

Alternativas para el manejo y reutilización de residuos sólidos  
inorgánicos del laboratorio de concretos (flexión y compresión)  
de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio

Seminario de profundización en ordenamiento y evaluación ambiental

Diego Huérfano Carrillo ID: 275035

Jhon Chia Quevedo ID: 275119

Mónica Tatiana Useche Rojas ID: 290167



Universidad Cooperativa de Colombia

Programa de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería Civil

Villavicencio

2019

Alternativas para el manejo y reutilización de residuos sólidos  
inorgánicos del laboratorio de concretos (flexión y compresión)  
de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio.

Diego Huérfano Carrillo ID: 275035

Jhon Chia Quevedo ID: 275119

Mónica Tatiana Useche Rojas ID: 290167

Coordinador seminario

MATEO AGUDELO VARELA

Ingeniero civil, especialista en planeación ambiental, MSc en gestión ambiental sostenible.

Universidad Cooperativa de Colombia

Programa de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería Civil

Villavicencio

2019

**AUTORIDA ACADÉMICAS**

CESAR PEREZ LONDOÑO

Director de sede

HENRY VERGARA BOBADILLA

Subdirector Académico

MARENA DEL PILAR PINEDA

Subdirectora de proyección institucional

RUTH EDITH MUÑOZ JIMÉNEZ

Subdirectora de desarrollo institucional

RAUL ALARCÓN BERMÚDEZ

Decano facultad de ingeniería civil

MARÍA LUCRECIA RAMÍREZ

Jefe de programa

## **Nota de Aceptación**

---

---

---

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

## **PÁGINA DE ADVERTENCIA**

La universidad cooperativa de Colombia no se hace responsable por los conceptos  
emitidos por los autores.

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios todo poderoso por bendecir mi vida, mi familia, mis amigos y poner en este camino de sacrificios a las personas indicadas.*

*A mi madre hermosa que me acompaña y apoya incondicionalmente desde el cielo, quien fue y sigue siendo mi más grande amor, a quien extraño con toda el alma pero me reconforta el saber que está feliz observando este paso importante en mi vida.*

*A mi colega y hermano Hernán Chía Quevedo mi gran ejemplo como profesional y como persona, quien ha sido incondicional en el transcurso del pregrado y de mi vida.*

*A mi padre Guillermo Chía, hermanos Óscar Chía y José Guillermo Chía, a mi hermana Jazmín Chía y nuestro angelito Ana Mia.*

*A mis amigos que de una u otra forma fueron parte del progreso para culminar esta carrera.*

*Y a ti mi gran amiga, compañera, confidente y amada, gracias por compartir la vida y el orgullo de ser ingenieros civiles.*

*Jhon Efraín Chía Quevedo*

*A ti mi DIOS por permitirme lograr esta meta, por bendecir mi vida y consentirme en todo lo que te he pedido, a mi madre Ana Eva Rojas por ser tan fuerte, luchadora y amorosa y por inculcarme que con trabajo duro todo es posible, siempre serás mi fuerza y por ti es por quien hago todo, a mi padre Flavio Useche por su apoyo y amor y a mi hermana Jenny Guerrero, mi piki, por ser mi ejemplo de mujer a seguir, por su amor y apoyo incondicional y a mi gran amor Jhon Chía por acompañarme en todo el proceso siendo mi amigo, mi apoyo, mi pichu y el hombre y el amor de mi vida, gracias a todas las personas que a mi alrededor estuvieron apoyándome amigos, compañeros de trabajo y conocidos, gracias...*

*Monica Tatiana Useche Rojas*

*A ti Dios, por permitirme alcanzar esta nueva meta en mi vida.*

*A mi familia por su apoyo incondicional.*

*A mis padres por la formación que me han brindado, de la cual hoy me siento orgulloso porque gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, un profesional.*

*A mis profesores por compartir sus conocimientos, guiarme en todo momento y poder aprender.*

*Diego Alejandro Huérfano carrillo*

*De parte de todos, agradecemos a cada uno de los docentes que nos compartió su conocimiento, en especial al Ingeniero MATEO AGUDELO por su compromiso, participación y acompañamiento en todo el proceso de esta investigación.*

