

**PLAN DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y
DEMOLICIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DEL COLEGIO TECHO I**

Olga Jimena Bohorquez Villanueva



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Ingeniería Civil, Facultad de Ingenierías

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2024

**Plan de manejo y aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición en la
Construcción del Colegio Techo I**

Olga Jimena Bohorquez Villanueva

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniera Civil

Directora Johana Lobo Quijano, Asesora Metodológica Mónica Morales



Ingeniería Civil, Facultad de Ingenierías

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2024

Dedicatoria

Le dedico este trabajo a mi familia, quienes me apoyaron durante toda mi carrera, especialmente a mi hija quien día a día me da fuerzas para seguir adelante y me da un motivo para seguir formándome como una mejor persona y profesional.

Agradecimientos

Primero que todo agradezco a mis papás por apoyarme durante todo mi proceso de formación, por motivarme para ser una mejor persona y profesional, a los docentes especialmente a mi tutora por darme la mejor formación y orientación para este trabajo y mi hermana quien me motivó y me ayudo cada dia para poder seguir adelante y poder lograr graduarme.

Tabla de contenido

TABLA DE CONTENIDO	5
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
OBJETIVOS	14
OBJETIVO GENERAL	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
MARCO REFERENCIAL	15
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE (SDA).....	15
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD).....	15
CLASIFICACIÓN DE LOS RCD	16
PRINCIPIO RECTOR PARA EL APROVECHAMIENTO	19
RESIDUOS SÓLIDOS	21
REUTILIZACIÓN.....	22
RECICLAJE	22
DEMOLICIÓN	23
GRAN GENERADOR DE RCD	23
ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS RCD	24
MARCO LEGAL	25
MARCO GEOGRÁFICO	27
ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	29

TIPO DE INVESTIGACIÓN	29
FASES DE INVESTIGACIÓN	29
<i>Fase 1. Identificación de las fuentes de generación y clasificación de RCD durante las diferentes etapas de construcción del Colegio Techo I</i>	<i>29</i>
<i>Instrumentos y técnicas de recolección de información</i>	<i>30</i>
<i>Fase 2. Identificación de las alternativas de manejo de los RCD para grandes generadores</i>	<i>30</i>
<i>Fase 3. Plan de manejo y aprovechamiento de los RCD de la construcción Colegio Techo I</i>	<i>30</i>
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE GENERACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RCD DURANTE LAS DIFERENTES ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DEL COLEGIO TECHO I	34
ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LOS RCD PARA GRANDES GENERADORES DE ACUERDO CON LA NORMATIVA VIGENTE.....	35
PLAN DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RCD DE LA CONSTRUCCIÓN COLEGIO TECHO I	37
<i>Acopio de residuos granulares.....</i>	<i>38</i>
<i>Acopio de cortadora de ladrillos</i>	<i>39</i>
<i>Transporte</i>	<i>41</i>
<i>Etapas de demolición</i>	<i>45</i>
<i>Etapas de excavación y cimentación</i>	<i>45</i>
<i>Etapas de Construcción</i>	<i>45</i>
INDICADORES.....	47
ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RCD	48
<i>Alcance</i>	<i>49</i>
<i>Objetivo</i>	<i>49</i>
<i>Recursos.....</i>	<i>49</i>
<i>Responsables</i>	<i>50</i>
<i>Cronograma.....</i>	<i>50</i>
PLAN DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN UNA OBRA	51

<i>Datos Generales:</i>	51
<i>Diagnóstico inicial:</i>	51
<i>Apertura de PIN:</i>	51
<i>Diseño del plan de manejo:</i>	54
<i>Reducción en origen:</i>	55
<i>Separación y clasificación de RCD:</i>	55
<i>Almacenamiento temporal:</i>	55
<i>Transporte y disposición final:</i>	55
<i>Monitoreo y seguimiento:</i>	55
<i>Evaluación y mejora continua:</i>	55
<i>Implementación del plan de manejo y aprovechamiento de RCD</i>	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
CONCLUSIONES:.....	57
RECOMENDACIONES:	58
REFERENCIAS	59
ANEXOS	63

Listado de figura

Figura 1 Principio Rector RCD	20
Figura 2 Jerarquía de aprovechamiento de los RCD.....	21
Figura 3 Localización del proyecto en la ciudad	27
Figura 4 Alternativas para el manejo de los RCD en una obra	30
Figura 5 Puntos ecológicos con tres (3) canecas	31
Figura 6 Ejemplo de funcionamiento de centro de acopio de Residuos Solidos.....	32
Figura 7 Separación de materiales in situ	38
Figura 8 Ejemplo de centro de acopio para material sólido.....	39
Figura 9 Vehículos debidamente cubiertos y sin superar el borde del platón	42
Figura 10 Ejemplo de tabla para calcular los diferentes indicadores.....	48

Lista de tablas

Tabla 1 Clasificación de los RCD Aprovechables..... 16

Tabla 2 Clasificación de los RCD No Aprovechables 18

Tabla 3 Alternativas de gestión para el uso de residuos 24

Tabla 4 Alternativas de manejo de los materiales en la obra 36

Tabla 5 Imágenes de lugar de reutilización de materiales extraídos en la obra 36

Tabla 6 Imágenes de cortadora de ladrillos y limpieza de las cajas desarenadoras 40

Tabla 7 Proceso de lavado de llantas de las volquetas, mixer y camiones. 43

Tabla 8 Utilización de los RCD en la obra 45

Tabla 9 Volúmenes de material proyectados y usados 46

Tabla 10 Indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad en obra para el mayor y menor mes .. 48

Resumen

Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) representan un desafío ambiental y económico significativo en la industria de la construcción. Este trabajo tiene como objetivo proponer un plan de manejo y aprovechamiento de los RCD en la obra Colegio Techo I como medida de mitigación. Para eso se tiene en cuenta, primero identificar las fuentes de generación y clasificación de los RCD durante las diferentes etapas de construcción; en segundo lugar, las alternativas de manejo de los RCD para grandes generadores de acuerdo con las normativa vigente; y por último se elabora el Plan de Manejo y Aprovechamiento de los RCD en la construcción del Colegio Techo I. El desarrollo del trabajo, permite concluir la importancia de llevar un registro exhaustivo de los residuos incluyendo información sobre su disposición final. Para ello se implementan diversas alternativas de manejo para los RCD como es la clasificación y separación en el origen, la incorporación de los puntos de separación de materiales *in situ* y se lleva un control de los volúmenes de RCD generados en la obra. Es importante tener en cuenta los índices de eficiencia, eficacia y efectividad de los RCD en la obra.

Palabras clave: Construcción, Gestión, Plan de Manejo, Efectividad, PIN, Residuos de construcción y demolición, Clasificación de los RCD, Disposición final de los RCD.

Abstract

Construction and Demolition Waste (CDW) represents a significant environmental and economic challenge in the construction industry. The objective of this work is to propose a plan for the management and use of CDW at the Techo I School as a mitigation measure. For this purpose, first, the sources of generation and classification of CDW during the different stages of construction were identified; secondly, the alternatives for CDW management for large generators according to current regulations were considered; and finally, the CDW Management and Use Plan for the construction of Techo I School was elaborated. The development of the work allows us to conclude the importance of keeping an exhaustive record of the waste, including information on its final disposal. To this end, various alternatives for CDW management are implemented, such as classification and separation at source, the implementation of on-site material separation points and control of the volumes of CDW generated at the construction site. It is important to take into account the efficiency, efficacy and effectiveness of CDW at the construction site.

Keywords: Construction, management, Management Plan, Effectiveness, PIN, Construction and demolition waste, Classification of CDW, Final disposal of CDW.

Introducción

La industria de la construcción es uno de los servicios esenciales para la sociedad, puesto que influye en la calidad de vida de las personas y por lo tanto en la mejora de la calidad de vida. Del mismo modo, da respuesta a problemas de la vía pública y la infraestructura en general. De igual forma, la construcción es reconocida como una actividad en constante desarrollo y es considerada una de las principales fuentes de impacto en el medio ambiente en cada una de las etapas, que involucra desde la explotación de materias primas, la transformación de productos y materiales, hasta el desarrollo de la obra e incluso su desmantelamiento o cierre final (Glinka et al., 2005 citado por Cárcamo, 2008).

Por otra parte, como menciona Acosta (2009) “existen alternativas conceptuales y estrategias prácticas para formular y enfrentar los problemas que se derivan de las actividades de la arquitectura y la construcción” (p. 15). Por ejemplo, López (2020) propone que el tratamiento y manejo de los residuos generados en la construcción, la demolición y las obras públicas, es de gran importancia en la conservación del entorno y la reducción de manera constante que este no se degrade o contamine. De la misma forma, la Secretaría Distrital de Ambiente (sf) menciona que es necesario minimizar el impacto de los residuos de construcción y demolición (RCD). Teniendo en cuenta lo anterior, se debe considerar la normatividad vigente para el adecuado manejo y disposición de los residuos, para que esas estrategias que están destinadas a atacar los problemas originados por la práctica proyectual y constructiva se hagan efectivas.

