residuos generados se almacenan en algún punto	ok	ok	ok	ok	ok

limpio de forma temporal en el conjunto?					
P6- ¿los RCD son clasificados?	ok	ok	ok	ok	ok
P7- ¿Qué tipo de RCD se generan?	ok	ok	ok	ok	ok
P8- ¿Que promedio de RCD se generan?	ok	ok	ok	ok	ok
P9- ¿Qué tipo de personas realizan las obras?	ok	ok	ok	ok	ok
P10- ¿Usted sabe qué tipo de personas y de vehículos transportan materiales de construcción y demolición?	ok	No	No	No	ok
P11- ¿Sabe en donde se depositan finalmente los RCD generados en las obras que se realizan en el conjunto?	ok	ok	ok	ok	ok
P12- ¿Considera usted, que el arrojo de escombros de materiales de construcción y demolición, arrojados en las calles, zonas verdes y otros sitios de la ciudad de Neiva, generan problemas de salud para los habitantes de la ciudad?	ok	ok	ok	ok	ok
P13 ¿Quien considera usted a nivel de organismo local que regula el manejo de los RCD y en que figura?	ok	No	No	No	ok

Tabla 3-2. Estructura de la encuesta a administradores

Nombre de la fuente: Autores

Actual

P10- ¿Usted sabe qué tipo de personas y de vehículos transportan materiales de construcción y demolición?

Propuesta

P10- ¿Cuál de los siguientes actores transportan materiales de construcción y demolición?

Volqueteros_____ zorreros_____ carreteros_____ Ciudad
Limpia_____

Actual

P13- ¿Quien considera usted a nivel de organismo local que regula el manejo de los RCD y en que figura?

Propuesto

P13- ¿Cuál de los siguientes entes cree usted que regule los RCD en la ciudad de Neiva?

CAM_____ Curaduría_____ Alcaldía municipal de Neiva

Capítulo 4

4. Análisis de resultados

Aplicados los instrumentos diseñados para realizar el diagnóstico sobre el manejo de los RCD en la ciudad de Neiva, para el caso de las unidades multifamiliares y grandes generadores se tienen los siguientes resultados.

4.1 Resultados

4.1.1 Diagnóstico de Manejo de RCD en la ciudad de Neiva.

Para comprender el diagnóstico realizado cabe anotar que los instrumentos empleados se enfocaron a dos tipos de generadores; las unidades de vivienda multifamiliar y los constructores de estas unidades; según lo anterior a continuación se realiza su respectiva caracterización e interpretación de los resultados consolidado.

4.1.1.1. Caracterización de las unidades multifamiliares visitadas

Según la visita de campo realizada entre mayo 1 de 2022 y julio 31 de 2022 a 20 unidades multifamiliares se estableció la siguiente caracterización (Ver anexo 1):

- **Estrato:** Los estratos de mayor participación en el estudio e influencia son el 3 y el 4 con un 30 %, el estrato 2 y 5 corresponde un 20 % como se indica en la figura 4-1.

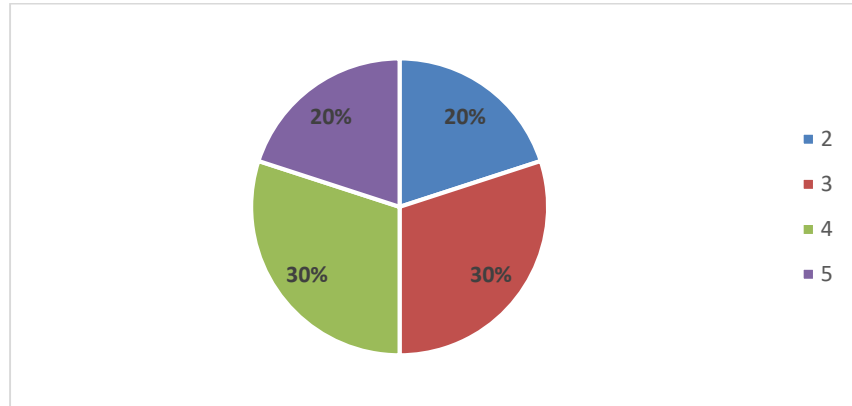


Figura 4-1. Distribución de frecuencia de unidades visitadas según estrato

Nombre de la fuente: Autores

- **Ubicación de la muestra:** Teniendo en cuenta la figura 4-2, se puede indicar que el 40% de los residentes de unidades multifamiliares se encuentra en la zona oriente del municipio de Neiva, seguidas en su orden residentes en la zona sur oriente con un 25%, la zona norte con un 20%, la zona occidente con un 10% y la zona sur con un 5%.

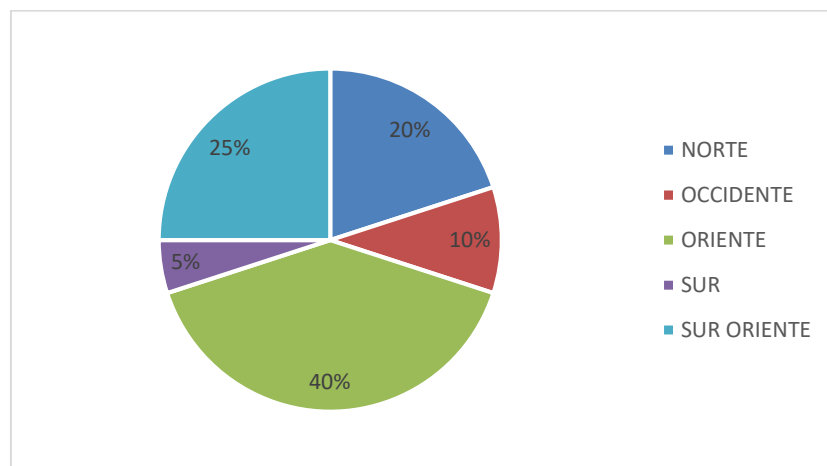


Figura 4-2. Frecuencia de distribución de la muestra de unidades multifamiliares encuestadas

Nombre de la fuente: Autores

Con respecto a la pregunta P1 sobre si los administradores saben que son los RCD, los resultados indicaron el 55% si conocen este concepto y el 45% no, esta distribución se presenta en la figura 4-3.

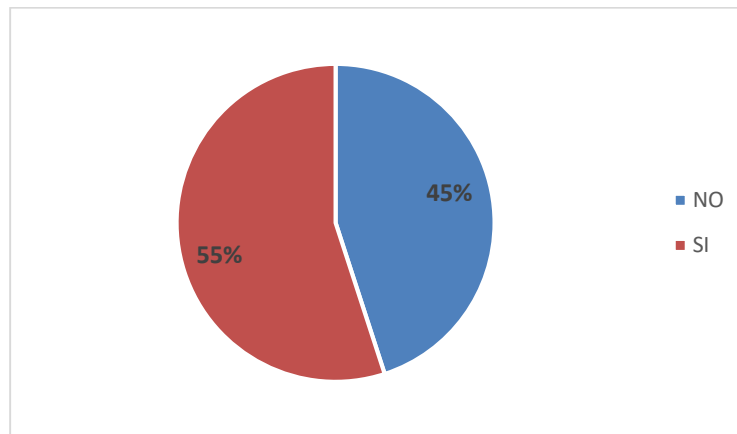


Figura 4-3. Distribución sobre conocimiento que tienen los administradores sobre RCD

Nombre de la fuente: Autores

Al preguntar (P2) si conoce usted si existe alguna norma que regule los RCD, los resultados obtenidos muestran que el 40% conocen la norma y el otro no se acuerda, mientras que otro 20% no saben, como se muestra en la figura 4-4.

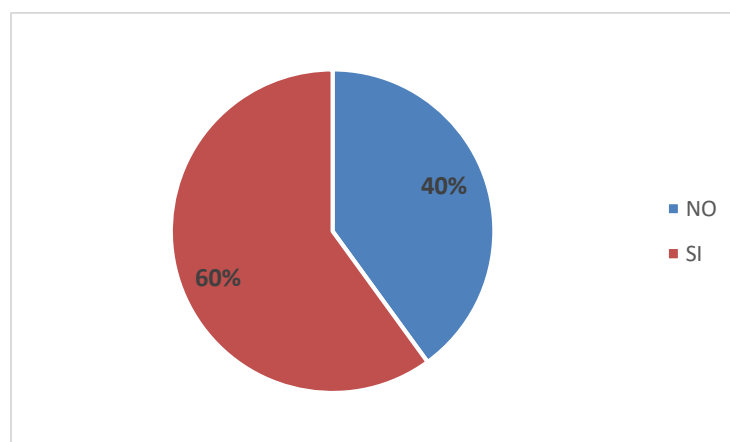


Figura 4-4. Distribución sobre conocimiento sobre normas que regulen RCD

Nombre de la fuente: Autores

Seguidamente al preguntar si ¿P3-Cuándo se generan necesidades de obras civiles por parte de los residentes, que tipo de permiso se tramita ante la administración, el 65% de los residentes no tramitan permisos, mientras que 35% si lo hace, como se indica en la figura 4-5.

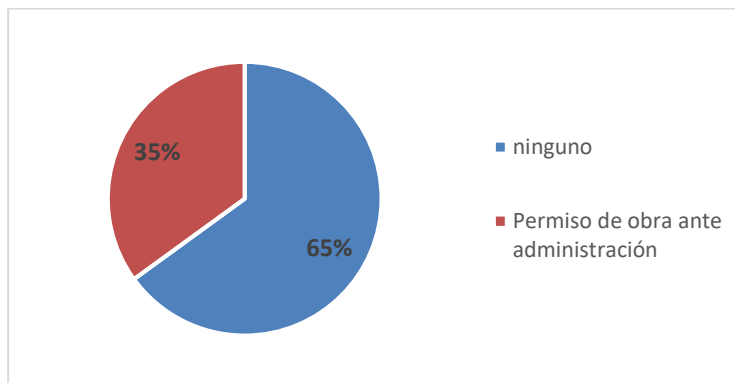


Figura 4-5. Distribución sobre tipo de permisos que se tramitan ante la administración

Nombre de la fuente: Autores

Con respecto a la P4- ¿Las obras realizadas cuentan con permiso curaduría u otro órgano de control como CAM, secretaria hábitat y medio ambiente?, los resultados muestran que el 85% de las obras realizadas no cuentan con permisos, mientras que el 15% los hace ante la curaduría como se indica en la figura 4-6.

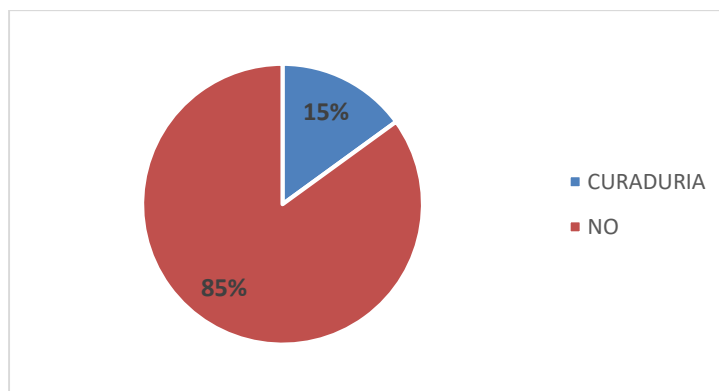


Figura 4-6. Distribución sobre gestión de permisos ante órganos de control.

Nombre de la fuente: Autores

Con respecto a la pregunta P5 ¿los residuos generados se almacenan en algún punto limpio de forma temporal en el conjunto?, los resultados indican que el 95% de estos residuos no se almacenan y solo el 5% se disponen para almacenamiento, como se indica en la figura 4-7.