## Tabla de contenido

1. Introducción .....	3
2. Objetivos .....	4
2.1 Objetivo general .....	4
2.2 Objetivos específicos .....	4
3. Antecedentes .....	5
4. Descripción del problema .....	6
5. Justificación.....	7
6. Análisis del sector ambiental .....	8
7. Metodología aplicada .....	9
7.1 Lugar de recolección de la información.....	9
7.2 Participantes .....	9
7.3 Etapas de la metodología .....	10
7.4 Manejo de los residuos sólidos inorgánicos del laboratorio de concretos de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio .....	12
8. Precios del servicio de disposición final de residuos de construcción y demolición.....	12
9. Identificación de las cantidades de residuos sólidos inorgánicos .....	14
10. Caracterización y clasificación de los residuos sólidos inorgánicos.....	16
11. Problemas generados por los residuos sólidos inorgánicos dentro de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio.....	19
12. Reutilización de los residuos de concreto a nivel mundial .....	19
13. Alternativas para la reutilización.....	20
14. Análisis de viabilidad.....	20



14.1 Análisis técnico .....	21
14. Descripción del proceso .....	22
14.3 Análisis económico .....	24
14.4 Especificaciones técnicas del equipo .....	25
14.5 Necesidades y requerimientos .....	25
15. Obstáculos vs beneficios .....	26
16. Resultados .....	27
17. Conclusiones y recomendaciones .....	28
18. Bibliografía .....	29

## 1. Introducción

Los componentes de los residuos sólidos inorgánicos en su mayoría provienen de lo natural pero no son biodegradables, por otro lado por sus características físicas químicas demoran demasiado tiempo en descomponerse. Entre ellos se encuentra el RCD (residuos de construcción y demolición) que reciben la siguiente clasificación:

RCD aprovechables: 1) Residuos comunes inertes mezclados-residuos pétreos Residuos comunes inertes de material fino-residuos finos no expansivos y residuos finos expansivos. 2) Residuos comunes no inertes-residuos no pétreos. 3) Residuos metálicos-residuos de carácter metálico. 4) Residuos orgánicos-residuos pedones residuos de cespedones

RCD no aprovechables: 1) Residuos contaminantes-residuos peligrosos, residuos especiales y residuos contaminados.

En el trabajo investigativo haremos énfasis en los residuos comunes inertes, provenientes de material pétreo con el cual daremos a conocer el impacto ambiental negativo y los conflictos ambientales que podría generar el mal uso o disposición final de los residuos sólidos inorgánicos generados por la práctica de laboratorios de concreto en la universidad cooperativa de Colombia, sede Villavicencio.

Por otra parte se mostraran alternativas para el manejo y la reutilización de estos residuos basados en estadísticas, generando procesos de caracterización y proponiendo alternativas como la implementación de tecnologías para la transformación del material, de esta manera se promueve la optimización del reciclaje del concreto y se crean estrategias para aportar al desarrollo sostenible.

## **2. Objetivos**

A continuación se muestran los objetivos, general y específicos del proyecto, pensados en establecer de manera clara la información recolectada y los resultados obtenidos.

### **2.1 Objetivo General**

Formular alternativas para el manejo de los residuos de concreto del laboratorio de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio.

### **2.2 Objetivos específicos**

Describir las características de los residuos sólidos generados en el laboratorio de concretos

Estimar la cantidad de residuos de concreto generados por el laboratorio

Identificar las alternativas de manejo de los residuos de concreto del laboratorio de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio.

### 3. Antecedentes

La búsqueda de antecedentes, se remonta inicialmente a la disposición inadecuada de escombros en zonas que no cumplen con ninguna reglamentación ambiental, Ni con lo estipulado dentro del plan de ordenamiento Territorial P.O.T de cada municipio. Según expertos Villavicencio actualmente produce aproximadamente 50 toneladas diarias de escombros, el 01 de mayo de 2014 se establece la primera escombrera para la disposición de RCD (residuos de construcción y demolición) autorizada por la alcaldía y bioagropecuaria del llano ubicada en el kilómetro 18 por la vía a caños negros contiguo al relleno sanitario. La cual tiene ciertas restricciones a la hora de recibir los escombros.

Material que recibe la escombrera: escombros, agregados sueltos de demolición y capa orgánica (como grava, gravilla, arena y recebos) suelo y subsuelo de excavación, ladrillo, cemento, acero, malla, madera, formaleta y similares.