El caso de la construcción del Colegio Ciudad de Techo I, se ha visto afectada por los vecinos de la zona los cuales se oponen a la obra con el argumento “que le va a quitar el espacio verde y van a dejar contaminada la zona” (Rojas, 2018). Por eso es importante plantear una propuesta para mitigar las afectaciones asociadas a la generación de residuos de construcción, no solo a la población cercana al colegio, sino el área de influencia; adicionalmente, asegurar un buen uso de los materiales para reducir

el impacto ambiental de la obra, considerando la responsabilidad social y ambiental que tiene el Ingeniero Civil y el sector constructivo por mejorar la calidad de vida y del ambiente.

Objetivos

Objetivo General

Proponer un plan de manejo y aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición de la obra Colegio Techo I como medida de mitigación.

Objetivos Específicos

-Identificar las fuentes de generación y la clasificación de RCD durante las diferentes etapas de la construcción del Colegio Techo I.

- Determinar las alternativas de manejo y aprovechamiento de los RCD para grandes generadores de acuerdo con la normativa vigente.

- Elaborar un plan de manejo y aprovechamiento de los RCD de la construcción Colegio Techo I

Marco Referencial

En Colombia, los RCD constituyen un significativo problema ambiental, tanto por su cantidad como por su composición. Para abordar esta situación, el gobierno colombiano ha establecido normativas para la gestión de los RCD y ha fomentado el uso adecuado de materiales reciclados en la construcción. Asimismo, se han identificado experiencias y prácticas destacadas en la gestión de estos residuos, evaluando su viabilidad económica y ambiental en el ámbito de la construcción. Actualmente, se está implementando un Plan Nacional de Gestión Integral de los RCD en Colombia con el objetivo de mejorar la gestión de estos residuos en los proyectos constructivos.

Secretaria Distrital de Ambiente (SDA)

La Secretaría Distrital de Ambiente (2024) tiene como misión ser la autoridad ambiental del Distrito Capital y se esfuerza por fomentar el crecimiento sostenible de la ciudad mediante la elaboración, promoción y dirección de políticas, planes y programas. Estos tienen como objetivo conservar, proteger y restaurar el medio ambiente, así como los recursos naturales, incluyendo la Estructura Ecológica Principal y las zonas de importancia ambiental.

Residuos de construcción y demolición (RCD)

La Secretaría Distrital de Ambiente (2021) menciona que los RCD son todos los restos sólidos que se generan en el desarrollo de una obra y finalización de una obra en casa o de las actividades de demolición, excavación, construcción y/o reparación de las obras civiles. Así mismo, Castaño et al. (2013) lo definen como aquellos materiales de desecho, originados en las construcciones de obras civiles y espacio público, a estos se les considera inertes -no peligrosos- y se pueden aprovechar a través de transformación y reincorporación como materia prima de ciertos agregados en la fabricación de nuevos

productos. Dentro de los componentes típicos se encuentra: hormigón, asfalto, madera, metales, yeso, cerámicos o baldosas, tejas, adobes, ladrillos (Cárcamo, 2009).

De acuerdo con Rodríguez (2022) menciona que:

Estos residuos pueden generarse en actividades de descapotes, excavaciones, explotaciones, demoliciones, levantamiento de estructuras y obra negra, instalaciones, obra gris, acabados, limpieza de áreas de trabajo y almacenamiento que conforman el proceso constructivo (p. 8).

Clasificación de los RCD

La clasificación de los RCD se divide en dos categorías: aprovechables y no aprovechables, resultantes de actividades como demolición, excavación, construcción y/o reparaciones de obras civiles. Otros residuos relacionados carecen de una clasificación definida en la normativa. Por lo tanto, se propone una clasificación en las tablas 1 y 2, que sirve como guía para distinguir los residuos con potencial de aprovechamiento de aquellos que, debido a una gestión inadecuada, podrían perder dicho potencial (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

Tabla 1
Clasificación de los RCD Aprovechables.

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, motero y material inertes que no

			sobrepasen del tamiz #200 de granulometría
			Arcillas (caolín), limos y residuos inertes, poco o no plástico y expansivos que sobrepasen el tamiz #200 de granulometría
		1. Residuos finos no expansivos	
II.	Residuos de material fino		Arcillas (montmorillonitas) y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz #200 de granulometría
		2. Residuos finos expansivos	
			Plásticos, PVC, maderas, cartonés, siliconas, vidrios, cauchos
		1. Residuos no pétreos	
III.	Otros Residuos		Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño y zing
		2. Residuos de carácter metálico	
		3. Residuos orgánicos de pedones	Residuos de tierra negra
		4. Residuos orgánicos de cespedones	Residuos vegetales y otras especies bióticas

Nota. Cuadro guía de los RCD que se puede aprovechar en la obra, Tomada de “Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición” por la Secretaria Distrital de Ambiente, 2024.

(<https://www.ambientebogota.gov.co/guia-para-la-elaboracion-del-plan-de-gestion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcd-en-obra>)

Tabla 2
Clasificación de los RCD No Aprovechables

Categoría	Grupo	Clase	Componentes
			Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas de asbesto, escorias, plomos, cenizas volantes, luminarias
B. RCD NO APROVECHABLES	IV- residuos peligrosos	1. Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos, patógenos(biológicos)	
	V- Residuos especiales	No definida	Poliestirenos-icopor, cartón-yeso (drywall), llantas entre otros
	VI- Residuos contaminados	1. Residuos contaminados con otro residuo	Materiales pertencientes a los

con otro residuo		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 definidos	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reuso en las obras

Nota. Cuadro guía de los RCD que no se pueden aprovechar en la obra, Tomada de “Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición” por la Secretaria Distrital de Ambiente, 2024.

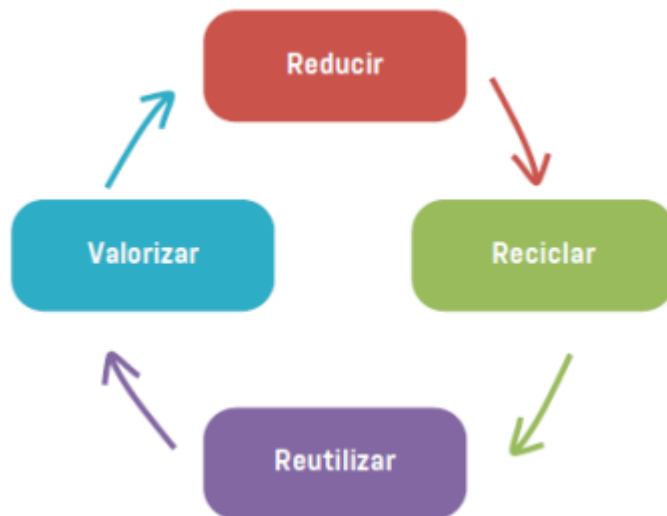
(<https://www.ambientebogota.gov.co/guia-para-la-elaboracion-del-plan-de-gestion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcd-en-obra>)

Principio rector para el aprovechamiento

Según la Secretaría Distrital de Ambiente (2015):

La aplicación del principio de jerarquía asegura una gestión ambiental orientada al uso sensato de materiales, previniendo la generación de residuos y facilitando una gestión efectiva de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD). El orden jerárquico para una gestión eficiente de los RCD incluye la reducción, reutilización, reciclado y otras formas de valorización. Este enfoque tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de la población y preservar un entorno saludable, como se ilustra en las figuras 1 y 2.

Figura 1
Principio Rector RCD



Nota: En la figura se ilustra los principales procesos de manejo de los RCD. Tomado de “Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición” por la Secretaria Distrital de Ambiente, 2024.

(<https://www.ambientebogota.gov.co/guia-para-la-elaboracion-del-plan-de-gestion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcd-en-obra>)

La anterior figura es un ejemplo de como funciona el principio rector de los RCD y lo importante que es para una buena utilización de los residuos de construcción.

Figura 2

Jerarquía de aprovechamiento de los RCD.



Nota: Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición – RCD en la obra Tomado de “Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición” por la Secretaria Distrital de Ambiente, 2024. (<https://www.ambientebogota.gov.co/guia-para-la-elaboracion-del-plan-de-gestion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcd-en-obra>)

Residuos sólidos

Según la Environmental Protection Agency (como se cita en Cárcamo, 2009):

Los desechos sólidos se definen como "cualquier tipo de basura, residuo, lodo proveniente de plantas de tratamiento de aguas residuales y otros materiales sólidos generados por actividades industriales" (p. 16). Además de esta definición, la Environmental Protection Agency indica

diversas actividades para planificar y gestionar los residuos, las cuales pueden ser beneficiosas para comunidades con recursos y tiempo limitados para dedicar a la planificación.

Reutilización

La reutilización, Según Cárcamo (2009), “es una actividad de valorización que involucra la replicación de un material de modo que mantiene su forma e identidad original” (p. 16). Según Glinka et al., (2005), es posible clasificar los materiales empleados en la industria de la construcción en dos categorías distintas: aquellos que pueden ser reciclados o reutilizados, como los metales, las maderas y otros recursos de origen vegetal, los vidrios y cristales, los plásticos, así como las telas, papeles y cartones; y por otro lado, los materiales que son exclusivamente reutilizables.