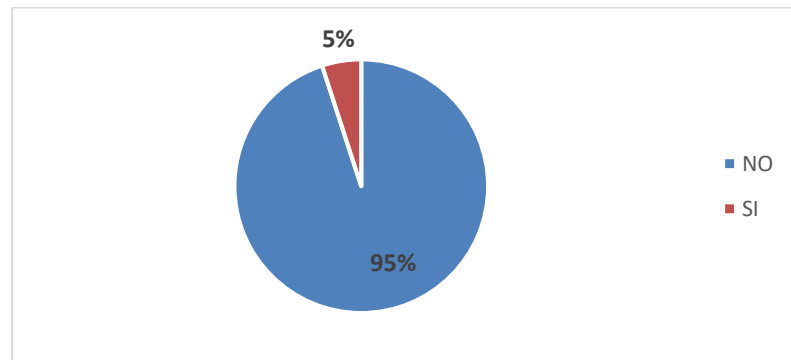


Figura 4-7. Distribución sobre gestión de almacenamiento de residuos

Nombre de la fuente: Autores

En lo que respecta a la pregunta P6 sobre si ¿los RCD son clasificados?, los resultados muestran que el 90% de estos son clasificados y el 10% no tienen ningún proceso de clasificación como se indica en la distribución de la figura 4-8

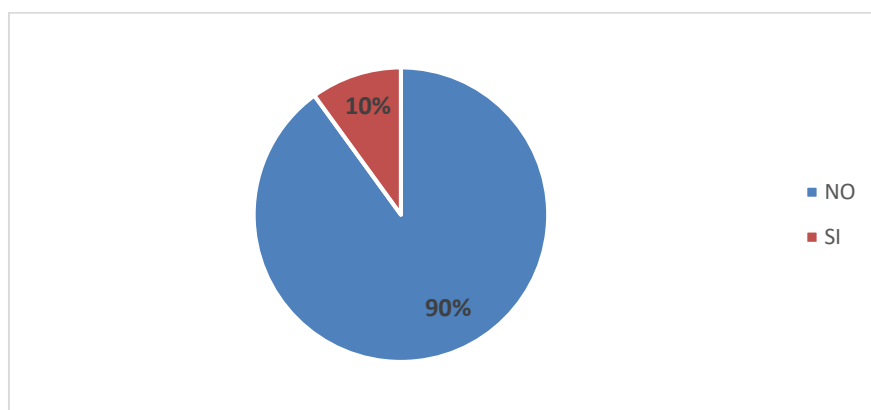


Figura 4-8. Distribución sobre clasificación de residuos

Nombre de la fuente: Autores

Los resultados de la P7 sobre ¿Qué tipo de RCD se generan?, indicó que el 60% de estos residuos corresponden a concreto y varilla, el 25% refiere a tierra y el 15% a drywall, tejas y ladrillos como se presenta en la figura 4-9.

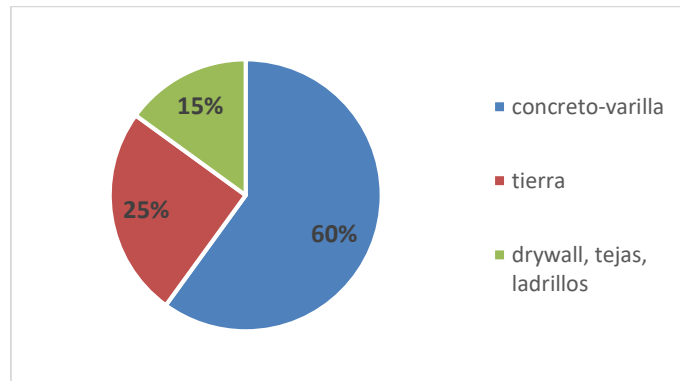


Figura 4-9. Tipo de residuos que se generan

Nombre de la fuente: Autores

Con respecto a la pregunta P8 sobre ¿Que promedio de RCD se generan?, los resultados indican que el 85% corresponden a 1 volquetada y el 15% indica que son en promedio 2 planchas de vehículo de tracción animal como se muestra en la figura 4-10

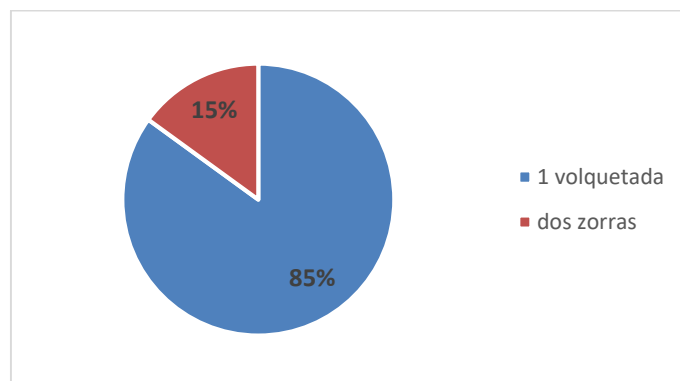


Figura 4-10. Promedio de RCD generados

Nombre de la fuente: Autores

En relación con la pregunta P9 sobre ¿Qué tipo de personas realizan las obras?, los resultados indican que el 55% de estas personas corresponden a maestros de obra, el 30% a ingenieros contratistas y el 15% a arquitectos, como se muestra en la figura 4-11.

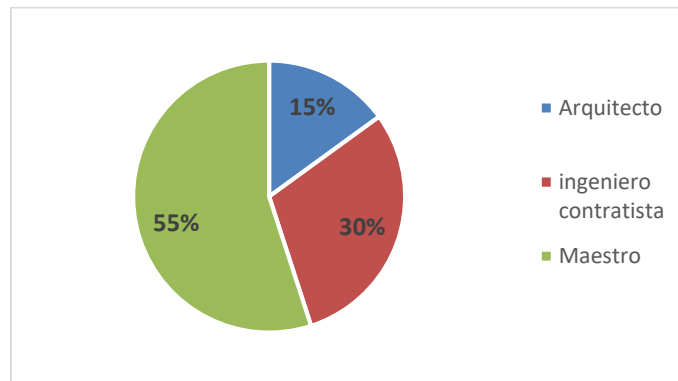


Figura 4-11. Tipo de personas que realizan las obras

Nombre de la fuente: Autores

De acuerdo con la pregunta P10 sobre ¿Cuál de los siguientes actores transportan materiales de construcción y demolición?, se puede establecer que el 40% de estos corresponden a volqueteros y en esa misma proporción no saben que tipo de actores; el 20% corresponde a operadores de vehículos de tracción animal como se indica en la figura 4-12.

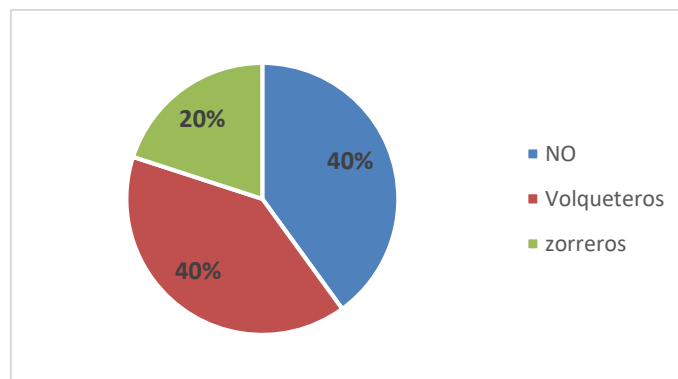


Figura 4-12. Distribución de personas que transportan materiales de construcción.

Nombre de la fuente: Autores

Según la pregunta P11 sobre ¿Sabe en donde se depositan finalmente los RCD generados en las obras que se realizan en la construcción del conjunto?, el 85% de los administradores no saben en donde se depositan estos, mientras que el 15% si lo saben, como se indica en la distribución de la figura 4-13

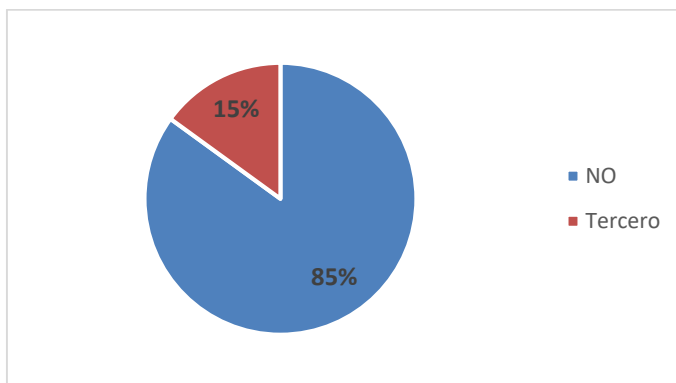


Figura 4-13. Distribución de personas que transportan materiales de construcción.

Nombre de la fuente: Autores

De acuerdo con la P12 sobre ¿Considera usted, que el arrojo de escombros de materiales de construcción y demolición, arrojados en las calles, zonas verdes y otros sitios de la ciudad de Neiva, generan problemas de salud para los habitantes de la ciudad?, el 85% indican que los RCD arrojados generan problemas a los habitantes, mientras que el 15% no lo considera como se muestra en la figura 4-14.

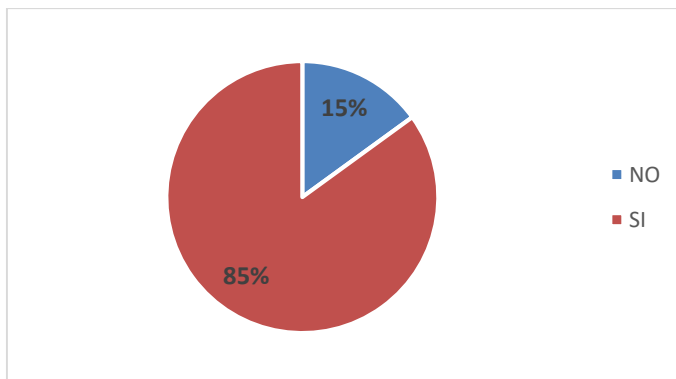


Figura 4-14. Distribución de personas que consideran que los RCD generan problemas de salud.

Nombre de la fuente: Autores

Se tiene que la P13 sobre ¿Cuál de los siguientes entes cree usted que regule los RCD en la ciudad de Neiva?, el 85% considera que la curaduría urbana y el 455 la alcaldía de Neiva como se muestra en la figura 4-15

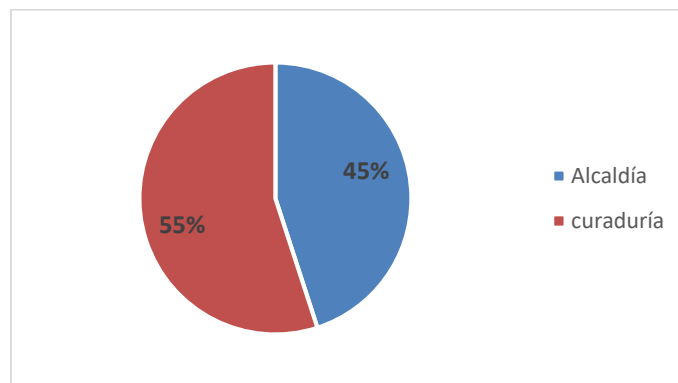


Figura 4-15. Distribución sobre entes que regulan los RCD.

Nombre de la fuente: Autores

De lo anterior se puede indicar que existen serias deficiencias por parte de los administradores de este tipo de unidades de vivienda; esto debido a que una de las funciones principales es velar por una adecuada gestión no solo en sus obligaciones administrativas y contables que tienen estas entidades, si no de los impactos ambientales que se producen en la gestión de residuos y en especial los RCD, el desconocimiento normativo y por ende operativo del manejo de los RCD, la disposición final, así como de las actividades a desarrollarse para mitigar el impacto de estos son parte de las tareas que no se llevan.

Lo anterior evidencia no solo la falta de competencia y responsabilidad del tema, si no que visibiliza la poca importancia del mismo que dan las entidades territoriales y la falta de estrategias asertivas en los proceso de comunicación y manejo de los

RCD en la ciudad, razón por la cual muchas de las actividades y por ende de las obras como se indicó en los resultados de la pregunta 9, más de la mitad de estas obras lo realizan maestros de obra que ofrecen servicios como independientes a bajo costo y sin trazabilidad de sus tareas y de proceso de calidad que permitan dar cumplimiento a los aspectos normativos que implican cualquier obra civil o arquitectónica en la ciudad.

4.1.1.2. Caracterización de grandes generadores visitados

Según las visitas realizadas en el mismo rango de fecha a constructores de unidades multifamiliares (Grandes Generadores), los resultados encontrados se presentan en el anexo 2 los cuales indican lo siguiente:

- **Estrato:** De acuerdo con los resultados obtenidos el 40% de los proyectos que realizan se concentran en estrato 4 y 3 respectivamente, seguido de un 20% de estos en estrato 5 como se observa en la figura 4-16.

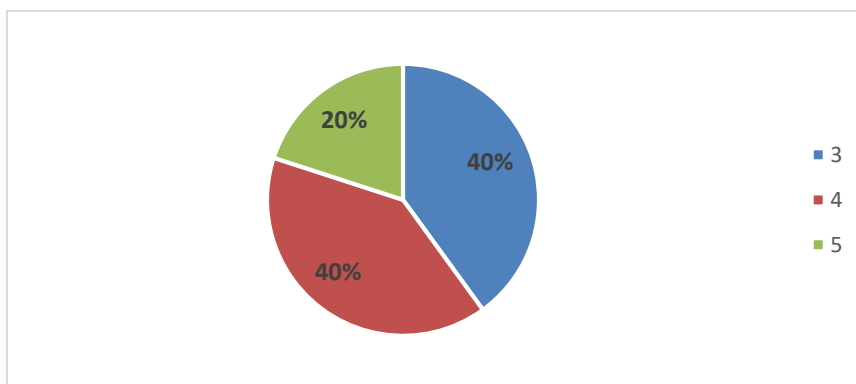


Figura 4-16. Distribución de frecuencia de unidades visitadas según estrato

Nombre de la fuente: Autores

- **Cargo del encuestado:** Según la figura 4-17 el 60% de los encuestados se desempeña como ing. Residente, y 20% lo componen gerentes de proyecto y maestros de obra.