Material que NO recibe la escombrera: luminarias, tejas de asbesto-cemento, llantas, neumáticos, pilas y baterías recargables, baterías de carros, aceites usados, encases y remanentes de pintura, barnices y lacas.

El secretario de Medio Ambiente para esa época, Nelson Vivas, manifestó que el tema requiere mucha atención, pues se podría convertir además en una excelente oportunidad de negocio para el municipio o un operador privado.

Explicó que la escombrera, diferente a un botadero, permite reutilizar gran parte de los escombros que son comprados por constructores para edificar sus obras.

Sin embargo, para adelantar este proyecto se necesitan estudios previos y una millonaria inversión que hasta ahora la Alcaldía no tiene contemplada. Con la implementación de dicha escombrera se comenzó a regular la actividad de disposición de materiales de construcción en

escombreras o botaderos, sin que a la fecha, se haya logrado controlar completamente las prácticas ilegales, especialmente en torno a la disposición de las escombreras como sitios de acopio de todo tipo de residuos sólidos.

#### **4. Descripción del problema**

Debido a la creciente tasa poblacional se genera mayor producción de residuos de construcción y demolición que afectan de manera directa e indirecta a diferentes ecosistemas.

La disposición de escombros en el área metropolitana y sus municipios cercanos se ha convertido en una problemática de orden ambiental y social, debido a la falta de control por las autoridades competentes y a la poca existencia de escombreras legalmente establecidas.

Esta deficiencia y ausencia de sitios adecuados para la disposición de material RCD (residuos de construcción y demolición), es lo que genera graves problemas ambientales, técnicos y económicos en las obras, debido a que en ocasiones se hace necesario disponer dichos residuos sólidos en sitios no autorizados o buscar acopios temporales de materiales en los predios aledaños para no suspender las actividades en las obras.

En la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio, se realiza una correcta disposición final del material generado por los laboratorios de concretos, realizando un acopio temporal para posteriormente contratar los servicios de Bioagricola del llano S.A E.S.P (servicio de Disposición Final en la escombrera autorizada).

Por lo anterior la investigación se orienta en la generación de alternativas para el manejo y reutilización de residuos sólidos inorgánicos del laboratorio de concretos de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio.

## 5. Justificación

A pesar de estar realizando una correcta disposición final de los residuos de concreto la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio, puede implementar alternativas para procesos de reutilización de estos y así aportar como institución al cuidado del medio ambiente, reduciendo los desechos asociados a la contaminación del suelo, daño a ecosistemas y contaminación visual. Sustituyendo recursos vírgenes extraídos de la explotación de recursos naturales e innovando en tecnología y procesos sostenibles.

Mediante la experiencia de lo mencionado anteriormente se desarrolla la idea de planear, asegurar y promover el adecuado tratamiento de los residuos de construcción y demolición dándoles un nuevo uso e implementándolos como material complementario en algunas alternativas de fabricación, permitiéndonos concientizar sobre la necesidad de reciclar e implicando a todos los agentes que intervienen, siempre siguiendo los más estrictos controles de calidad, respetando el medio ambiente y facilitando un desarrollo sostenible.

Debido a esto surge la necesidad de dar un desarrollo sostenible del sector en el ámbito ambiental.

Teniendo en cuenta lo anterior, la universidad cooperativa de Colombia podría proyectarse de manera positiva teniendo en cuenta los parámetros de tendencia de esta manera transmitiría un mensaje que ayuda a elevar la conciencia ambiental de los estudiantes y el mundo.

## **6. Análisis del sector ambiental**

Debido a las inquietudes ocasionadas por los impactos ambientales que generan alteraciones en los ecosistemas, principalmente por las construcciones de obra civil, están tomando fuerza y ganando credibilidad las propuestas de recuperación y conservación del medio ambiente a través de proyectos de construcción sostenible.

Nuestra investigación busca brindar soluciones ambientales en recolección, selección, clasificación y transformación de residuos sólidos de concreto, aportando alternativas para el reciclado de los residuos y para la reutilización de los escombros, teniendo como prioridad la protección del medio ambiente.

De este modo los promotores y particulares que son responsables de los residuos de construcción y demolición en las obras verán en la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio un ejemplo para la implementación de estas alternativas de desarrollo sostenible.