La reutilización implica el uso de un material o residuo en su estado original, sin necesidad de procesarlo nuevamente, lo que brinda nuevas oportunidades de aplicación. Este proceso puede llevarse a cabo en el lugar de origen de los residuos de construcción y demolición (RCD) o en otros sitios. En caso de optar por la reutilización de RCD en una locación diferente a la de su generación, es esencial que esta acción sea debidamente registrada en el Plan de Gestión de RCD y se comunique con anticipación a las partes involucradas (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

Reciclaje

Según Cárcamo (2009), el reciclaje se define como el "proceso que involucra la inclusión de residuos en una actividad en la que el material residual debe ser tratado y luego sometido a un nuevo proceso de elaboración con otros insumos" (p. 16). Esta práctica respetuosa con el medio ambiente transforma desechos o elementos sin utilidad en recursos, integrándose al ciclo de vida sin la necesidad de emplear nuevos recursos naturales. De esta manera, el reciclaje se presenta como una estrategia sostenible para gestionar y reducir los desechos generados por la actividad humana (Martinez, 2021).

Según la Secretaría Distrital de Ambiente (2015) en esta etapa, los residuos de construcción y demolición se recogen y transforman en nuevos materiales que pueden incorporarse a la producción como productos o materias primas. Para lograr un reciclaje eficaz, es esencial implementar un enfoque integral, considerando la composición de los residuos, la disponibilidad de mercados para los materiales reciclados, la situación económica de la región y la participación de la comunidad. Durante el proceso de reciclaje, el uso de plantas móviles para el procesamiento de los RCD en el lugar de la obra es una opción viable.

PIN ambiental:

Es el número con el que se identifica la obra ante la Secretaria de Medio Ambiente Con el fin de realizar un seguimiento del manejo ambiental que se realiza en las obras ubicadas en el perímetro urbano de Bogotá, es necesario crear un PIN ante la SDA, el cual identificará la obra, y servirá para que la administración pueda hacer seguimiento al cumplimiento de las normas ambientales (Maat, 2019, prr 1).

Demolición

Este proceso involucra la demolición de todas las estructuras o elementos de construcción, como aceras, pavimentos, edificios e instalaciones de concreto, que deban ser eliminados para llevar a cabo una obra de manera adecuada. Este procedimiento engloba diversas actividades, como la preparación y protección del área, la demolición propiamente dicha, la fragmentación o desmontaje de las construcciones, y por último, la eliminación de los materiales resultantes (Cotrino & Perdomo, 2022). Según Tapias (2017) “es la actividad planeada de desmantelamiento que busca obtener el aprovechamiento de los residuos de una demolición” (p. 12)

Gran Generador de RCD

Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo (2021) menciona que:

“Las entidades gubernamentales a nivel central o descentralizado no necesitan licencias para intervenir el espacio público al ejecutar obras contempladas en planes de desarrollo o en el Plan de Ordenamiento Territorial. Las excepciones incluyen empresas estatales y sociedades de economía mixta.” (p. 2).

Almacenamiento

Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo (2021), “es la ubicación temporal de los RCD en recipientes, contenedores, sitios de acopio temporal y/o depósitos para su recolección y transporte con fines de aprovechamiento o disposición final” (p. 2).

Alternativas de reutilización de los RCD

Los residuos que se originan en la etapa de la construcción y demolición de las obras pueden someterse a uno o varios procedimientos de gestión que se han expuesto anteriormente, algunos materiales pueden ser aprovechados y otros simplemente se recomiendan que se entreguen en un lugar autorizado para desechos de RCD (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015) este directorio se encuentre en el plan de manejo y aprovechamiento de RCD, estas alternativas se pueden observar en la Tabla 3.

Tabla 3

Alternativas de gestión para el uso de residuos

Residuo	Alternativa
Concretos	Reutilizar como masa para rellenos
	Reutilizar como suelos en carreteras
	Reciclar como grava suelta
	Reciclar para producción de morteros y cemento
	Reciclar como granulado
Cerámicos	Reciclar como adoquín
	Reciclar como fachada
	Reciclar para acabados
Asfalto	Reutilizar como masa para rellenos
	Reciclar para asfalto
Metales	Reutilizar para aplicación en otros productos
	Reciclar como aleación

Madera	Reutilizar para casetones, vallados y linderos
	Reciclar para tableros y aglomerados
Vidrio	Reciclar para vidrio
Pétreos	Reutilizar como áridos finos y gruesos
Plásticos	Reciclar como plásticos
Telas, bloques, entre otros	Reciclar como base para nuevos productos
Residuos de excavación	Reutilizar como relleno y recuperación de taludes
	Reutilizar como estabilización de suelos
Elementos arquitectónicos	Reutilizar como nuevos productos

Nota: Cuadro de alternativas de reutilización de materiales Tomado de “Guía para la elaboración del plan de gestión de

residuos de construcción y demolición” por la Secretaria Distrital de Ambiente, 2024.

(<https://www.ambientebogota.gov.co/guia-para-la-elaboracion-del-plan-de-gestion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcd-en-obra>)

Marco legal

El marco legal es fundamental en el ámbito de la construcción, este incluye las resoluciones, decretos y normativa que se deben tener en cuenta al iniciar cualquier proyecto. Estas regulaciones son esenciales para asegurar una gestión adecuada y eficiente durante toda la obra, garantizando el cumplimiento de los estándares legales y promoviendo prácticas constructivas responsables y seguras.

Se establece en la Resolución 1257 (2021), dice que:

Ministerio de Ambiente reglamentó la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y Demolición RCD, definió la mecanismos para la efectiva gestión, aprovechamiento y disposición final de los RCD, las obligaciones de generadores, gestores, municipios, distritos y autoridades ambientales competentes, así como las metas de aprovechamiento de RCD en función de la categoría de los municipios.

El Decreto 34 (2009), define que:

En su artículo 5, el tránsito de vehículos de carga en el área urbana del Distrito Capital.

Determina que la movilización de vehículos y maquinaria industrial y/o de construcción deberá efectuarse entre las 10 de la noche y las 5 de la mañana del día siguiente.

Se establece en la Resolución 1115 (2012), que:

Para cada ruta realizada, los transportadores de RCD tendrán la obligación de portar el documento que acredite tanto el origen como el destino final de los residuos, que contenga como mínimo: fecha, origen, nombre y firma del generador, destino, tipo de residuos, volumen o peso, sello de recibido del sitio de tratamiento y/o aprovechamiento o disposición autorizados como destino final, nombre de quien recibe y firma. Este documento podrá ser solicitado por las autoridades competentes en cualquier momento.

El Decreto 0276 (2015) establece que no tienen la obligación de inscribirse en el RUCOM para hacer la explotación del suelo y subsuelo.

Se establece en la Resolución 66317 (2015), que:

Dentro de los cinco (5) primeros días hábiles de cada mes, se deberá reportar a la Dirección Técnica Estratégica los volúmenes de las cantidades de materiales suministrados únicamente a contratos del IDU.

El Decreto 586 de (2015), define que:

En su artículo 1, adoptar “el modelo eficiente y sostenible de gestión de los escombros en la ciudad de Bogotá – RCD”, el cual propende por su mayor recuperación y reincorporación en los procesos constructivos de la ciudad, por medio de la participación de los agentes del ciclo, el uso de herramientas e infraestructuras y su implementación a través de líneas programáticas, a corto, mediano y largo plazo.

Se establece en la Resolución 157 (2016), que sí existen medidas preventivas o sanciones debidamente ejecutoriadas, se establece que a este momento existe una medida preventiva impuesta a través de la Resolución.

El Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES 3874] (2016), dice que:

La gestión integral de residuos sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario, para contribuir al fomento de la economía circular, desarrollo sostenible, adaptación y mitigación al cambio climático (p. 46).

Marco geográfico

El sitio en el cual se ejecutan las obras objeto del presente se localiza en la Cra 80B No.6-71.

Localidad Kennedy, Urbanización Ciudad de Techo I.

Figura 3

Localización del proyecto en la ciudad



Nota: Ubicación del Predio del Colegio Techo I. Coordenadas geográficas del proyecto, X: 92127.72, Y: 104316.30:

Tomada de Google Earth.

Aspectos Metodológicos

Tipo de investigación

Se propone una investigación mixta, que involucra tanto la recolección y análisis de datos cuantitativos como la interpretación y análisis de datos cualitativos. La investigación cuantitativa se enfocará en la evaluación de los volúmenes, así como la efectividad de las medidas de manejo y aprovechamiento propuestas. En la investigación cualitativa se analizan los diferentes tipos de residuos generados en la obra.

Cantidad de RCD generados en la construcción: Se llevaba un control de los RCD generados durante las obras mediante planillas, las cuales se recolectaban los datos cada dos (2) semanas.

Composición de los RCD en las diferentes etapas de la construcción: de acuerdo con lo anterior se separaban los diferentes RCD que se generaban y así se pudo separar y reutilizar los que eran aptos.

Costo del manejo y eliminación de los RCD: una vez separados los RCD, se calculaban que costo se tenía que pagar a la empresa que recogió los RCD que no pudo reutilizar.

Fases de investigación

Fase 1. Identificación de las fuentes de generación y clasificación de RCD durante las diferentes etapas de construcción del Colegio Techo I

Se inició con una visita al lugar de la construcción donde se caracterizaron los diferentes RCD que se fueron generando en la durante la construcción del colegio Techo I.