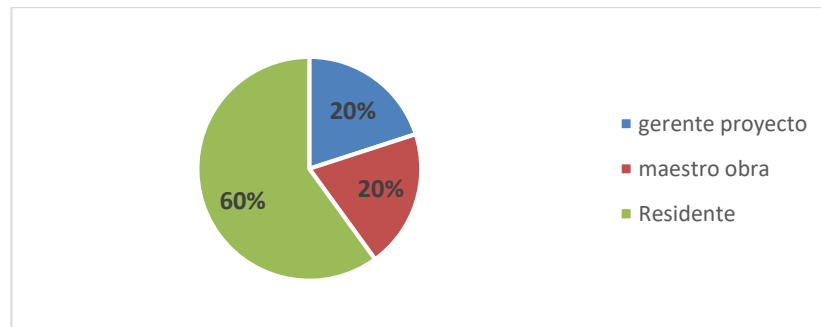


Figura 4-17. Distribución de frecuencia según cargo del encuestado en la constructora

Nombre de la fuente: Autores

A continuación, se presenta la descripción de los resultados obtenidos al aplicar el instrumento a grandes generadores:

Al preguntar (P1) si conoce usted si existe alguna norma que regule los RCD, los resultados obtenidos muestran que el 40% conocen la norma y el otro no se acuerda, mientras que otro 20% no saben; esta distribución se presenta en la figura 4-18

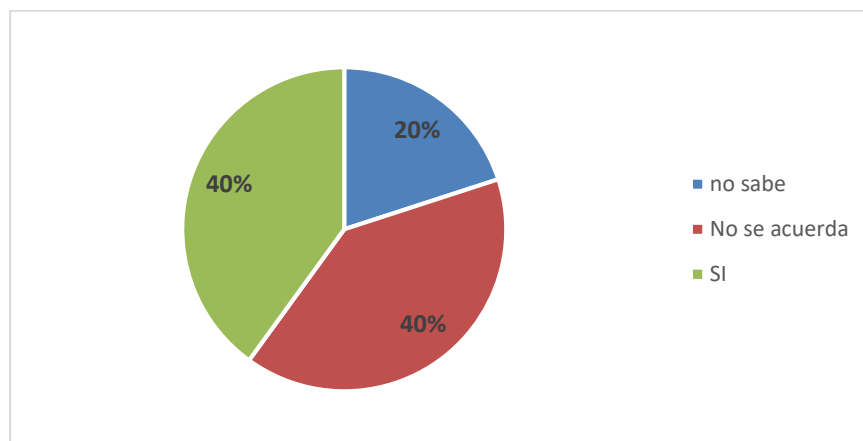


Figura 4-18. Frecuencia sobre conocimiento normativo para regular RCD

Nombre de la fuente: Autores

Seguidamente al preguntar si ¿P2-Cuándo se generan necesidades de obras civiles por parte de los residentes, que tipo de permiso se tramita ante la administración, el 100% de los entrevistados tienen claridad en donde deben tramitarse estos.

Con respecto a la pregunta P3 sobre si los residuos generados se almacenan en algún punto limpio de forma temporal en el conjunto, el 100% manifestó no almacenar los RCD en un punto limpio como lo indica la norma, en la mayoría de los casos en donde existe remoción de tierras, este material es recolectado y transportado a terceros que se encargan en la ciudad de disponer de estos materiales para ser usados como rellenos.

Con respecto a la pregunta P4 sobre si son clasificados los RCD, el 100 % indica que los RCD generados no se clasifican, ya que, por su naturaleza de tierras removidas, es transportado a las afueras de la ciudad o como en muchos casos, comprado por terceros a volqueteros o transportistas lo que garantiza su uso como material de relleno en otras áreas.

La pregunta P5 indaga sobre el tipo de RCD que se genera, el 100% del residuo generado es tierra, la cual se extrae el inicio y durante la obra, ya que es resultante de proceso de excavación para la creación del sistema estructural de la edificación.

La pregunta P6 busca determinar el promedio de RCD se generan/mes; como se observa en la figura 4-19 el rango de generación de RCD/mes en la muestra va de 10 a 18 volquetadas/mes.

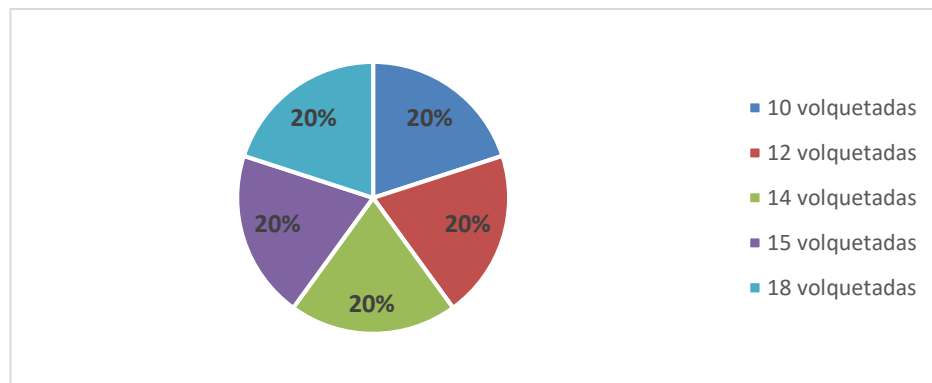


Figura 4-19. Frecuencia sobre promedio de RCD que generan.

Nombre de la fuente: Autores

En la pregunta P7 se busca determinar cuál de las siguientes opciones considera usted, transporta RCD, de acuerdo con la figura 4-20 se concluye que más de la mitad de los transportistas de RCD corresponden a volqueteros de la ciudad, el material es retirado del área de la obra sin clasificación.

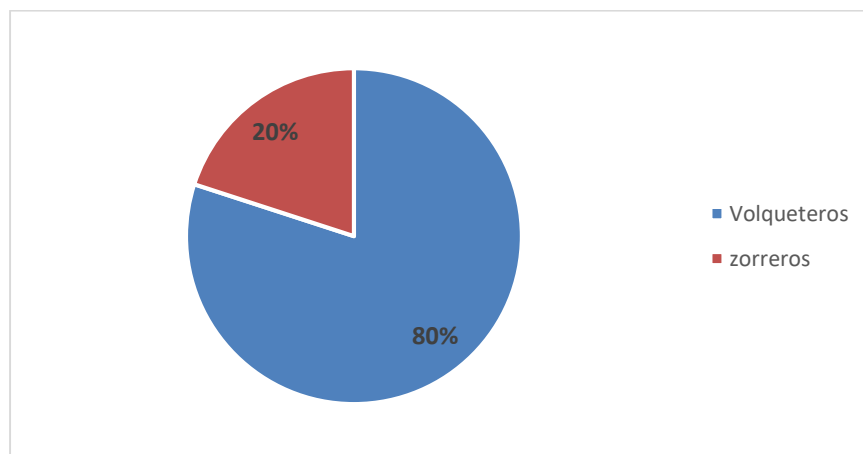


Figura 4-20. Frecuencia sobre promedio de encargados de transportar RCD

Nombre de la fuente: Autores

La pregunta P8 pretende identificar si conocen o de disponen finalmente los RCD generados en el conjunto; según lo indica la figura 4-21, más de la mitad identifican que los RCD son llevados finalmente a escombreras de terceros.

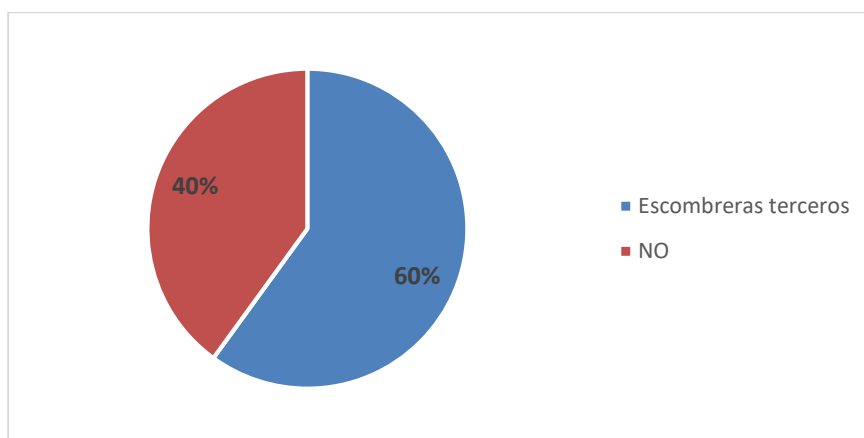


Figura 4-21. Frecuencia sobre disposición final de RCD

Nombre de la fuente: Autores

Con respecto a la pregunta P9 se busca establecer si el arrojo de escombros de materiales de construcción y demolición, arrojados en las calles, zonas verdes y otros sitios de la ciudad de Neiva, generan problemas de salud para los habitantes de la ciudad; según lo anterior, el 100% indica conocer los efectos producidos por los RCD. La pregunta P10 refiere si la población de estudio sabe cómo se aprovechan los RCD en la ciudad; el 100% del material según los consultados se emplea como masas para rellenos.

La pregunta P11 busca establecer cuál de los organismos territoriales se encarga de regular el manejo de los RCD; según se observa en la figura 4-22, el 40 % de la muestra considera que la responsabilidad es de la alcaldía del municipio de Neiva y

la CAM, mientras que solo el 20% indica que esta tarea está a cargo de ambas entidades.

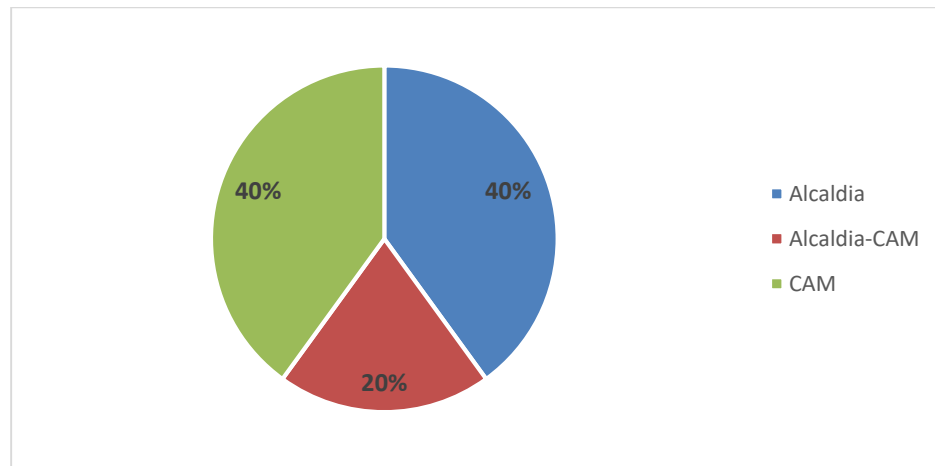


Figura 4-22. Frecuencia de distribución sobre aprovechamiento

Nombre de la fuente: Autores

De lo anterior se establece que pese a contar con una estructura más organizada y ejecutora de las obligaciones normativas trazadas en la resolución 1257 de 2021, se identifican desviaciones en los eslabones de la cadena partiendo del proceso de conocimiento y de las tecnologías disponibles para su transporte y disposición final; pese a lo anterior se observa una baja implementación de dichas responsabilidades frente a la norma.

Desviaciones frente a la clasificación de los RCD, el almacenamiento temporal, el transporte, la falta de trazabilidad del proceso mismo conllevan a que la problemática de la gestión de los RCD se convierta en un factor determinante en la formación de buenos gestores de generación de RCD.

4.1.1.3. Modelo actual de manejo de RCD en la ciudad de Neiva.

A pesar de la normativa existente, la realidad operativa sobre el manejo, la disposición final y el aprovechamiento dista mucho en la práctica; esta descripción se realiza a partir del alcance de las entidades responsables de velar por este manejo y a la realidad del contexto vista desde los eslabones de la cadena actual en la ciudad.

Para el caso de las entidades se tiene la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) quien en su página <https://cam.gov.co/residuos/construcci%C3%B3n-y-demolici%C3%B3n.html>, habilitó tanto el programa de manejo de RCD en función de la resolución 1257 de 2021, como la documentación necesaria para la gestión de los RCD en la ciudad de Neiva, los cuales comprenden:

- Formato único para la formulación e implementación del programa de manejo ambiental de RCD.
- Solicitud de Inscripción de generadores de residuos de construcción y demolición RCD.
- Formato constancia de gestores, entre otros.

Esta documentación está orientada a los generadores de RCD en la ciudad, los cuales deben registrar no solo la cantidad, si no el tipo de RCD y su clasificación en cuanto a si es aprovechable o no y que tipo de aprovechamiento se generan en las obras de la ciudad; actualmente la CAM tiene autorizados 2 gestores de RCD los cuales son Ciudad Limpia ubicada en la vereda el venado y cuya capacidad de almacenamiento para disposición final de RCD es de 5000 Ton/mes y la empresa MASSEQ proyectos

de ingeniería ubicada en Tesalia cuya capacidad de almacenamiento es de 2000 Ton/mes, lo que al sumar da una capacidad total de 7000 Ton/mes para almacenamiento de RCD en la ciudad (CAM, 2021).

En el caso de ciudad limpia para iniciar el proceso de recogida de RCD, estos deben estar previamente clasificados y dispuestos en un punto limpio o área específica de almacenamiento, para luego ser recogidos en volquetas contenedoras con una tarifa que va desde los \$150.000 hasta los \$350.000 dependiendo del tipo de material generado por cada viaje realizado (Ciudad Limpia, 2022).

Según datos del “Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2028” de la alcaldía de Neiva para el 2020 se generaron 5.903, 87 Ton, indicando una muy baja gestión de los RCD en cuanto a kg reportados, los cuales se constataron en dicho informe y del cual se muestra en la figura 4-23 el siguiente resumen.

 República de Colombia Municipio de Neiva – Huila NIT: 891180009 - 1 REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN PGIRS NEIVA 2016 – 2028				
Gestión de residuos sólidos en el área rural			Noviembre	458,8
			Diciembre	627,11
			TOTAL	5.903,87
			Promedio	492
	Caracterización de los RCD generados	% en peso por tipo de material	No se obtuvo información actualizada	
	Tipo de sitio empleado para la disposición final o aprovechamiento de RCD	Escombrera, relleno sanitario [2], planta de aprovechamiento, etc.	Escombrera "Relleno Sanitario Los Ángeles" CAES Soluciones integrales (La Estrella)	
	Autorización ambiental del sitio de disposición final de RCD	Número, fecha y autoridad ambiental que expide el acto administrativo	Licencia Ambiental 2931 de 2006 ampliada mediante Resolución N° 156 del 19 de enero de 2017, CAM	
	RCD aprovechados en el último año: $\% \text{ RCD aprov} = \frac{\text{RCD aprovechados (ton)}}{\text{RCD generados (ton)}} \times 100$	% en peso	Los RCD generados no tienen ningún tipo de aprovechamiento (solo disposición final)	
	Recolección y disposición final de RCD	Persona natural o jurídica que presta el servicio	- Ciudad Limpia Neiva S.A. E.S. P	
	Cantidad de residuos generados por actividad del servicio público de aseo en área rural	Ton/mes	En el área rural se generan en total 2.402,34 Toneladas aproximadamente de residuos sólidos, equivalentes a: 218.39 TONELADAS MES PROMEDIO	
	Producción per cápita de residuos en área rural.	Kg/habitante-día	El área rural tiene una producción per cápita de 0.50 kilogramos/habitante.	

Carrera 5 N° 9 – 74 | PBX: (+57)8 8716080 – 8713826 | Código Postal: 410010
 Correo electrónico: alcaldia@alcaldianeiva.gov.co

Página 71

Figura 4-23. Caracterización RCD 2020 según informe de la alcaldía de Neiva “Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2028

En la figura 4-23 se observa en el resumen del informe sobre gestión de RCD en la ciudad de Neiva, que no se pudo obtener información actualizada sobre la caracterización de RCD generada, así como la tasa de aprovechamiento la cual es nula, evidenciando en el contexto local y en la práctica los retos a que conllevan la gestión de estos.

En cuanto a las tecnologías disponibles para el proceso de servicios a lo largo de la cadena de la gestión de RCD, ciudad limpia tiene un inventario de 8 máquinas amarilla y 10 camiones recolectores de RCD como se ilustra en la figura 4-24, el proceso de almacenamiento se hace a cielo abierto y casi la totalidad de estos corresponden a remoción de tierra la cual es usada en rellenos.



Figura 4-24. Maquinaria disponible para manejo de RCD

Nombre de la fuente: Tomada de Pagina ciudad Limpia

Para el proceso de recolección de RCD ciudad limpia dispone de una línea de atención al cliente, la cual se muestra en la figura 4-25

Figura 4-25. Datos de contacto y beneficio de recolección en función de volumen mínimo de 1 m3. En cuanto a la empresa MASSEQ Ingeniería de proyectos, se encuentra registrada como gestor de RCD, su planta ubicada en el municipio de Tesalia no está operativa,

por lo que existe una única empresa prestando este servicio, y de la cual se realizó su caracterización operativa para la gestión de RCD en la ciudad de Neiva.

De los resultados anteriores es importante precisar los siguientes hallazgos los cuales se analizarán según factores de participación en el modelo de manejo de RCD en la ciudad.

- **Formación, capacitación y entrenamiento:** Es uno de los eslabones más importantes del proceso, ya que sobre él se genera cultura ciudadana; la evidencia descrita plantea un proceso normativo claro sobre el enfoque, impacto e instrumentos procedimentales para el manejo de RCD en el contexto nacional y específicamente en la ciudad de Neiva; sin embargo el modelo llevado a la práctica muestra inicialmente un desconocimiento total normativo por parte de la ciudadanía y los administradores de las unidades multifamiliares, sumado a la idiosincrasia del trabajo informal asociado lograr menores costos de intervención para el manejo de los RCD, esto implica que cualquier persona pueda disponer de estos para evacuar de las obras sin medir el impacto final de los mismos en la ciudad como se identificó en la problemática planteada.

Como consecuencia de un bajo nivel de transferencia de este conocimiento a la ciudadanía, es claro que el nivel de aprovechamiento se reduce.

- **Recolección y transporte:** Este eslabón está directamente asociado a la capacitación y socialización normativa y técnica; como se evidenció al no realizar procesos de selección y clasificación de materiales el proceso de transporte se hace complejo, sin embargo el predominio de la actividad operacional informal no

contempla estos aspectos impactando el medio ambiente ya que tanto los operadores de volquetas como los de vehículos de tracción animal y moto cargueros evacuan estos, disponiéndolos en terceros privados para su comercialización como material de relleno o dejándolos en áreas abandonadas como se observa en múltiples puntos como se muestra en la figura 4-26.



Figura 4-26. Tecnologías de transporte actual de RCD en la ciudad de Neiva

Nombre de la fuente: Autores

- **Tramite documental:** En el caso de las unidades multifamiliares, esta parte de la cadena muestra una alta tendencia a generar permisos de realización de obras internas en las administraciones, los cuales se conciben como parte de protocolos de seguridad de ingreso y egreso de personal y no como un aspecto de cumplimiento y responsabilidad normativa orientada bajo un enfoque de conciencia ambiental; por lo que este punto es vital para un control y seguimiento real del material potencialmente generado y movilizado, y cuya disposición final en la mayoría de los casos termina en lotes baldíos, calles o huecos de la ciudad.

- **Aprovechamiento:** De acuerdo con los hallazgos la etapa de aprovechamiento real de estos RCD es muy baja; por un lado las unidades multifamiliares demanda una alta participación de actividades informales impulsadas por los residentes orientadas a evacuar de forma rápida este material para evitar multas internas, por lo que las opciones de recolección y transporte están a la carta del proceso informal; por otra parte en cuanto a los grandes generadores mantienen prácticas en su mayoría informales evacuando la remoción de tierra para venta a terceros, las cuales comercializan este material para relleno de predios.
- **Disposición final:** Es quizás el efecto más visible del manejo de los RCD en la ciudad de Neiva, ya que en su gran mayoría las cantidades generadas de residuos no se dispone correctamente como lo indica la norma; solo en aquellos casos en donde pocos grandes generadores reportan ante la CAM las cantidades resultantes de sus procesos de construcción, demolición o adecuación, tienen un manejo adecuado el cual es certificado por Ciudad Limpia.

4.1.2 Tipo de residuos de RCD generados

Para poder realizar la clasificación de los residuos de RCD generados, se tomará como base la “Guía para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición - RCD “en la cual se establece los tipos de residuos de RCD existentes; estos se describen a continuación en la tabla 4-1.

Categoría	Grupo	Clase	Componentes
A. RCD APROVECHABLES	I- Residuos mezclados	1. Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría (1).
	II-Residuos de material fino	1. Residuos finos no expansivos	Arcillas (caolín), limos y residuos inertes, poco o no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría (1).

	III- Otros Residuos	2. Residuos finos expansivos	Arcillas (montmorillonitas) y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría (1) (2).
		1. Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos.
		2. Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño y zinc.
		3. Residuos orgánicos de pedones	Residuos de tierra negra.
B. RCD NO APROVECHABLES	IV-Residuos peligrosos	4. Residuos orgánicos de cespedones	Residuos vegetales y otras especies bióticas.
		1. Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos, patógenos (biológicos)	Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas, de asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias, desechos explosivos, y los residuos o desechos incluidos en el Anexo I y Anexo II o que presenten las características de peligrosidad descritas en el Anexo III del Decreto 4741 de 2005.
B. RCD NO APROVECHABLES	V-Residuos especiales	No definida	Poliestireno - Icopor, cartón-yeso (drywall), llantas entre otros
	VI- Residuos contaminados con otros residuos	1. Residuos contaminados con residuos peligrosos	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos. Estos deben ser dispuestos como residuos peligrosos.
		No definida	Residuos contaminados con otros residuos, que hayan perdido las características propias para su aprovechamiento.
	VII- Otros residuos	No definido	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reuso en las obras.

Tabla 4-1. Clasificación de residuos RCD

Fuente: Tomado y adaptado de “Guía para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición – RCD, (Alcaldía de Bogotá, 2015, págs. 7-8).

De la anterior tabla, se procede a analizar la información recolectada con respecto a los tipos de residuos generados.

4.1.2.1. Unidades multifamiliares

Por tipo de obra, se identificó según la figura 4-27 que en promedio el 75% de las obras realizadas corresponden a remodelaciones, las cuales generan bajas cantidades de RCD que terminan finalmente impactando áreas de la ciudad por la logística de manejo informal que se le da por parte de los propietarios en las unidades multifamiliares; por otra parte, el 25% corresponden a obras de demolición; dicha distribución se presenta en la figura 4-27.

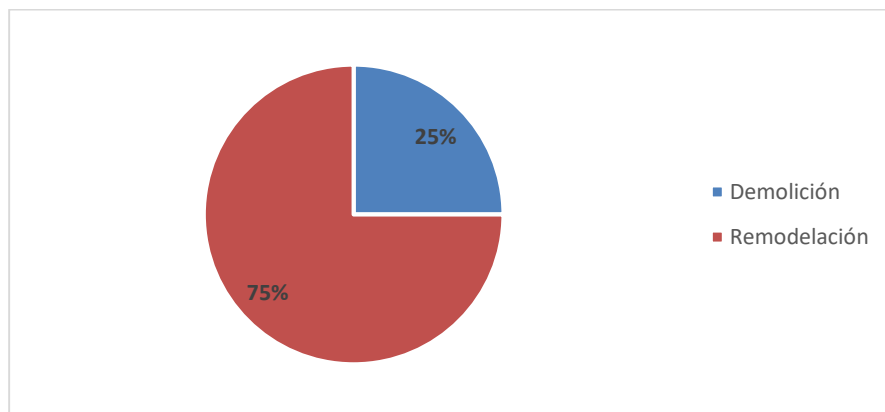


Figura 4-27. Distribución por tipo de obra generadora de RCD en unidades multifamiliares

Nombre de la fuente: Autores

Con respecto al tipo de material que surge de las obras generadoras, se estableció que los materiales de mayor generación son concretos más varilla con un 60%, el 25% corresponden a en su gran mayoría estos obedecen a concreto más varilla, tierra y en menor cantidades tejas, ladrillos-drywall como se indica en la figura 4-28.

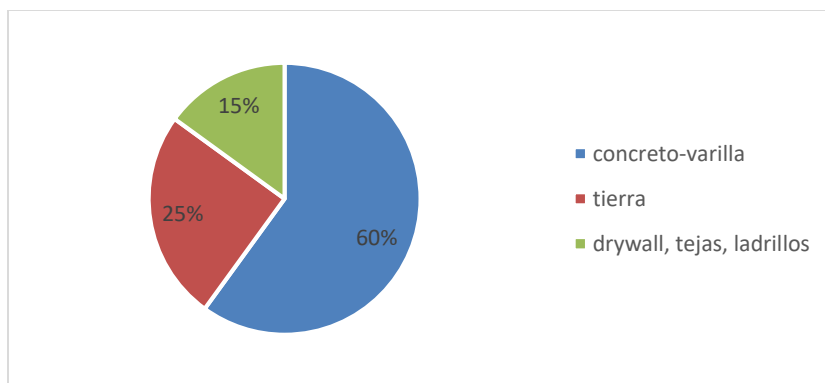


Figura 4-28. tipo de material generado en obras de remodelación y demolición

Nombre de la fuente: Autores

4.1.2.2. Grandes generadores

Con respecto a los constructores o grandes generadores, los tipos de RCD resultan de la remoción de masas en procesos de excavación y corresponden a tierra (Figura

4-29), la cual en algunos casos contiene material vegetal, el cual es aprovechado para rellenos y nivelación de pisos o áreas de construcción.