En la gestión de los RCD se siguieron las regulaciones y normativas locales para garantizar su eliminación segura y responsable. La clasificación de los RCD se realizó según las 3 etapas de la obra: demolición, excavación y cimentación, construcción como lo indica guía para la elaboración del plan de gestión de RCD en la obra (figura 1 y 2)

Instrumentos y técnicas de recolección de información

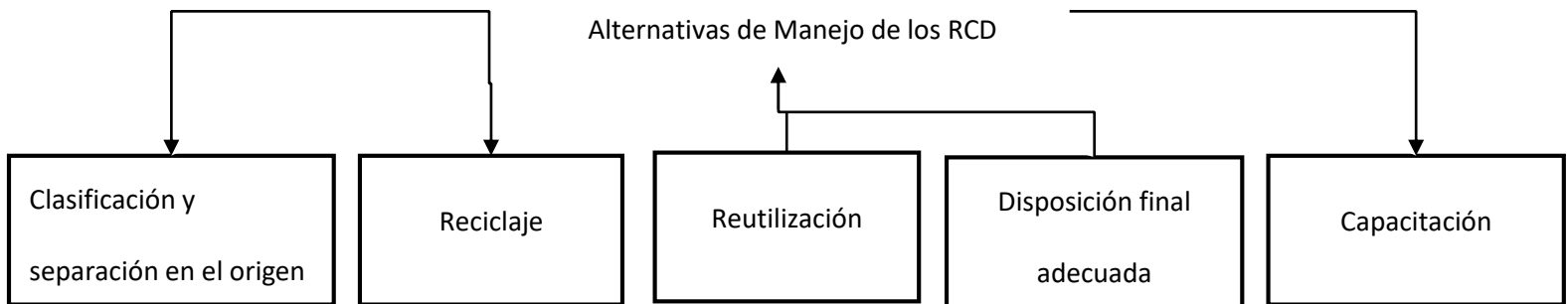
Registro de entregas:

- Registrar la cantidad y tipo de residuos entregados en el centro de acopio autorizado para su posterior disposición final.
- Registro de entrada y salida de volquetas, tabla de acumulados de RCD pétreos dispuestos en escombreras y certificados. Anexo A.
- Informes de gestión de residuos: Elaborar Informes periódicos que contengan información sobre la cantidad y tipo de residuos generados, la forma en que se están segregando y almacenando, y las prácticas de transporte y disposición final. Anexo B.

Fase 2. Identificación de las alternativas de manejo de los RCD para grandes generadores

Existen varias alternativas de manejo de los residuos de construcción y demolición (RCD) en el Colegio Techo I de Bogotá, entre ellas:

Figura 4
Alternativas para el manejo de los RCD en una obra



Nota. Alternativas de manejo para los RCD en una obra. Elaboración propia

Fase 3. Plan de manejo y aprovechamiento de los RCD de la construcción Colegio Techo I

Para esta fase se tuvo en cuenta lo dispuesto en la Resolución 1257 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. La resolución establece las obligaciones de los productores, transportadores y disposición final de los RCD, con el fin de garantizar su adecuada gestión

ambiental y evitar daños a la salud pública y el medio ambiente. Para las bases del plan de manejo se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

Manejo de los RCD en la obra:

Acciones de demolición: Esta actividad no está contemplada en la obra de estudio

Generación y separación de la fuente: Durante su permanencia en obra, los RCD son protegidos y demarcados de acuerdo al PMA (Plan de Manejo Ambiental)

Sitio de almacenamiento de los residuos en la obra: Para la recolección de residuos sólidos generados en la obra , se cuenta en el campamento con dos puntos ecológicos cada uno con tres (3) canecas (Figura 5) así: una verde para residuos ordinarios, una azul para material reciclable como papel vidrio y una gris destinada a los residuos que no se pueden reciclar. Los residuos ordinarios (Figura 6) no reciclables los recogen directamente los carros recolectores de la empresa de servicios públicos del sector y el reciclaje se le entrega a un reciclador de la zona y/ o la empresa DISTRIBUIDORES AMBIENTALES, durante el periodo material. Durante el periodo reportado no se presentaron derrames de mezclas de concreto, ni otras sustancias en ningún frente de obra.

Figura 5

Puntos ecológicos con tres (3) canecas



Nota. Puntos de separación de los materiales, elaboración propia

Figura 6

Ejemplo de funcionamiento de centro de acopio de Residuos Solidos



Nota: En la figura se ilustra funcionamiento de centro de acopio de los residuos sólidos en la obra . Tomado de “A disposición de la población centros de acopio de residuos orgánicos y reciclables” por Página 3, 2017. (<https://pagina3.mx/2017/10/a-disposicion-de-la-poblacion-centros-de-acopio-de-residuos-organicos-y-reciclables/>)

Transporte: se tuvo en cuenta el PIN de cada camión para llevar un registro de las cantidades de RCD que iban saliendo de la obra hacia su disposición final.

Gestión final

Hacer un reporte de las cantidades de material de construcción usados en la obra, se llevará un seguimiento y aprovechamiento de los materiales de RCD esto se debe realizar según el artículo de la resolución 01115 de 2012.

Reporte de los residuos de construcción y demolición –RCD- generados en obra que se diligenciará en la columna 2, 5 y 6 del Formato de seguimiento y aprovechamiento de los RCD en la obra que hace parte de la guía como Anexo H.

Estimación de costos del manejo de RCD se debe diligenciar formato que se puede encontrar en la guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición en la obra (Secretaría distrital de Ambiente, 2024)

Indicadores de RCD :

Estos indicadores están contruidos con base en lo exigido en la Resolución 01115 de 2012 y se reportan al inicio de la obra con los valores proyectados; mes a mes reporta los valores reales del material usado y los RCD generados (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015). Los indicadores que se tiene en cuenta son los siguientes:

Indicador de eficiencia

$$\frac{\text{Gastos mensuales de la implementación del PG RCD}}{\text{Presupuesto planteado para el PG RCD}} \times 100 \text{ [1]}$$

Indicador de eficacia

$$\frac{\text{Cantidad de residuos aprovechados en la obra por mes}}{\text{Cantidad de material usado para la ejecución de la obra}} \times 100 \text{ [2]}$$

Indicador de Efectividad

$$\frac{\text{Cantidad de RCD dispuestos en sitios autorizados durante el mes}}{\text{Cantidad estimada de RCD a generar en el mes}} \times 100$$

Con la anterior información se creó una plantilla plan para el manejo y aprovechamiento de los RCD en las obras (Anexo J)

Análisis y discusión de resultados

Identificación de las fuentes de generación y clasificación de RCD durante las diferentes etapas de construcción del Colegio Techo I

En la primera fase teniendo en cuenta la identificación de las fuentes de generación y clasificación de RCD durante las diferentes etapas de construcción del Colegio Techo I, se pudo encontrar que:

Se registró la cantidad y los tipos de residuos entregados en el centro de acopio autorizado para su disposición final. En este registro se incluyó información relacionada con la disposición final de RCD, los indicadores RCD y el aprovechamiento en la Obra. De este formato se obtuvo que en el índice de RCD que el presupuesto planeado para el plan de gestión (PG) de los RCD de cual el gasto fue mucho menor, un aproximado de la cantidad de residuos aprovechados en la obra por mes que fue calculado en toneladas, la cantidad de material usado para la ejecución de la obra, la cantidad de RCD dispuestos en sitios autorizados durante el mes y la cantidad estimada de RCD a generar en el mes. También se obtuvo que en el aprovechamiento en obra el tipo de material se reutilizó en la obra y la cantidad real de material que se usó. Para visualizar este formato se puede ver en el Anexo A. Además, se tuvo en cuenta un formato que incluía exclusivamente información del sitio de la disposición final de los residuos llamado “La mina MANAS” en el Anexo B donde se encuentra el número de placas de Volqueta y el día que salió hacia “la mina MANAS”, para así poder tener un control de la cantidad de volquetas que salieron cada día y de este modo tener un soporte si hubiera pasado algo durante el trayecto.

Por otra parte, en el Anexo C para el registro de entrada y salida de volquetas se usó un formato que incluía información relevante como fecha de ingreso, nombre del conductor encargado, el pase, el SOAT y tecno mecánica de la volqueta junto a la actividad a realizar (Anexo D).

Otro punto importante en la primera fase fue la elaboración de los informes de gestión, estos debían hacerse mensualmente. Al final se realizaron 18 informes, en los cuales se evidencian 2 prórrogas. La primera fue desde el 22 de diciembre del 2019 hasta el 22 de marzo del 2020 debido a un atraso por lluvia que hubo en el mes de octubre del 2019. La segunda prórroga se extendió hasta el 9 de diciembre del 2020, debido a la emergencia sanitaria declarada por el Ministerio de Salud y Protección Social, por la aparición del COVID 19. De los Dieciocho (18) informes presentados, se pudo notar que la etapa de construcción representa la principal fuente de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Durante este período, se observó que a medida que avanzaba la obra, se generaban residuos de materiales, destacando especialmente el aluminio y el acero. En particular, se resaltó la importancia de reutilizar el acero, porque era el material más costoso y esencial para el proyecto, estos residuos se pueden observar en la tabla 8.