Figura 4-29. Generación de RCD a partir de remisión de tierra con material vegetal y de obra en proyecto multifamiliar en la ciudad de Neiva.

Nombre de la fuente: Autores

El anterior análisis tiene como soporte los siguientes hallazgos de la encuesta:

Según la pregunta 5 sobre el tipo de residuos generados el 100 % indico que corresponde a tierra.

4.1.2.1. Caracterización de material recepcionado en puntos formales e informales de RCD

En la tabla 4-2 se presenta una relación de puntos de recepción de material RCD formal e informal; desde la perspectiva de los puntos informales (2, 3 y 4) se muestra la recepción de material resultante de múltiples obras, el modo de operación de este tipo de puntos se basa en comprar cualquier tipo de material RCD que surge de

obras al por mayor (Volqueta), para luego comercializarlo por m³; no realizan clasificación ya que la oferta de servicio de basa en que el cliente compre el material en la unidad de m³, ya sea tierra, ladrillo, mortero o en su defecto estos materiales más varilla lo que aumenta el precio de venta como se indica en la posición 2 de la tabla 4-2.

Punto	Ubicación	Visual ubicación	Área de recepción	Unidad de recepción	Tipo Empresa	Material receptado	valor m ³ /residuo mezclado comercio
1	Vereda el venado a 1900 mt del CAI de Galindo-vía relleno sanitario los ángeles-Planta de aprovechamiento y reutilización de RCD. EL PACTO		ha	volquetada	Formal	Concreto+plastico+material cerámico	NI
2	Km 2 vía Palermo-zona industrial		ha	volquetada	Informal	concreto+ varilla+ ladrillo + drywall	\$ 9.000
3	Salida sur vía 45 -costado centro empresaria		3600 m ²	volquetada	Informal	tierra y material de mezcla concreto + ladrillo	\$ 4.500,00
4	Bodega carrera 2da-barrio quebraditas		80 m ²	moto carguera	Informal	Varilla+ ladrillo completo de obras de remodelación o demolición	\$ 5.000

Tabla 4-2. Caracterización de material recibido por escombreras en la ciudad de Neiva

Nombre de la fuente: Autores

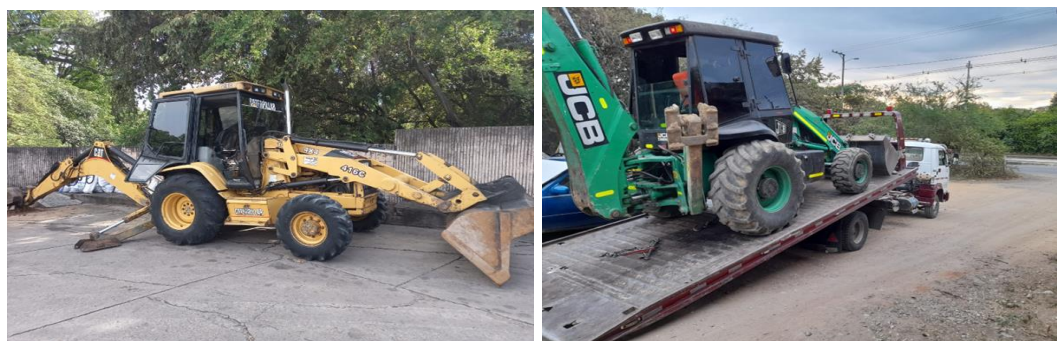
Según lo anterior estas escombreras ilegales reciben este material para su posterior venta, lo cual es una problemática para la funcionalidad del modelo

planteado como política nacional, ya que al no realizar la separación, segregación y aprovechamiento del material, este se comercializa por parte de estas escombreras sin ningún criterio o control de calidad, lo cual no se alinea con lo dictado por el gobierno en materia manejo integral de los RCD; sin embargo, la actual planta “EL PACTO” inicio en el año 2021 operaciones según lo informado por el ingeniero Mario Quinche propietario de la misma bajo oficio 0811 de 12 de febrero de 2019 expedida por la oficina de planeación municipal de Neiva-uso de suelo favorable para reciclaje, reutilización y aprovechamiento como se evidencia en el anexo 3; esta trabaja en ventana horaria de lunes a sábado de 7 am a 5 pm y recibe en promedio día 2 volquetadas de RCD (13 Tn/volqueta), los cuales son clasificados y procesados en una planta diseñada en estaciones lineales para la separación de material como se muestra en la figura 4-28; para su operación cuenta con una volqueta international modelo 2015 y dos pajaritas las cuales se muestran en la figura 4-29. Su proveedor principal son las alcaldías locales de Aipe, Palermo y Tello, las cuales transportan el material resultante de obras de intervención como demolición, adecuación de vías, remodelaciones entre otras, hasta la planta.



Figura 4-30. Planta y proceso de producción lineal de RCD

Nombre de la fuente: Tomada y adaptada de proceso de aprovechamiento el pacto.



Retro pajarita 416c modelo 2000

Retro pajarita JCB 214E modelo 2006

Figura 4-31. Equipos disponibles para operación

Nombre de la fuente: Tomada y adaptada de proceso de aprovechamiento el pacto

Para el Ing. Mario Quinche aspectos como falta de cultura ciudadana sobre la importancia del buen manejo y disposición de los materiales RCD, conlleva a que se estos terminen en múltiples partes de la ciudad (ver figura 4-30) convirtiéndolas en escombreras de paso y generando un problema ambiental y de salud pública.



Figura 4-32. Disposición final de RCD en la ciudad de Neiva. Carrera 32-# 27-08

Nombre de la fuente: Autores

4.1.3 Plan integral de manejo de RCD propuesto

Como resultado de la identificación de los anteriores hallazgos, los cuales se describieron a partir del diagnóstico, se plantea un plan integral para el manejo de RCD bajo un enfoque administrativo-ambiental, social, de ingeniería y económico como se describe a continuación:

4.1.3.1. Enfoque administrativo- ambiental.

El enfoque propuesto contempla 6 dimensiones estratégicas para mejorar la eficacia técnica – normativa en materia de gestión, aprovechamiento y disposición final de los RCD en la ciudad de Neiva a nivel de unidades multifamiliares, como se indica a continuación en la figura 4-33.

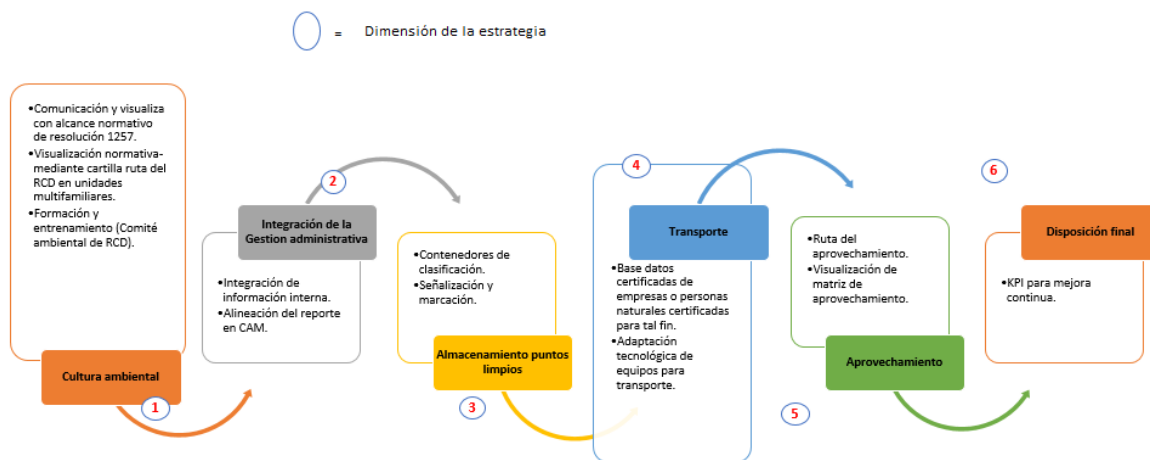


Figura 4-33. Enfoque administrativo - ambiental modelo para el enfoque administrativo ambiental para gestión del manejo, aprovechamiento y disposición final de RCD en unidades multifamiliares de Neiva-Huila.

Nombre de la fuente: Autores

Las anteriores dimensiones sugieren estrategias claves que contribuirán a mejorar y crear cultura sobre el manejo de los RCD, estas dimensiones como se indican en la figura 4-33 se componen a su vez de ejes claves para alcanzar su efectividad; por ejemplo, en la dimensión cultural ambiental para que esta sea efectiva y permita un cambio diferenciador con respecto a la situación actual, se deben por un lado visualizar el alcance de la resolución a través de un sistema de comunicación más eficiente, generar herramientas de información como la elaboración de una cartilla sobre manejo de RCD dirigida a unidades multifamiliares y como tercer eje es fortalecer el proceso de formación y entrenamiento y promover la creación de comités ambientales en estas unidades; las anteriores ejes permitirán tener un mejor desempeño sobre el manejo de estos residuos en las unidades multifamiliares.

La base de una estrategia eficiente, cuando los actores intervinientes comprenden comunidades y su interrelación con el entorno, parte de la formación y creación de

hábitos que deriven en una conciencia ambiental; según lo anterior y debido a que el alcance normativo es consistente tanto en su alcance técnico como operativo, se propone una estrategia integral mediante un plan que abarca un modelo sistemático para fortalecer la efectividad de la norma en su entorno, aplicativo en unidades multifamiliares de vivienda para la ciudad de Neiva; de acuerdo con ello se considera el siguiente alcance de las dimensiones definidas en la figura 4-33.

➤ **Dimensión cultura ambiental**

Como primera medida se deben fortalecer las condiciones conceptuales y hábitos de la preservación del medioambiente desde una perspectiva del manejo de los RCD desde la gestión administrativa de las unidades multifamiliares; de aquí la importancia de que los administradores de estas unidades, conozcan la normativa y su aplicación, ya que de acuerdo a los hallazgos, pese a existir dicha normativa, hay un desconocimiento total sobre la misma y su manejo operativo; las unidades multifamiliares son generadoras de pequeños volúmenes que afectan no solo el aspecto ambiental y estético de la ciudad, si no que por su dinámica informal en su tratamiento se han vuelto un problema que debe ser ajustado; de aquí la importancia de que las entidades como la CAM y la Secretaria de Ambiente y Desarrollo sostenible integren estas en su proceso de socialización de la norma, a su vez que promuevan comités veedores que apoyen la gestión interna de la administración frente a este tipo de obras; a continuación se presenta el alcance de esta dimensión en la tabla 4-3.

Dimensión estrategia	Componentes	Objetivo	Estrategia
Cultura ambiental	1-Comunicación y visualización con alcance normativo de resolución 1257 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	1-Busca mediante un proceso de capacitación y formación socializar los alcances normativos y actuales en materia de RCD a administradores de unidades multifamiliares y residentes.	1-Reglamentar vía normativa la adopción del plan de manejo de RCD en unidades multifamiliares.
	2-Divulgación de la normativa-mediante cartilla ruta del RCD en unidades multifamiliares.	2-Generar una cartilla informativa lúdica de fácil lenguaje que permita una comprensión clara de la temática de RCD.	2-Proceso de capacitación y formación de 8 horas de la norma.
	3-Formación y entrenamiento (Comité ambiental de RCD).	3-Constituir en apoyo a las administraciones comités veedores para la gestión interna de los RCD en las unidades de vivienda.	3-Creación un comité veedor con 3 integrantes de la unidad para proceso de manejo de RCD en las unidades.

Tabla 4-3. Cuadro de despliegue de estrategia cultura ambiental

Nombre de la fuente: Autores

➤ Dimensión Integración de la gestión administrativa

Esta dimensión obedece a la falta de conocimiento del manejo de RCD en este tipo de unidades multifamiliares; en este punto la integración de la fuente generadora al sistema de información es clave para no solo controlar, si no dar el soporte necesario por parte de los entes de control, haciendo de ello un proceso transparente y ordenado para mejorar el manejo, aprovechamiento y disposición final de estos materiales, la dimensión se presenta en la tabla 4-4.

Dimensión estrategia	Componentes	Objetivo	Estrategia
Integración de la Gestión administrativa	1-Integración de información interna.	1-Tiene como fin alinear las unidades multifamiliares con la página web de la alcaldía y la CAM o en su defecto una matriz estandarizada para manejo interno en este tipo de unidades, permitiendo llevar una trazabilidad de los movimientos y fuentes generadores de RCD.	Reglamentar vía normativa la integración de la información por parte de los generadores multifamiliares
	2-Alineación del reporte en CAM.	2-Facilitar mediante la simplificación del reporte de forma sistematizada del tipo de obra a realizar y los volúmenes de RCD generados, lo cual permite de primera mano enlazar los datos facilitando el control y los indicadores de aprovechamiento.	