Alternativas de manejo de los RCD para grandes generadores de acuerdo con la normativa vigente

Las alternativas para gestionar RCD deben ajustarse a las particularidades de cada proyecto, tomando en cuenta su escala, características y metas específicas, además de cumplir con las normativas locales de construcción y medio ambiente. Estas alternativas incluyen la clasificación en origen, el reciclaje y reutilización, el establecimiento de puntos de acopio específicos, la planificación de demoliciones selectivas, la capacitación del personal, la revisión de diseños para la sostenibilidad, el control documental, el monitoreo ambiental y la implementación de proyectos piloto. Varias de estas alternativas fueron empleadas en la obra como se observa en la tabla 4.

En la obra, se identificaron opciones para gestionar los residuos de construcción y demolición, tales como la clasificación y separación en el lugar de origen de los RCD. Para ello, se estableció un área específica claramente definida y señalizada, y se implementó un control mediante vales y formatos para

rastrear los escombros que salen de la obra. Se brindó apoyo mediante el uso de contenedores diferenciados para clasificar los residuos.

Tabla 4
Alternativas de manejo de los materiales en la obra

Materiales a reutilizar en la obra	Alternativas de manejo
Arcilla (caolín)	Construcción de Rampa para los microcargadores en la obra, nivelación de suelos donde se ubicaron los Containers
Limos	Construcción de Rampa para los microcargadores en la obra

Nota. Alternativas para el manejo de los materiales, elaboración propia.

Tabla 5
Imágenes de lugar de reutilización de materiales extraídos en la obra

Lugar de reutilización de material	Imagen del lugar
Construcción de rampa para los microcargadores	

Nivelación de suelos para
ubicación de los containers



Nota. Imágenes de lugar de reutilización de materiales extraídos en la obra, elaboración propia.

Se pudo observar en la tabla 5 el material mencionado se utilizó en diferentes partes de la obra como fue en la construcción de la rampa para los minicargadores, en la nivelación del suelo donde se ubicaron los containers.

Adicionalmente, involucrar al personal de obra en los temas ambientales permite generar conciencia respecto a las actividades realizadas y el perjuicio al ambiente por la forma en la que se realizan, por lo que las charlas y capacitaciones ambientales reducen el impacto ambiental generado de las actividades propias de los proyectos de construcción. Se realizó una cantidad de diez (10) capacitaciones donde se abordaron temas como clasificación de residuos, medidas de manejo para generación de material particulado, manejo de materiales de obras y cubrimientos, manejo de residuos sólidos en la obra (Anexo F).

Plan de manejo y aprovechamiento de los RCD de la construcción Colegio Techo I

En cuanto al manejo de los RCD en la obra no se contemplaron las acciones de demolición, debido a que en el predio donde se realizó la construcción no había estructuras presentes por intervenir. En la generación y separación de la fuente durante la obra se tuvo en cuenta dos puntos para la separación de los materiales *in situ*, como se puede contemplar en la Figura 6.

Figura 7

Separación de materiales in situ



Nota. Separación de los materiales in situ, elaboración propia

Acopio de residuos granulares

Durante la obra, se instalaron temporalmente diversas estructuras, las cuales estaban correctamente señalizadas, como se muestra en la Figura 7. Los materiales de construcción no pétreos, como el acero y la madera, se mantuvieron cubiertos y colocados sobre caballetes. Además, en el sitio de almacenamiento, se instalaron y se ubicaron dos puntos ecológicos con tres canecas cada uno para la recolección de los residuos sólidos generados. Estas canecas se vaciaban dos veces por semana durante toda la duración del proyecto.

Figura 8

Ejemplo de centro de acopio para material sólido.



Nota: En la figura se ilustra acopio de material sólido . Tomado de “El Aeropuerto Ernesto Cortissoz estrena Centro de Acopio Integral de Residuos Sólidos” por Redacción Emisora Atlántico, 2018. (<https://emisoraatlantico.com.co/local/el-aeropuerto-ernesto-cortissoz-estrena-centro-de-acopio-integral-de-residuos-solidos/>)

Acopio de cortadora de ladrillos

Para el agua resultante del proceso de corte ladrillos y /o piezas prefabricadas se construyeron dos tanques sedimentadores con el fin de disminuir la cantidad de sólidos suspendidos totales (SST) y sólidos sedimentables (SS) en el agua del efluente y así disminuir la cantidad de sólidos suspendidos totales (SST) y sólidos sedimentables (SS) en el agua del efluente.

Se instaló un sistema de recirculación de agua para la cortadora con el fin de dar cumplimiento con la resolución 1074 de 1997, en la cual se establecen los estándares ambientales mínimos en materia de vertimientos. Se instaló un tanque de 1000 litros donde se almacena el agua residual que proviene

de la cortadora de ladrillo y con una bomba de succión se recircula el agua para su reutilización en el mismo proceso (Tabla 6).

Las máquinas cortadoras, cuentan con un punto de agua para la humectación de piezas durante el proceso de corte, para minimizar la dispersión del material particulado resultante de la actividad. Este sistema se prenderá cada vez que se vayan a realizar cortes.

Limpieza (mantenimientos), la limpieza de cajas desarenadores se realizará al menos una vez por semana, de la misma forma se mantendrá el orden y aseo de las zonas aledañas. El residuo o sedimento se dejará secar y se dispondrá como escombros, debido a que este no contiene contaminantes (Tabla 6).

Tabla 6

Imágenes de cortadora de ladrillos y limpieza de las cajas desarenadoras

Actividad realizada	Ilustración de la actividad
Cortadora de ladrillos	

Limpieza de la cajas desarenadoras



Caja desarenadora



Lugar de acopio de la cortadora de ladrillos



Nota. Adaptación para cortadora de ladrillos y limpieza de las cajas desarenadoras, elaboración propia.

Transporte

Para la gestión del transporte se realizaron informes de acuerdo al plan de RCD presentado, se tuvo control frente a la obtención del PIN, se llevó un control de los escombros que salen de la obra con

vales y formatos. Se revisaba que los vehículos para el transporte contarán con la documentación completa . Mensualmente se registró la cantidad de viajes que se dirigen hacia el sitio de disposición de escombros. En el Anexo G se puede observar un ejemplo del certificado expedido por Máquinas amarillas donde consta el número de viajes en el mes de julio. Adicionalmente, se verifica que el material que saliera en los vehículos estuviera debidamente cubierto y sin superar el borde del platón (no morro, Figura 9). Se construyó un sistema de lavado de llantas, que consiste en una plataforma, que conduce el agua utilizada hacia un cárcamo con rejillas para evitar que este se colmate y luego de ahí pasa al sistema de sedimentadores de conduce al sistema de alcantarillado (Tabla 7).

Figura 9

Vehículos debidamente cubiertos y sin superar el borde del platón



Nota. Vehículos debidamente cubiertos y sin superar el borde del platón, elaboración propia

Tabla 7

Proceso de lavado de llantas de las volquetas, mixer y camiones.

Actividad a realizar	Imagen de la actividad
Lavado de mixer	
Lavado de camiones	
Construcción de cárcamos y sedimentadores	

Limpieza de rejillas



Tres cajas sedimentadores



Cárcamos para recolección de aguas de lavado de llantas de volquetas



Nota. Proceso de lavado de llantas de las volquetas, mixer y camiones, elaboración propia.

Etapa de demolición

En la etapa de demolición, es posible encontrar RCD (Residuos de Construcción y Demolición) pétreos y no pétreos. Sin embargo, en esta obra no se utilizaron materiales provenientes de demoliciones, no fue necesario demoler ninguna estructura en el sitio de construcción. Esta situación se mantuvo sin cambios durante toda la obra.

Etapa de excavación y cimentación**Tabla 8***Utilización de los RCD en la obra*

Utilización de los RCD	Volumen (m ³)
Cantidad proyectada de RCD a generar en la obra	497
Cantidad de RCD generada en la obra	486,22
Residuos finos no expansivos y residuos finos expansivos cantidad proyectada de RCD a generar en obra	7.543,00
Residuos finos no expansivos y residuos finos expansivos cantidad de RCD generados obra	16.384,19
Disposición final de RCD	1.380
Reutilización de los RCD	48,15
Volumen total de RCD generado	1.428,15

Nota. En la tabla podemos encontrar la cantidades generadas en la obra, elaboración propia

Etapa de Construcción

Tabla 9*Volúmenes de material proyectados y usados*

Material	Volumen de material proyectado (m ³)	Volumen de material usado (m ³)
RCD pétreos (Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosas, morteros, asfalto y materiales inertes)	5.792	5.647
Maderas	15,00	15,89
Cartón y papel	5,00	0,25
Vidrio	8,00	0,40
Los residuos de carácter metálicos	80,30	5,4
Los residuos especiales (Poliestireno-Icopor, cartón-yeso (drywall), lodos residuales de compuestos)	N/A	N/A
Residuos peligrosos (Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites,	12,00	0,6

resinas, plastificantes, tintas,
betunes, barnices, tejas de
asbesto, escorias, plomo,
cenizas volantes, luminarias ,
desechos explosivos, y los
residuos o desechos)

Nota. Volúmenes de materiales proyectados y usados durante la obra, elaboración propia

El volumen total de materiales de construcción proyectado para la obra fue de 5.995,61 m³, de los cuales se utilizaron 5.795,82 m³, lo que indica que se empleó menos de lo inicialmente previsto. Se había estimado que la cantidad de RCD generados en la obra sería de 8.141,56 m³; sin embargo, la cantidad real fue de 16.894,81 m³, el doble de lo planeado. De estos RCD, 1.380 m³ se pudo reutilizar en la obra, con un volumen reutilizado de 48,15 m³ en julio de 2020. El volumen total de materiales de construcción utilizados en la obra fue de 265,30 m³ y el volumen total de RCD generados fue de 1.428,15 m³ (Anexo H).

Indicadores

Con los indicadores podemos llevar control de la inversión, el volumen y las cantidad de RCD mes a mes, en el indicador de eficiencia se puede conocer la inversión realizada en cada mes por parte del generador en la gestión de RCD, con el indicador de eficacia se puede controlar el Volumen de RCD aprovechados en la obra generados cada mes y por último con el indicador de efectividad permite hacer un seguimiento a las cantidades generadas mes a mes de RCD (Tabla 7), en la figura 13 podemos ver un ejemplo de cómo se calculan los diferentes indicadores. Estos indicadores antes se tenían que entregar mensualmente, ahora según la resolución 1257 del 2021 se deben entregar los informes trimestralmente.

Tabla 10

Indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad en obra para el mayor y menor mes

Indicador	Mes con el mayor porcentaje	Mes con el menor porcentaje
	(%)	(%)
Eficiencia	Octubre 2019	Abril 2019
	159,92	0,45
Eficacia	Diciembre 2019	Noviembre 2019
	7,35	0
Efectividad	Julio 2020	Febrero 2020
	203,40	4,42

Nota. Valores de los indicadores con mayor y menor porcentaje tuvieron durante la obra, elaboración propia.

Figura 10

Ejemplo de tabla para calcular los diferentes indicadores

Datos generales del proyecto							
Fecha del diligenciamiento:	12/05/2019	Nombre del proyecto:	COLEGIO TECHO I	Dirección:	CARRERA 80B No 6-71.	Número de PIN de obra:	16549
Mes del Reporte:	ABRIL -2019	Número de contrato:	CO1.PCCNTR.235224	Nombre del responsable del diligenciamiento del formato:	ING.MARIA ISABEL PERDOMO LUNA		
INDICADORES RCD MES / AÑO							
EFICIENCIA	Gastos mensuales de la implementación del PG RCD			*100	\$	1.050.000,00	*100 = 0,45%
	Presupuesto planeado para el PG RCD				\$	235.781.842,90	
EFICACIA	Cantidad de residuos aprovechados en la obra por mes (mt3)			*100		-	*100 = 0,00%
	Cantidad de material usado para la ejecución de la obra (mt3)					5.995,61	
EFECTIVIDAD	Cantidad de RCD dispuestos en sitios autorizados durante el mes (mt3)			*100		30	*100 = 0,37%
	Cantidad estimada de RCDA generar en el mes (mt3)					8.141,56	

Nota. Ejemplo de cómo calcular los diferentes indicadores que se debe hacer mes a mes, elaboración propia.

Elaboración del plan de manejo y aprovechamiento de los RCD

Con la información anteriormente presentada se diseña como parte del aporte de este trabajo, el plan de manejo y aprovechamiento de los RCD, el cual se tuvo en cuenta los datos generales de la

obra, diagnóstico inicial, diseño del plan de manejo, reducción de RCD en origen, la separación y clasificación de RCD, almacenamiento temporal, transporte y disposición final, monitoreo y seguimiento, y por último la evaluación y mejora continua de los RCD.

Alcance

El plan de manejo y aprovechamiento de RCD en Bogotá busca reducir el impacto ambiental de los residuos generados por las actividades de construcción y demolición. Este plan abarcará la gestión integral de los RCD, desde su generación hasta su disposición final o reutilización, incluyendo recolección, transporte, tratamiento, reciclaje y disposición.

Objetivo

El objetivo principal es minimizar la cantidad de RCD que llegan a los rellenos sanitarios y promover su reutilización y reciclaje. Este objetivo se desglosa en metas específicas como:

- Incrementar la tasa de reciclaje de RCD.
- Reducir la generación de residuos mediante prácticas sostenibles en la construcción.
- Implementar sistemas eficientes de recolección y transporte de RCD.
- Sensibilizar y capacitar a los actores del sector construcción sobre la gestión adecuada de los RCD.

Recursos

- Financieros: Presupuesto asignado por el gobierno local, subsidios, y posibles inversiones del sector privado.
- Humanos: Equipo multidisciplinario que incluye ingenieros ambientales, urbanistas, gestores de residuos, y personal operativo.
- Materiales: Contenedores de residuos, vehículos de recolección y transporte, plantas de reciclaje y tratamiento de RCD.
- Tecnológicos: Sistemas de seguimiento y monitoreo de residuos, software de gestión de residuos, maquinaria de reciclaje.

Responsables

- Gobierno de Bogotá: Diseño y supervisión del plan, asignación de recursos y legislación pertinente.
- Empresas Constructoras: Cumplimiento de normativas, separación en origen, y colaboración en el reciclaje y reutilización de RCD.
- Operadores de Residuos: Recolección, transporte y procesamiento de RCD.
- Comunidad: Participación en programas de reciclaje y disposición adecuada de residuos.

Cronograma

Fase de Planificación (0-6 meses):

- Evaluación de la situación actual de RCD en Bogotá.
- Desarrollo del marco regulatorio y políticas.
- Asignación de recursos y contratación del personal necesario.

Fase de Implementación (6-10 meses):

- Instalación de infraestructuras necesarias como plantas de reciclaje.
- Inicio de programas de sensibilización y capacitación.
- Establecimiento de rutas de recolección y sistemas de monitoreo.

Fase de Operación (10-36 meses):

- Funcionamiento a pleno rendimiento de sistemas de gestión de RCD.
- Monitoreo continuo y ajustes en los procedimientos según sea necesario.
- Evaluación periódica del progreso y cumplimiento de objetivos.

Fase de Evaluación y Mejora (36 meses en adelante):

- Análisis de resultados y efectividad del plan.
- Implementación de mejoras basadas en las evaluaciones.
- Promoción continua de prácticas sostenibles en el sector construcción.

Este plan, debidamente ejecutado, no solo ayudará a mitigar el impacto ambiental de los RCD en Bogotá, sino que también fomentará una cultura de sostenibilidad y responsabilidad ambiental en la ciudad.

Plan de manejo y aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) en una obra

Datos Generales:

- Nombre del proyecto
- Ubicación del proyecto
- Tipo de Obra
- Fecha de inicio del proyecto
- Fecha estimada de finalización de la obra
- Área (a intervenir o a construir)

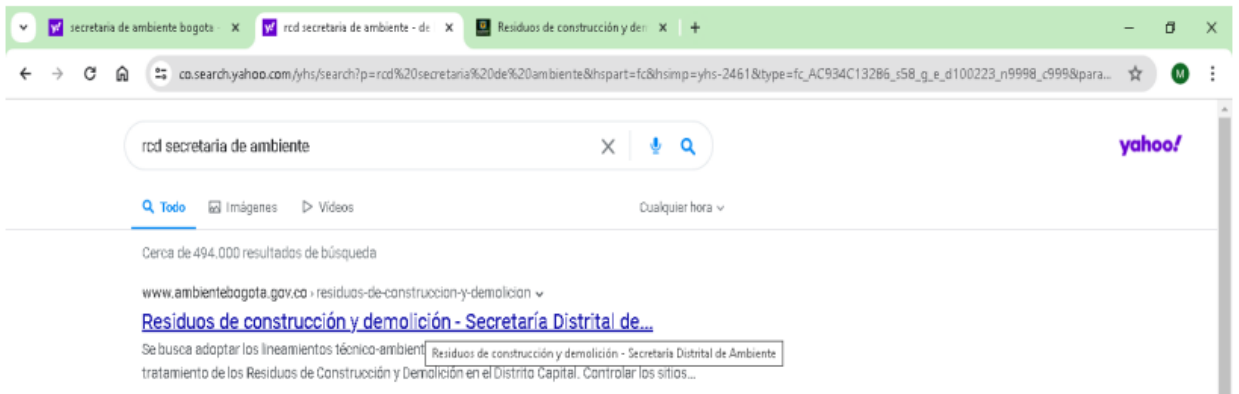
Diagnóstico inicial:

- Identificación de los RCD (Tipo y Cantidades a generar):
- Evaluación de la infraestructura:
- Normativa para el manejo de los RCD:

Apertura de PIN:

A Continuación explicación paso a paso de cómo se debe tramitar el PIN de una obra

- Lo primero que se debe hacer es ingresar en el siguiente link
<https://www.ambientebogota.gov.co/residuos-de-construccion-y-demolicion>



- Una vez que ingrese en el link se busca en la parte superior donde dice “Ingresar al aplicativo RCD”