Tabla 4-4. Cuadro de despliegue de estrategia de integración administrativa

Nombre de la fuente: Autores

➤ Almacenamiento y puntos limpios

Durante y después de realizada la obra es clave para su aprovechamiento mejorar las condiciones de almacenamiento temporal bajo la concepción de puntos limpios que establece la norma; aquí la creación de áreas y la ubicación de los instrumentos que faciliten esta primera disposición del material generado en la obra; según lo anterior las unidades deben disponer de puntos señalizados con contenedores para la segregación temporal de estos residuos con el fin de mejorar el aprovechamiento y transporte de los mismos, dicha área debe estar debidamente señalizada; esto obedece a que en la totalidad de los casos, los volúmenes de generación pueden ser pequeños lo que permite organizar estos y disponerlos de forma más eficiente, evitando los impactos ambientales en la ciudad y generando múltiples focos de escombreras en la misma; dicho alcance se encuentra desarrollado en la tabla 4-5.

Dimensión estrategia	Componentes	Objetivo	Estrategia
Almacenamiento y puntos limpios	Contenedores de clasificación.	Promover e implementar el uso de contenedores con capacidad de 1 Ton para clasificar y disponer el almacenamiento temporal de estos para su posterior transporte y aprovechamiento.	Implementar un área específica en las unidades multifamiliares, en la cual se instalan contenedores como puntos de residuos, permite crear cultura de organización sobre el manejo de los residuos generadores, es deber del generador clasificar estos en función del proceso de formación y entrenamiento dado al personal que ejecuta la obra.
	Señalización y marcación.	Disponer del área de almacenamiento temporal implica la demarcación y señalización de esta área específica permitiendo su fácil identificación para el proceso de recolección y transporte.	

Tabla 4-5. Cuadro de despliegue de estrategia de almacenamiento y puntos limpios.

Nombre de la fuente: Autores

➤ Transporte

Como se identificó en el modelo actual descrito en el numeral 4.1.1.3, pese a la carnetización de 130 operadores de volquetas certificados para transporte de RCD en la ciudad, la flota disponible es deficiente, los vehículos con un gran periodo de tiempo de servicio deben potencializarse o entrar a conversión de flota de nueva, la presencia de vehículo de tracción manual y animal son prácticas que aunque están prohibidas, presentan una alta participación en el transporte de estos residuos, sin embargo las moto cargadores se han convertido en una opción para este fin; según lo anterior se propone la siguiente estrategia presentada en la tabla 4-6 a continuación.

Dimensión estrategia	Componentes	Objetivo	Estrategia
Transporte	Base datos certificadas de empresas o personas naturales certificadas para tal fin.	Habilitar una fuente única de personal certificado no solo en su formación técnica, si no de censo vehicular acorde las condiciones de transporte de este material a las escombreras actualizadas, lo cual asegura la linealidad del proceso en su manejo y disposición final.	Censo único de flota idónea para transporte de RCD.
	Adaptación tecnológica de equipos para transporte.	Contar con una flota confiable y de bajo impacto ambiental que garantice un proceso de transporte limpio y acorde al proceso operativo enmarcado en la resolución sobre disposición final	Equipos vehiculares de contenedores, multipropósito para recolección de residuos clasificados

Tabla 4-6. Cuadro de despliegue de estrategia de transporte.

Nombre de la fuente: Autores

➤ Aprovechamiento

Esta dimensión es clave para determinar la capacidad que tienen los RCD para impactar el medio ambiente; el aprovechamiento es un eslabón cuya tarea es la de promover mediante la transformación de estos materiales (mediante tecnologías) prolongar su uso en nuevos procesos; de acuerdo con lo anterior en la tabla 4-7 se plantea la siguiente estrategia.

Dimensión estrategia	Componentes	Objetivo	Estrategia
Aprovechamiento	Ruta del aprovechamiento.	Fortalecer el proceso de manejo y clasificación para alcanzar un mejor índice de aprovechamiento ajustado a las necesidades reales del contexto del sector y de las tecnologías disponibles de aprovechamiento	Implementar tecnologías que permitan lograr un mejor desempeño del aprovechamiento de estos residuos, mitigando las malas prácticas de actores ilegales en cuanto al manejo de estos
	Visualización de matriz de aprovechamiento.		

Tabla 4-7. Cuadro de despliegue de estrategia de aprovechamiento.

Nombre de la fuente: Autores

➤ Disposición final

A partir de los hallazgos, en este último punto se considera que la disposición de tecnologías es poca en el contexto de la ciudad, ya que como se indicó en la caracterización de material recepcionado; su modelo de negocio consiste en recibir material específico y comercializarlo como unidad de relleno para terrenos, taludes, terraplenes u otros usos.

La estrategia se centra en consolidar las escombreras como unidades de disposición final, en donde el almacenamiento de estos residuos corresponda a un verdadero proceso técnico de almacenamiento; en esta estrategia finalmente es crucial la intervención de los entes nacionales, regionales y locales que garanticen este manejo.

Otro elemento de la estrategia refiere a la implementación de un sistema de indicadores o Key performance indicator (KPI) que permita un monitoreo continuo del manejo de estos.

De acuerdo al plan integral establecido, lo que se busca es integrar las unidades multifamiliares para poder identificar, focalizar el control y el volumen generado de RCD a causa de diferentes obras que realizan los residentes en estas unidades; para lograr ello es necesario fortalecer y promover la normativa existente para tal fin mediante la vinculación directa de los actores generadores; a su vez estandarizar y mejorar las condiciones de tecnologías de almacenamiento, transporte y disposición final, este último acompañado de un proceso de transferencia de tecnología en procesamiento de este tipo de materiales, que mejore los indicadores de aprovechamiento en la ciudad, lo cual a su vez, mejora las condiciones de uso de los mismos en otras aplicaciones del sector y minimiza las problemáticas descritas en la identificación de la problemática que se desprende de los mismos.

4.1.3.2. Enfoque social

Según lo anteriormente descrito, para lograr esa articulación en la gestión administrativa-ambiental en unidades multifamiliares, se propone la creación de una cooperativa de trabajo asociado (CTA) que ofrezca un portafolio de servicios completo sobre manejo de RCD y cuyo alcance comprende el manejo, tratamiento, disposición inicial y final, transporte, procesamiento y aprovechamiento de los RCD en la ciudad de Neiva; esta CTA tiene el siguiente organigrama presentado en la figura 4-34 y estará integrado inicialmente por 40 personas cuyos roles se describen en la tabla 4-8 :

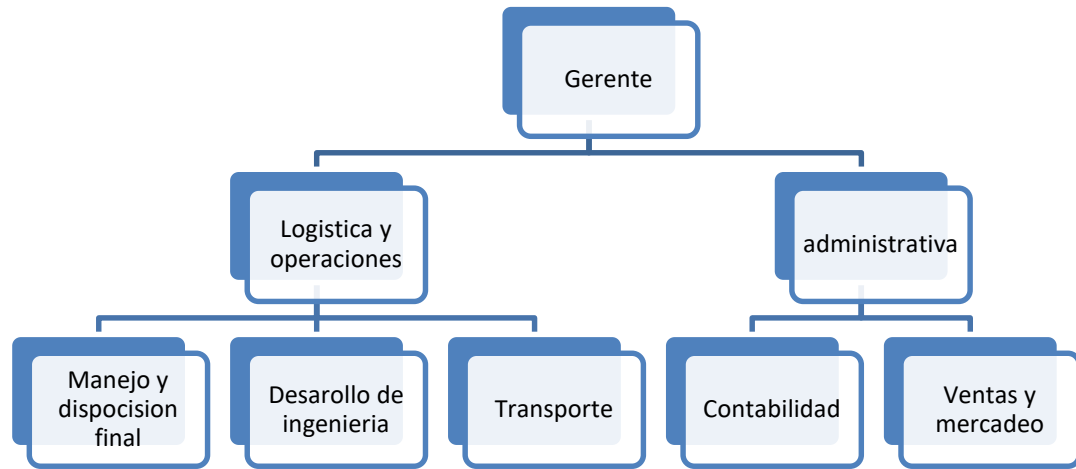


Figura 4-34. Organigrama de CTA Modelo integral para gestión de manejo, aprovechamiento y disposición final de RCD en unidades multifamiliares de Neiva-Huila.

Nombre de la fuente: Autores

Según el anterior organigrama se plantea dos departamentos claves los cuales son el logístico y operativo cuya tarea se centra en la gestión desde el proceso de generación al de aprovechamiento, desarrollo de producto y transporte; el departamento administrativo cuya función es la de realizar los procesos contables, ventas y mercadeo, financieros entre otros; es importante indicar que el personal operativo incluye madres cabezas de familia dedicadas al proceso de alistamiento y clasificación de residuos de RCD.

El proceso de oferta de servicios incluye el proceso de separación y disposición inicial en la fuente de generación como unidades residenciales multifamiliares en reparación, adecuación o renovación como se indicó en la figura 4-28. Los roles fundamentales para el proceso del área de manejo y disposición final son:

Área de Manejo y disposición final			
Procesos a cargo	Cantidad	Tipo de asociado	Función
Recolectores	10	Paleros	Encargados de realizar el alistamiento de los RCD en las unidades multifamiliares a partir de las recomendaciones establecidas en la resolución 1257 por tipo de material.
Transporte	20	volqueteros y zorreros	Tienen como tarea retirar y movilizar los RCD dispuestos inicialmente en las áreas de almacenamiento previstas en las unidades multifamiliares
Disposición final		Paleros	Encargados de realizar el proceso de descargue y almacenamiento por tipo de material previamente clasificado por el personal recolector
Aprovechamiento	10	Paleros	Encargados de realizar procesos de clasificación y segregación de materiales cuando se trata de concreto-varilla o RCD con material combinado que requiere de separación

Tabla 4-8. Tabla de asociados propuesto por roles para conformación de la CTA para manejo de RCD

Nombre de la fuente: Autores

Dentro de los aportes sociales resultantes a partir de la creación de la CTA se tienen:

- Formalización del trabajo al vincular personal del oficio con gran experiencia en cada uno de los procesos que la conforma.
- Generación de ingresos que garantizan una mejor calidad de vida para las familias o grupos asociados.

- La figura de la cooperativa de trabajo asociado permite alcanzar beneficios colectivos, lo que evita el confrontamiento, dado que cada integrante se desarrolla en su área de experiencia.
- La construcción de tejido social, dado que la obtención de ingresos mejora y plantea la posibilidad de educación, salud, economía entre otros.

4.1.3.3. Enfoque de ingeniería.

El enfoque de ingeniería presentado, a partir de la creación de la CTA como empresa especializada y creada para la gestión, manejo, tratamiento, transporte, disposición final y aprovechamiento de los RCD generados por las unidades multifamiliares se plantea:

- **Manejo operativo del residuo de RCD:** Una vez generado el escombros, clasificado y separado por el recolector, las cantidades resultantes se registraran en el formato establecido por la CAM, esta información será cargada en unidades de Kg por tipo de material por parte de la CTA indicando la fuente de generación, en este caso la unidad multifamiliar, tarea que simplifica la labor del administrador; una vez registrada la información la CTA expedirá un certificado de manejo tratamiento y disposición final del RCD, se pondrá a consideración reconocer un valor por Kg recolectado a la unidad multifamiliar como un valor económico para reducción de huella ambiental; los RCD deberán ser retirados inmediatamente de la obra o con un plazo no mayor a 24 horas después de haber sido generado (Resolución 541 del Ministerio de Medio Ambiente, 1994) para su disposición transitoria o final por parte de CTA como se indicó.

- **Alistamiento y almacenamiento inicial:** Para lograr una fidelización que permita un manejo adecuado y consciente por parte de las fuentes generadores a nivel de unidades multifamiliares, se propone el uso de lonas por colores para separación del RCD con capacidades de 25 Kg (roja= madera, verde= ladrillo, bloque, azul= componentes eléctricos como cables, tomas, gris= concreto), a su vez la CTA colocara los dispositivos de almacenamiento temporal las cuales comprenden contenedores de 250 Kg para su almacenamiento temporal, previo a la recolección y transporte para disposición final. Los contenedores empleados para esta tarea tienen la siguiente configuración dada la facilidad de almacenamiento en los cuartos de las unidades multifamiliares, su tamaño y peso para manipulación en el proceso de recolección por parte de la CTA.