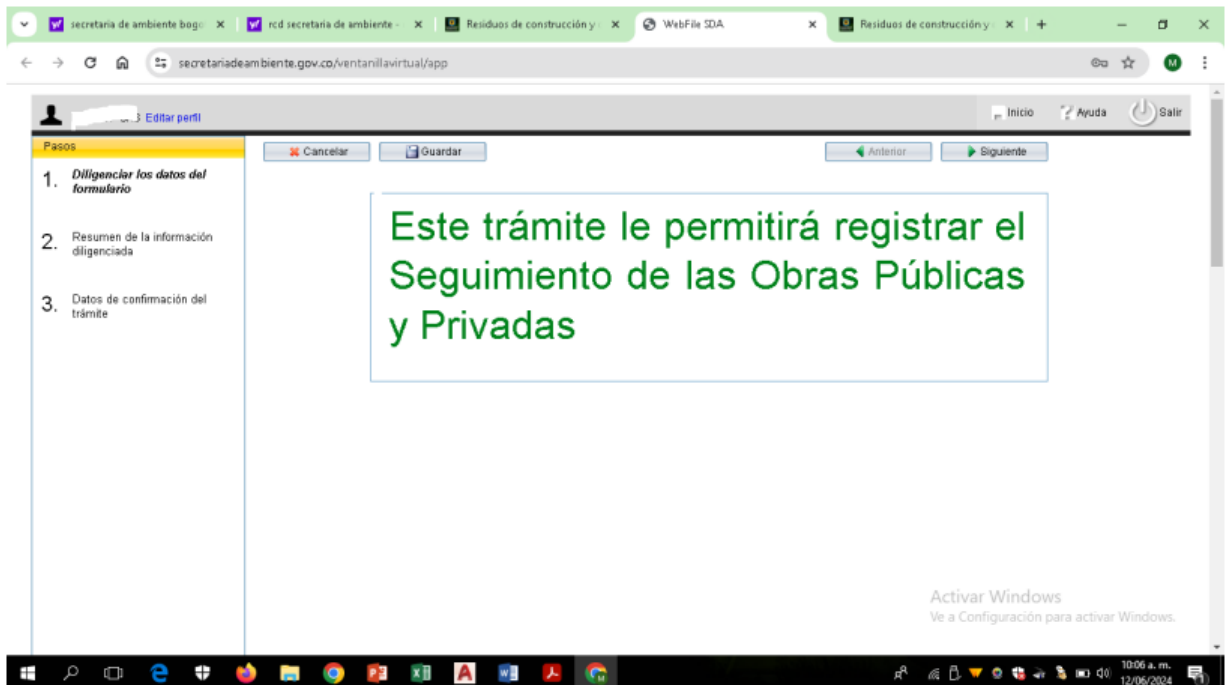
- Tan pronto se abre la siguiente pestaña al lado izquierdo le piden que se registre (para usuarios nuevos) o si ya se encuentra registrado simplemente ingrese con su usuario y contraseña.



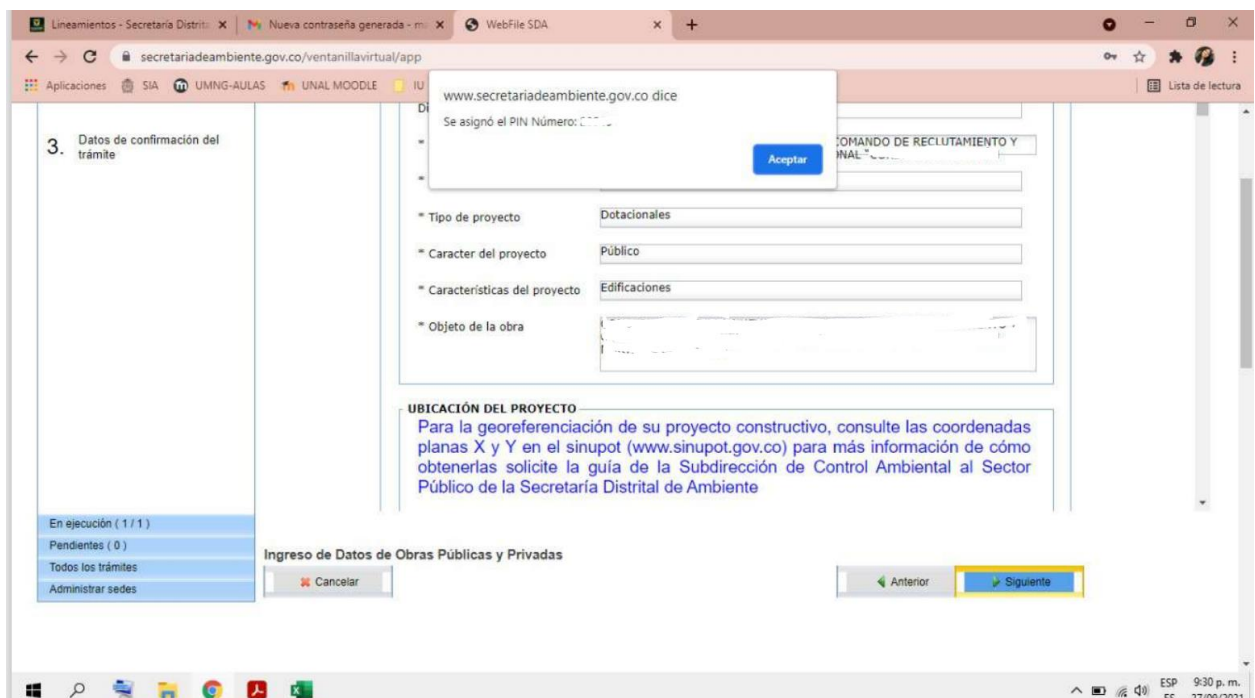
- El paso a seguir es escoger qué tipo de trámite o servicio va a ser el seguimiento.



- Debe seguir el paso a paso como le indica la página.



- Para diligenciar los documentos se tiene en cuenta que primero se deben llenar los anexos de la resolución 1257 de 2021 esta se encuentra como Anexo K en pdf y en formato Excel ya formulado se encuentra como Anexo L
- En el anexo L se encuentra en formato Excel. Este se encuentra dividido en 5 pestañas, las cuales cada una de ellas contiene un formato específico, en la primera pestaña se encuentra el anexo 1 el cual contiene todos los datos generales de la obra, es muy importante llenar este primer anexo dado que los datos a colocar son lo que la Secretaría Distrital de Ambiente pide para expedir el PIN.
- Una vez se llene todos los documentos la secretaria distrital de ambiente le asigna el respectivo PIN.



Diseño del plan de manejo:

- Hacer la inscripción como generador o transportador de los RCD (Este paso a paso lo pueden encontrar en el siguiente link <https://www.ambientebogota.gov.co/-de-que-manera-puedo-inscribirme-como-generador-o-transportador-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcd->)
- Establecimiento de área para la segregación y almacenamiento temporal para los diferentes tipos de RCD
- Designación de los responsables del manejo de los RCD
- Capacitaciones sobre el correcto manejo de los RCD en la obra
- Definir los procedimientos claros para la recolección, transporte y disposición final de los RCD

Reducción en origen:

- Fomentar prácticas de construcción eficiente para minimizar la generación de residuos.
- Reutilizar materiales en la medida de lo posible, como madera, metal, y otros materiales reciclables.

Separación y clasificación de RCD:

- Implementar contenedores y recipientes adecuados para la segregación de los diferentes tipos de RCD (por ejemplo, madera, metal, plástico, escombros).
- Capacitar al personal para una adecuada separación y clasificación de los RCD.

Almacenamiento temporal:

- Establecer áreas específicas y seguras para el almacenamiento temporal de los RCD, evitando la obstrucción de vías de acceso y la contaminación ambiental.

Transporte y disposición final:

- Contratar servicios de transporte autorizados para el traslado de los RCD a los sitios de disposición final autorizados este se puede encontrar en la página de la secretaría distrital de ambiente o en el siguiente link <https://www.ambientebogota.gov.co/transportador> (Anexo M).
- Verificar que los sitios de disposición final asignados a la zona donde se vaya a realizar la construcción cumplan con la normativa ambiental vigente y cuenten con las autorizaciones correspondientes.

Monitoreo y seguimiento:

- Realizar inspecciones periódicas para verificar el cumplimiento del plan de manejo de RCD.
- Registrar y documentar las cantidades de RCD generados, segregados y dispuestos.
- Realizar ajustes al plan de manejo según sea necesario para mejorar su eficacia.

Evaluación y mejora continua:

- Evaluar periódicamente la eficacia del plan de manejo de RCD y realizar las mejoras necesarias para optimizar su desempeño.
- Mantenerse actualizado sobre nuevas tecnologías y prácticas en el manejo de RCD para incorporarlas en el plan de manejo de forma proactiva.

Implementación del plan de manejo y aprovechamiento de RCD

- En el Anexo L, en la primera pestaña que es el anexo 1 en el numeral 9 se encuentra la implementación del plan de manejo ambiental de RCD, se calculan el porcentaje de material aprovechado durante el periodo a reportar (este se hace cada 3 meses).

- En el cálculo del almacenamiento, aprovechamiento (en obra o entregado a un gestor) y disposición final se debe tener en cuenta las toneladas de RCD aprovechadas en la obra, las entregadas al receptor y al punto limpio y por último las entregadas al sitio de disposición final.
- Para el cálculo de los indicadores se sacan la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{peso total de RCD proyectado} \times \text{sumatoria de cada uno de toneladas de RCD calculadas}}{100\%}$$

Implementar este plan de manejo y aprovechamiento de los RCD en una obra garantizará una gestión ambientalmente responsable y contribuirá al desarrollo sostenible del proyecto.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

Se pudo concluir que es importante tener un plan de manejo y aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición durante la construcción de la obra. De esta forma, la propuesta del plan brinda información acerca del proceso a seguir para optimizar el aprovechamiento de los residuos en cada una de las etapas de la construcción de la obra: demolición, excavación y cimentación.

En esta propuesta, basada en la obra del Colegio Techo I, se observó que de las fuentes de generación de RCD (demolición, excavación y cimentación), se evidenció que en la etapa de excavación, se pudo utilizar en gran medida el material extraído, en comparación con la etapa de demolición y cimentación.

Para la gestión de los RCD se consideró el tipo de estructura a construir y se implementaron diversas alternativas, tales como la reutilización de materiales como arcilla, limos y residuos inertes, provenientes de actividades de mampostería, estructuras y excavación. Además, se llevó a cabo una clasificación y separación de residuos en origen mediante el uso de contenedores diferenciados ubicados en distintos puntos de la obra. Y adicionalmente, se estableció un control riguroso de los escombros a través de vales y formatos específicos.

La Secretaría Distrital de Ambiente llevó a cabo el cierre oficial de la obra, certificando que todas las actividades se encontraban en conformidad y que no se presentaron inconvenientes durante la fase de recepción del proyecto.

Finalmente, la elaboración del plan de manejo y aprovechamiento de los RCD permitió establecer un marco integral para la reducción, separación, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos. Este plan incluyó el monitoreo continuo y la evaluación periódica para asegurar la mejora progresiva en la gestión de RCD. Los indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad

desarrollados en este estudio proporcionaron además, una herramienta valiosa para el seguimiento y la evaluación del plan de desempeño, asegurando su sostenibilidad y adaptación a futuros proyectos.

Recomendaciones:

- Destacar la relevancia de contar con un plan estructurado para el manejo y aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición durante todas las etapas de la obra. Este plan proporciona una guía clara y detallada para maximizar el aprovechamiento de los recursos y minimizar el impacto ambiental de la construcción.
- Llevar un registro detallado de los residuos entregados en el centro de acopio autorizado, incluyendo información sobre su disposición final, indicadores y aprovechamiento en la obra. Esto permite tener un seguimiento preciso de la gestión de residuos y evaluar su impacto ambiental. Es fundamental destacar que los registros son esenciales para llevar un seguimiento detallado del manejo de los RCD a lo largo de toda la obra. Asimismo, es importante resaltar la relevancia de la clasificación en origen para maximizar la reutilización de todos los residuos.
- Generar informes de gestión trimestrales que reflejen el seguimiento detallado de la gestión de residuos. Estos informes ayudan a evaluar el progreso, identificar problemas y tomar medidas correctivas.
- Es fundamental tener presente que la normativa debe estar siempre actualizada. Las regulaciones están en constante cambio, adaptándose a nuevas realidades y necesidades. Por ello, es necesario mantenerse informado sobre cualquier modificación que pueda afectar el cumplimiento de las normativas vigentes en el sector. Esto no solo garantiza el cumplimiento legal, sino que también contribuye a una gestión más eficiente y responsable de tus actividades.

Referencias

- Acosta, D. (2009). Arquitectura y construcción sostenibles: Conceptos, Problemas Y Estrategias. Dearq, 4, 14-23. <https://doi.org/10.18389/dearq4.2009.02>
- Aspiazu, E. E. V., & Espinoza, L. E. C. (2017). Impactos ambientales producidos por la construcción de vivienda a gran escala en la ciudad de Guayaquil. Dominio de las Ciencias, 3(3), 1066-1085.
- Cárcamo Meola, G. V. (2009). Gestión interna de los residuos sólidos producidos en las obras de construcción de tipo urbanístico utilizando como herramienta tecnología de ayuda los sistemas de información geográfica (Master's thesis, Maestría en Ingeniería Civil).
- Castaño, J. O., Misle Rodríguez, R., Lasso, L. A., Gómez Cabrera, A., & Ocampo, M. S. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes. Tecnura, 17(38), 121-129.
- Chávez, A., Mejía, A., Bernal, Ó., 2014. Análisis de información sobre el manejo y gestión de escombros a nivel nacional e internacional. Rev. Gest. Integral Ing. Neogradina 3, 11.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES 3874] (2016). Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Transporte. (Colombia). Obtenido el 17 de julio de 2020. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>
- Cotrino Cano, D. M., & Perdomo Cortes, K. A. (2022). Construcción, rehabilitación y renovación de andenes y obras complementarias en el municipio de Neiva. Universidad Cooperativa de Colombia
- Cueva-Rodríguez, O. B., Castillo-SantaMaría, B., Rodríguez-Rodríguez, D. W., & Cueva-Rodríguez, M. Gestión de residuos de construcción y demolición frente al cambio climático Construction and

demolition waste management in the face of climate change Gestão de resíduos de construção e demolição face às alterações climáticas.

Decreto 34/09, Febrero 05 , 2009. Alcaldia Mayor de Bogota. (Colombia). Obtenido el 18 de julio de 2022. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=34947&dt=S>

Decreto 0276/15, Febrero 17, 2015. Ministerio de Minas y Energia. (Colombia). Obtenido el 18 de julio de 2022.

https://www.anm.gov.co/sites/default/files/decreto_276_del_17_de_febrero_de_2015.pdf

Decreto 586/15, Diciembre 29, 2015. Alcaldía Mayor de Bogotá. (Colombia). Obtenido el 18 de julio del 2022. [https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/sites/default/files/2019-](https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/sites/default/files/2019-03/Decreto_Distrital_586_de_2015.pdf)

[03/Decreto Distrital 586 de 2015.pdf](https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/sites/default/files/2019-03/Decreto_Distrital_586_de_2015.pdf)

Environmental Protection Agency (s.f.). Beneficios del manejo de desechos, actividades de planificación y mitigación para incidentes de seguridad nacional. Obtenido

por: <https://espanol.epa.gov/espanol/beneficios-del-manejo-de-desechos-actividades-de-planificacion-y-mitigacion-para-incidentes>

Glinka, M. E., Vedoya, D. E., & De Zalazar, C. A. (2005). Reducción del impacto ambiental a partir de estrategias de Reciclaje y Reutilización de Residuos Sólidos provenientes de la demolición de edificios. Comunicaciones científicas y tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.

López, M. (2020). Estrategias sostenibles para el aprovechamiento de RCD (residuos de construcción y demolición) en los proyectos de las pymes constructoras de Montería. Universidad Santo Tomas, Colombia. Recuperado <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/29419/2020manuellopez1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Martinez, J. (2021). El reciclaje como una estrategia didáctica para la conservación ambiental. Fundación Universitaria Los Libertadores

Resolución 1115/12, Septiembre 26, 2012. Secretaria Distrital de Ambiente. (Colombia). Obtenido el 17 de julio de 2022. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=49822>

Resolución 1257/21, noviembre 23, 2021. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Colombia). Obtenido el 17 de julio de 2022. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/12/Resolucion-1257-de-2021.pdf>

Resolución 157/16, Diciembre 19, 2016. Alcaldía Mayor de Bogotá.(Colombia). Obtenido el 17 de Junio 2022. <https://scj.gov.co/es/node/315>

Resolución IDU 66317/15, Enero 01, El Instituto de Desarrollo Urbano.(Colombia). Obtenido el 17 de Julio de 2022. https://www.idu.gov.co/Archivos_Portal/Micrositios/Normograma/consolidado_innovacion_gestion_conocimiento.pdf

Rojas, J. (2018). En techo vecinos se oponen a un colegio nuevo para los niños. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/bogota/en-techo-vecinos-se-oponen-a-construccion-de-colegio-nuevo-198862>

Rodríguez, A. (2022). Análisis comparativo de la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en cuatro países latinoamericanos. Universidad del valle

Sabogal Cely, G. G. (2022). Gestión técnica para el manejo de residuos de construcción y demolición (RCD) en obra nueva (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).

Secretaría Distrital de Ambiente (2021). ¿Sabes qué son los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y cómo disponerlos desde tu casa o empresa? Alcaldía de Bogotá.

Secretaría Distrital de Ambiente (2024). Guía para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición - RCD en obra. <https://www.ambientebogota.gov.co/guia-para-la-elaboracion-del-plan-de-gestion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcd-en-obra>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018, agosto 13). Gobierno de

México. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/definicion-y-objetivo-de-la-evaluacion-del-impacto-ambiental>

Silva Berdugo, J. S. (2022). Propuesta para la actualización del plan de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD). Caso de estudio Cusezar–obras Cierzo y Gregal.

<https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/9491/2202-024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tapias Mendivelso, J.A. (2017). Guía de intervención sostenible de los residuos de construcción.

Universidad Santo Tomas.

Anexos

https://drive.google.com/drive/folders/1BGO3VTnEcGFvm5Sr2g7WNBUzAsHN6gIA?usp=drive_link