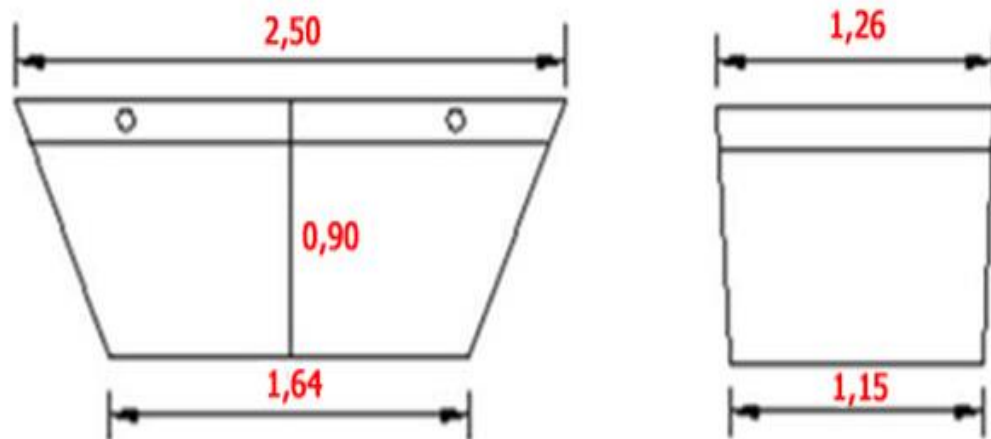


Figura 4- 35. Vista perfil contenedor de $2,5 \text{ m}^3$ (las medidas están dadas en metros “m”)

Fuente: CONMAGAR, 2022

- **Transporte:** Para este proceso se plantea las siguientes alternativas de vehículos para recolección y transporte de RCD por parte de la CTA desde las unidades

multifamiliares hasta el sitio de disposición final de la empresa; cabe aclarar que para todo tipo de vehículo este incluirá una carpa como barrera para evitar material volátil particulado, es decir como contenedor o barrera al momento del transporte; adicional a ello estos vehículos contarán con los permisos y licencias para transporte de este tipo de material otorgado por las entidades de transporte y ambientales como Secretaría de Tránsito y Transporte de Neiva, la CAM, Secretaría del medio Ambiente.

Residuos RCD lonas de 25 Kg: Moto carro-eléctrica



Figura 4- 36. Motocarro tipo chasis carpado

Fuente: Bajaj, 2023

Residuos RCD resultantes de separación como plástico, papel entre otros: se propone el uso de un prototipo diseñado en la Universidad Antonio Nariño cuyo chasis es de polipropileno de alta densidad recuperado, con motor eléctrico y ambientalmente sostenible como se indica a continuación

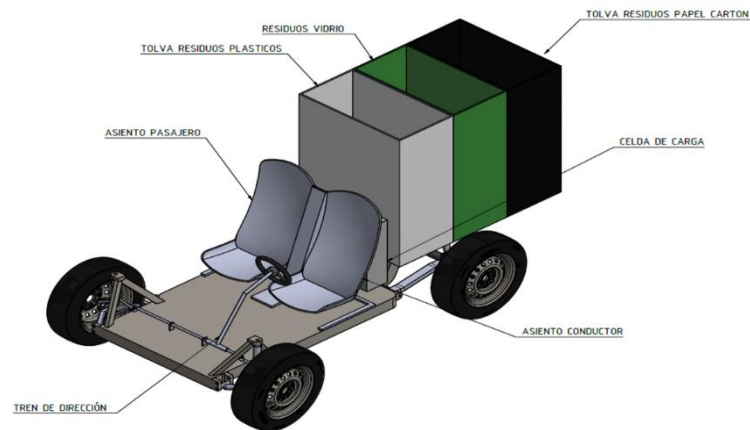


Figura 4-37. Prototipo de vehículo sostenible para transporte de otros RCD generados en obras de remodelación y demolición.

Fuente: (Saavedra & Valderrama, 2022).

- **Disposición final y aprovechamiento:** La disposición final se realiza en un lote previamente certificado y avalado por la CAM, la secretaria del medio ambiente y acorde a los requisitos inmersos en la resolución 1257 del 23 de noviembre de 2021, el cual se ubicará en la zona de la vereda el venado Km 6 vía relleno los ANGELES y en donde se contará con una planta con capacidad para procesar 2 Tn diarias de RCD.

De acuerdo con el proceso de separación previo de los RCD en las unidades multifamiliares, el aprovechamiento de estos materiales tendrá los siguientes usos, lo cual permite alargar el ciclo de vida de estos, así como su efecto de contaminación del medioambiente:

- **Aprovechamiento:** La tabla 4-9 describe el tipo de aprovechamiento de los RCD generados en las unidades multifamiliares como productos de remodelación, adecuación o demolición.

Material	Alternativa
Hormigón	Reutilizar como masa para rellenos
	Reutilizar como firmes en carreteras
	Reciclar como grava suelta
	Reciclar para producción de morteros y cemento
	Reciclar como granulado
Cerámicos	Reciclar como adoquines
	Reciclar como Fachada
Asfaltos	Reutilizar como masa para rellenos
	Reciclar como asfalto
Metales	Reutilizar para aplicación en otros productos
	Reciclar para aleación o fundición
Madera	Reutilizar para andamios, vallados y linderos
	Reciclar para tableros y aglomerados
Vidrio	Reciclaje
Pétreos	Reutilizar como áridos
Plásticos	Reciclar
Tejas, Bloques entre otros	Reciclar como bases para nuevos productos
	Reutilizar como tarimas o tableros auxiliares para la construcción de la obra
Embalajes	
Tierra de excavación	Reutilizar como relleno y recuperación de talud
Elementos arquitectónicos	Reutilizar como nuevos productos

Tabla 4-9. Aprovechamiento de RCD generados en unidades multifamiliares.

Fuente: Catálogo de Residuos CEMEX.

Cualquiera que sea el material aprovechado es importante indicar que llevara la relación de cantidades procesadas en los formatos establecidos por la CAM; los materiales aprovechados se registraran en unidades de Kg y metro cubico para el caso de tierra, arena y grava.

Para el caso de la línea de producción para el manejo y aprovechamiento de los RCD se tiene:

- **Medición y pesaje de materiales seleccionados:** El vehículo que contiene los RCD ingresa a la planta y es sometido a una operación de pesaje en la báscula en caso de ser un volumen considerable; para el caso de cantidades alistadas por

los paleros que corresponden a las lonas clasificados por material estas serán pesadas de forma individual.

- **Separación de materiales:** Esta fase comprende una etapa de operación e inspección, pues tras el pesaje el material es inspeccionado visualmente por el personal palero retirando elementos que contaminen la producción y no pertenezcan al material deseado, como metales, maderas, plásticos, compuestos orgánicos, elementos indeseados, etc.
- **Almacenamiento de RCD sucios:** Los materiales separados en el proceso anterior son almacenados en acopios temporales separados según su clasificación, para posteriormente ser trasladados al proceso de trituración.
- **Procesos de trituración:** Operación donde se reduce el tamaño del material, a través de una trituración primaria trabajo realizado por la trituradora de mandíbula y trituración secundaria realizada por la trituradora de impacto, según la granulometría del producto requerido.

4.1.3.4. Enfoque económico

El enfoque económico del proyecto se centra en potencializar el aprovechamiento de los RCD basados en la generación de valor en el ciclo de vida del material, lo cual permite convertirlo en un producto para comercialización y venta, a partir de su uso en el sector de la construcción.

Como resultado de este procesamiento y aprovechamiento, la CTA tiene como fin generar un producto sustentable como una unidad de negocio para consumo del sector.

Como se busca representar un beneficio económico para los consumidores de materias primas de forma que se incentive el uso de materiales reciclados y la implementación de medidas para la construcción más limpia, las etapas más representativas en cuanto a un posible beneficio económico se sustentan de la siguiente forma:

Reducción de desperdicio: esto implica para las unidades multifamiliares obtener una posible compensación económica al permitir a la CTA la recolección de los RCD para manejo, clasificación, transporte, disposición final y aprovechamiento.

Por otra parte, el proceso de acopio en contenedores requiere del alquiler de los mismos contenedores, lo que conlleva a las unidades multifamiliares a asumir un costo adicional, sin embargo, en el caso de que una empresa constructora, ingeniero o maestro de obra desee adquirir los servicios y estos entreguen sus residuos adecuadamente separados, se pueden negociar tarifas muy bajas de recolección por la recolección de estos o hasta una recolección sin ningún costo.

Los beneficios económicos también pueden reflejarse en forma de reducciones tributarias y subsidios, mientras que los incentivos económicos generalmente pueden ser multas por no cumplir con la participación en ciertos porcentajes de utilización de materiales reciclados como lo establece la resolución 2397 de 2011; en sistemas de calificación internacionales como LEED, el porcentaje de actividades eco amigables en los proyectos es directamente proporcional a reducciones tributarias que ascienden hasta un 12% del total de la contribución tributaria del proyecto.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- En cuanto al manejo de los RCD en la ciudad de Neiva que se da por parte de las unidades de vivienda multifamiliares, se estableció que el 90% de estas no clasifican los RCD, esto debido a un total desconocimiento a nivel normativo.
- La mayoría de estas obras de tipo remodelación y demolición no cuentan con licencias, por lo que la intervención informal en cuanto al uso de mano de obra no calificada en su gran mayoría es frecuente.
- El 65% de los RCD generados corresponden a concreto más varilla.
- Las etapas que componen el manejo desde el generador no corresponden al proceso sistemático definido en la resolución 1257 de 2021; como consecuencia no se realiza un proceso de segregación acorde al tipo de residuo generado, ni mucho menos el transporte se ajusta a condiciones que permitan logara una efectiva disposición final de los mismos.
- El aspecto cultural de la ciudadanía es un determinante directo sobre el ejercicio de malas prácticas de manejo de los RCD en la ciudad; en lo que respecta a los grandes generadores o constructores de estas unidades se identifica un conocimiento de la norma, pero una práctica frecuente de acciones que van en contravía de las establecidas en la norma, como por ejemplo el transporte y disposición final de estos materiales los cuales se entregan a terceros para su posterior comercialización.

- Con respecto a los tipos de residuos generados por tipo de obra, es claro que en unidades multifamiliares las obras de mayor frecuencia de intervención se centran en remodelaciones o adecuaciones y demoliciones, están presentan bajos volúmenes de generación; los materiales de mayor volumen corresponden a concreto, varilla, ladrillos, drywall y remoción de masas en este caso de tierra con material vegetal.
- En cuanto al modelo propuesto se evidenció mediante el diagnóstico que a nivel del tipo de vivienda el desconocimiento normativo, este hecho permite establecer un enfoque integrativo que parte de la generación de cultura del buen uso de estos RCD, así como de la necesidad de simplificar procesos, con miras a facilitar estas unidades generadoras de tal forma que puedan acceder para el registro de la información; claro está que el proceso de formación y capacitación sobre la misma es necesario.
- Las unidades multifamiliares deben disponer de áreas específicas, así como de proceso de clasificación de estos residuos a partir de un plan de formación, de aquí que se haga necesaria que los entes de control generen mecanismos vinculantes como reglamentación para integrar estas unidades para el registro de los datos asociados a las obras civiles desarrolladas en sus conjuntos.
- Se debe contar con tecnologías de aprovechamiento y flota adaptada a las necesidades específicas de transporte de estos; esta integración permite un mayor control y trazabilidad del proceso, ya que como se evidenció a pesar de producir pequeños volúmenes, estos tienen un mayor impacto a nivel ambiental, social y de salubridad ya que su dinámica de tratamiento carece de fundamentación técnica.

5.2 Recomendaciones

- Elaborar una cartilla de ruta sobre manejo y disposición final de RCD en las unidades multifamiliares, que contenga las principales acciones y recomendaciones sobre cada proceso en la generación de los RCD.
- Proponer el desarrollo de simposios a nivel municipal para administradores de propiedades verticales y horizontales que permitan conocer, interpretar y definir el alcance de los RCD como un factor clave en la preservación del medio ambiente y la calidad de vida de los ciudadanos.
- Desarrollar la herramienta para integración del reporte de RCD en unidades multifamiliares tanto de propiedad horizontal y vertical.
- Realizar estudios de viabilidad técnica para la puesta en marcha de escombreras con alto nivel de tecnologías para el aprovechamiento de estos recursos.
- Crear un comité local compuesto por representantes de este tipo de viviendas con miras a establecer mecanismos de veeduría técnica y administrativa sobre el manejo de los RCD.
- Crear un certificado de buen manejo de RCD para unidades de vivienda que permita evidenciar la implementación de buenas prácticas de RCD en las unidades multifamiliares.
- Realizar estudios técnicos sobre sistemas de almacenamiento temporal de estos residuos que faciliten su segregación y transporte.
- Evaluar las políticas actuales sobre manejo de RCD en la ciudad, con el fin de atomizar las mismas a la realidad del contexto mediante alternativas de

participación dentro de la cadena de valor de los RCD con respecto a los transportistas y escombreras.

6. Bibliografía

Alcaldía de Bogotá. (2015). *Guía Para La Elaboración Del Plan De Gestión De Residuos De Construcción Y Demolición - RCD En La Obra*. Bogotá: Alcaldía de Bogotá. Obtenido de <https://www.ambientebogota.gov.co/guia-para-la-elaboracion-del-plan-de-gestion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcd-en-obra>

Alcaldía de Neiva. (2017). *Decreto 0437 de 02 de agosto de 2017*. Neiva: Alcaldía de Neiva.

Alcaldía de Neiva. (2021). *PLAN DE DESARROLLO "MANDATO CIUDADANO, TERRITORIO DE VIDA Y PAZ 2020-2023"*. Neiva: Alcaldía de Neiva. Obtenido de <https://www.alcaldianeiva.gov.co/Ciudadanos/Paginas/Plan-Desarrollo-2020-a-2023.aspx>

Alcaldía de Neiva. (2022). *Actividades sobre Manejo de residuos*. Neiva: Alcaldía de Neiva. Obtenido de <https://www.alcaldianeiva.gov.co/NuestraAlcaldia/Dependencias/Paginas/actividades-de-residuos.aspx>

Altamura, P. (2022). *Critical issues hindering a widespread construction and demolition waste (CDW) recycling practice in EU countries and actions to undertake: The stakeholder's perspective*. Valencia (España): Science direct.

AMBIENTE, M. D. (1995). *RESOLUCION 541 . BOGOTA*.

Aragonez, T. (2021). *Respuesta oficio 226 de 31 marzo de 2021: Acciones para efectividad en el manejo RCD en la ciudad de Neiva*. Neiva.

Banco interamericano de desarrollo. (2020). *Estudio de crecimiento urbano*. Neiva: BID-FINDETER.

CAM. (2021). *Guía técnica para la formulación de programas de manejo ambiental de residuos de construcción y demolición*. Bogotá: CAM. Obtenido de <file:///E:/PU/Universidad%20Surcolombiana/proyecto%20crstian%20y%20pablo%20ing%20civil/formatos%20CAM/GUIA%20PROGRAMA%20DE%20MANEJO%20AMBIENTAL%20-%20RCD%20terminada%20final.pdf>

CAM. (2021). *listado de gestores de residuos de construcción y demolición*. Neiva: CAM.

CAMACOL. (22 de Marzo de 2022). Obtenido de <https://camacol.co/actualidad/noticias/durante-2021-en-el-huila-se-vendieron-3225-viviendas-para-2022-se-esperan>

Camara de Comercio de Neiva. (2019). *Informe de coyuntura economica 2019*. Neiva: Camara de Comercio Neiva. Recuperado el 8 de Diciembre de 2022, de https://www.cchuila.org/wp-content/uploads/2021/03/estudio_coyuntura_economica_2019.pdf

- Camara de Comercio de Neiva. (2021). *Panorama de la dinamica empresarial del Huila*. Neiva: Camara de comercio de Neiva.
- Ciudad Limpia. (12 de Noviembre de 2022). Obtenido de <https://www.ciudadlimpianeiva.com.co/wp-content/uploads/tarifas/2020/202012%20Neiva.pdf>
- Colombia, C. d. (2008). *Ley 1259 de 2008*. BOGOTA.
- Concejo Municipal de neiva. (2003). *Acuerdo Municipal de Neiva Huila No. 042 de 2003*. NEIVA.
- Constitución Política de Colombia*. (1991). BOGOTA: Legis.
- Decreto Municipal No. 0437*. (2017). NEIVA.
- Hernandez, R. (2018). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: UNAM.
- Herrera. (2020). *Estrategias de Mitigación De Residuos De Construcción En Neiva*. Neiva (Huila): UAN.
- Herrera. (2020). *Estrategias De Mitigación De Residuos De Construcción En Neiva: Planta De Reciclaje De Residuos De Construcción Y Demolición En Neiva*. Neiva: UAN. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/5803/1/2020GustavoAdolfoHerrera.pdf>
- Martínez, C. (2012). *Estadística y Muestreo*. Bogotá: Ecoediciones.
- Ministro de Ambiente y Desarrollo. (2017). *RESOLUCIÓN 472 DE 2017*. BOGOTA: MinAmbiente.
- Ortega, A. (2016). *Bogotá D.C., Hacia una nueva cultura en la gestión integral de los residuos de construcción y demolición*. BOGOTA: ACODAL.
- Pacheco, C. (2017). *Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su*. Barranquilla: U. del Norte.
- Pacheco, C. (2017). *Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión*. Barranquilla: Scielo.
- Pacheco, C. (2017). *Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión*. Barranquilla: Scielo.
- Pacheco, C. (2017). *Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión*. Barranquilla: Scielo.

- Páez, C., & Pacheco, C. (2019). *Guía para el manejo integral de los residuos de construcción y demolición*. Brranquilla: UNINORTE.
- Ramírez, A. (2021). *Estudio de dispocisión a pagar por el manejo sustentable de RCD en Chile*. Santiago de Chile: Scielo.
- REPUBLICA, C. D. (1994). *Ley 142 de 1994*. BOGOTA.
- Saavedra, S., & Valderrama, j. (2022). *Diseño de un prototipo para recoleccion de residuos solidos*. Neiva (Huila): Universidad Antonio Nariño.
- Sandoval, J. (2015). *Localizacion y caracterizacion de los escombros de la ciudad de Neiva*. Neiva: Universidad Surcolombiana.
- SIR. (14 de Enero de 2022). Obtenido de <http://tempo.sirhuila.gov.co/uncategorized/neiva-pot-plan-de-ordenamiento-territorial/>
- Suárez, S. (2019). *The management of the construction and demolition waste in Villavicencio: current status, barriers and management*. Villavicencio: U. Libre.
- Trujillo V, K. L., & Quintero V, A. P. (2021). *Análisis del manejo de Residuos de Construcción y Demolición RCD y sostenibilidad en la construcción en Bogotá D.C*. Bogotá: U. de la Salle.
- Universidad Pedagógica Nacional. (2020). *Manual de manejo de residuos de construcción y demolición-RCD*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Vargas. (2019). *Investigación sobre el manejo de residuos en construcción entre Europa, América Colombia*. Bogotá: UMNG.
- Vargas, J. (2018). *Investigación sobre el manejo de residuos en construcción entre Europa, América Y Colombia*. Bogotá: U. Nueva granada.
- Zhang, C. (2022). *An overview of the waste hierarchy framework for analyzing the circularity in construction and demolition waste management in Europe*. Haag (Holanda): Science direct.

7. Anexos

Anexo. 1. Resultados encuesta unidades multifamiliares

	estrato	Ubicación	Conjunto	Tipo de obra	P1- ¿Sabe usted que son los RCD?	P2- ¿Conoce usted si existe alguna norma que regule los RCD?	P3- ¿Cuándo se generan necesidades de obras civiles por parte de los residentes, que tipo de permiso se tramita ante la administración?	P4- ¿Las obras realizadas cuentan con permiso curaduría u otro órgano de control como CAM, Secretaría hábitat y medio ambiente?	P5- ¿los residuos generados se almacenan en algún punto limpio de forma temporal en el conjunto?	P6- ¿los RCD son clasificados?	P7- ¿Qué tipo de RCD se generan?	P8- ¿Que promedio de RCD se generan? /mes	P9- ¿Qué tipo de personas realizan las obras?	P10- ¿¿Cuál de los siguientes actores transportan materiales de construcción y demolición?	P11- ¿Sabe en donde se depositan finalmente los RCD generados en las obras que se realizan en el conjunto?	P12- ¿Considera usted, que el arrojo de escombros de materiales de construcción y demolición, arrojados en las calles, zonas verdes y otros sitios de la ciudad de Neiva, generan problemas de salud para los habitantes de la ciudad?	P13 ¿Cuál de los siguientes entes cree usted que regule los RCD en la ciudad de Neiva?
1	3	norte		remodelación	no	no	permiso de obra ante administración	no	no	no	concreto-varilla	1 volquetada	maestro	volqueteros	no	si	Alcaldía
2	3	norte		demolición	si	no	permiso de obra ante administración	no	no	no	tierra	1 volquetada	maestro	volqueteros	no	si	Alcaldía
3	2	norte		remodelación	no	no	permiso de obra ante administración	no	no	no	tierra	1 volquetada	maestro	volqueteros	no	si	Alcaldía
4	2	norte		remodelación	no	no	permiso de obra ante administración	no	no	no	tierra	dos zorras	maestro	zorberos	no	si	curaduría
5	4	oriente		remodelación	no	no	permiso de obra ante administración	no	no	no	concreto-varilla	dos zorras	ingeniero contratista	volqueteros	no	si	curaduría
6	4	oriente		remodelación	no	no	permiso de obra ante administración	curaduría	no	no	drywall, tejas, ladrillos	dos zorras	maestro	zorberos	no	si	curaduría
7	5	oriente		remodelación	si	no	permiso de obra ante administración	no	si	no	drywall, tejas, ladrillos	1 volquetada	arquitecto	no	no	si	curaduría
8	4	oriente		remodelación	no	no	ninguno	no	no	no	drywall, tejas, ladrillos	1 volquetada	ingeniero contratista	zorberos	no	si	curaduría
9	3	oriente		remodelación	no	si	ninguno	no	no	si	tierra	1 volquetada	ingeniero contratista	zorberos	no	si	Alcaldía
10	3	occidente		remodelación	si	si	ninguno	no	no	no	concreto-varilla	1 volquetada	maestro	no	tercero	si	Alcaldía
11	3	occidente		remodelación	si	si	ninguno	no	no	no	concreto-varilla	1 volquetada	maestro	no	tercero	no	Alcaldía

12	2	sur oriente		demolición	si	si	ninguno	no	no	si	tierra	1 volquetada	maestro	volqueteros	tercero	no	Alcaldía
13	2	sur oriente		demolición	si	si	ninguno	no	no	no	concreto- varilla	1 volquetada	maestro	volqueteros	no	no	curaduría
14	4	sur oriente		remodelación	si	si	ninguno	curaduría	no	no	concreto- varilla	1 volquetada	ingeniero contratista	no	no	si	curaduría
15	4	sur oriente		remodelación	no	si	ninguno	no	no	no	concreto- varilla	1 volquetada	ingeniero contratista	no	no	si	Alcaldía
16	5	sur		demolición	si	si	ninguno	no	no	no	concreto- varilla	1 volquetada	arquitecto	volqueteros	no	si	curaduría
17	5	oriente		remodelación	no	si	ninguno	no	no	no	concreto- varilla	1 volquetada	arquitecto	volqueteros	no	si	curaduría
18	5	oriente		remodelación	si	si	ninguno	curaduría	no	no	concreto- varilla	1 volquetada	ingeniero contratista	no	no	si	Alcaldía
19	4	oriente		demolición	si	si	ninguno	no	no	no	concreto- varilla	1 volquetada	maestro	no	no	si	curaduría
20	3	sur oriente		remodelación	si	si	ninguno	no	no	no	concreto- varilla	1 volquetada	maestro	no	no	si	curaduría

Anexo. 2. Resultados encuesta grandes generadores

Cargo encuestado	Constructora	P1- ¿Conoce usted si existe alguna norma que regule los RCD?	P2- ¿Cuándo se generan necesidades de obras civiles por parte de los residentes, que tipo de permiso se tramita ante la administración?	P3- ¿los residuos generados se almacenan en algún punto limpio de forma temporal en el conjunto?	P4- ¿los RCD son clasificados?	P5- ¿Qué tipo de RCD se generan?	P6 ¿Que promedio de RCD se generan/mes?	P7- ¿Cuál de los siguientes actores transportan materiales de construcción y demolición?	P8- ¿Sabe en donde se depositan finalmente los RCD generados en las obras que se realizan en el conjunto?	P9- ¿Considera usted, que el arrojo de escombros de materiales de construcción y demolición, arrojados en las calles, zonas verdes y otros sitios de la ciudad de Neiva, generan problemas de salud para los habitantes de la ciudad?	P10- ¿Saben cómo se aprovechan los RCD en la ciudad?	P11- ¿Cuál de los siguientes entes cree usted que regule los RCD en la ciudad de Neiva?
residente		no se acuerda	curaduría, CAM	no	no	tierra	15 volquetadas	volqueteros	no	si	reutilizar masa para rellenos	Alcaldía-CAM
maestro obra		no sabe	curaduría, CAM	no	no	tierra	12 volquetadas	volqueteros	escombreras terceras	si	reutilizar masa para rellenos	Alcaldía
residente		si	curaduría, CAM	no	no	tierra	10 volquetadas	volqueteros	escombreras terceras	si	reutilizar masa para rellenos	Alcaldía
residente		no se acuerda	curaduría, CAM	no	no	tierra	18 volquetadas	zorreros	no	si	reutilizar masa para rellenos	CAM
gerente proyecto		si	curaduría, CAM	no	no	tierra	14 volquetadas	volqueteros	escombreras terceras	si	reutilizar masa para rellenos	CAM

Anexo. 3. Planta el Pacto-aprovechamiento y reutilización RCD



Anexo. 4. Relación de validadoras herramientas de recolección información

Nombre validador	Ocupación	Empresa	Ubicación
Juan Manuel Bastidas	Ing. Civil	JP-Constructores	Neiva
Mariana Torres	Ing. Civil	Diseños y Hábitat	Neiva
Oscar ramiro Chavarro	Tecnólogo en Construcción (SENA)	Proyectos IAS	Pitalito
Wilbert Serrato	Ing. Civil	Alcaldía Neiva (hábitat y desarrollo)	Neiva