Para la identificación de los impactos ambientales generados por las actividades lectivas, se realiza el análisis detallado de las actividades de los proyectos y la interacción con los componentes ambientales en las etapas de pre elaboración producción operación de los residuos sólidos inorgánicos generados por los estudiantes de Ingeniería Civil.

## **7. Metodología Aplicada**

A continuación mostraremos el proceso para la investigación del proyecto, paso a paso se mostrarán las actividades para la recolección y análisis de información con respecto al reciclaje de los residuos de concreto de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio.

### **7.1 Lugar de recolección de la información**

La investigación se realiza en la sede principal de la universidad cooperativa de Colombia, en la ciudad de Villavicencio, departamento del Meta. Específicamente en el laboratorio, en dicha sede principal se llevó a cabo el seminario de profundización en ordenamiento y evaluación ambiental donde obtuvimos el conocimiento necesario para llevar a cabo el proyecto, identificando los impactos ambientales generados por los residuos sólidos de concreto.

### **7.2 Participantes**

El grupo de trabajo que desarrolló la investigación está compuesto por: MONICA TATIANA USECHE ROJAS, JHON EFRAIN CHIA QUEVEDO, DIEGO ALEJANDRO HUERFANO CARRILO, estudiantes del programa de ingeniería civil de la Universidad Cooperativa de Colombia.



### 7.3 Etapas de la metodología

Tabla 1, metodología usada en el desarrollo de la investigación que tiene por objetivo principal Formular alternativas para el manejo de los residuos de concreto del laboratorio de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio.

ETAPAS	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
inspección visual	Se realiza una visita a las instalaciones del laboratorio de la universidad cooperativa de Colombia y se identifican los residuos generados, el sitio de acopio, se toma registro fotográfico y se recolecta la información por medio de una charla con el encargado en ese momento.
Organización de la información	Recopilada toda la información necesaria, identificamos el proceso que llevan a cabo para darle manejo a los residuos sólidos, conociendo el proceso de acopio y disposición final por medio de la empresa Bioagricola del llano S.A E.S.P, también identificamos si hay o no un sistema de reutilización para los residuos, encontrando uno el cual consiste en utilizar cilindros sin

Caracterización y cuantificación de los residuos	<p>Basados en la información obtenida, con la cantidad de cursos de concretos y resistencia de materiales del programa de ingeniería civil, tenemos como resultado un valor aproximado de los residuos generados en el periodo lectivo. También identificamos la procedencia y tipo de material.</p>
Identificación de factores de riesgo ambiental	<p>Al realizar el análisis de la información se identifican los factores de riesgo latentes por la producción de residuos sólidos de concreto, como lo son la contaminación al</p>
Alternativas para la reutilización de los residuos	<p>Después de realizada la investigación y el análisis de los datos se propones diferentes alternativas, basados en los usos que le han dado a este material a nivel mundial.</p>

#### **7.4 Manejo de los residuos sólidos inorgánicos del laboratorio de concretos de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio**

Se cumplen con los parámetros legales vigentes para el manejo de residuos de construcción y demolición para la ciudad de Villavicencio Realizando un acopio temporal en un contenedor para posteriormente contratar los servicios de Bioagricola del llano S.A E.S.P (servicio de Disposición Final en la escombrera autorizada). Es la única entidad autorizada en la región para recibir y acopiar de forma definitiva este material.

#### **8. Precios del servicio de disposición final de residuos de construcción y demolición**

En las siguientes tablas encontraremos las tarifas generales que maneja la empresa servicios de Bioagricola del llano S.A E.S.P para recolectar, transportar y disponer los residuos de RCD (residuos de construcción y demolición) en la ciudad de Villavicencio-Meta. La universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio actualmente usa la opción de recolección y disposición final a través de un contenedor con capacidad hasta cuatro toneladas, el cual tiene un valor mensual de 218.226 pesos.

## GRAN GENERADOR DE RCD

VALOR DISPOSICIÓN FINAL POR TONELADA	RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL A TRAVÉS DE CONTENEDOR CAPACIDAD HASTA 4 TONELADAS	RECOLECCIÓN TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL
\$ 40.680	\$ 218.226	Bajo costeo particular

*“Bioagricola del llano S.A E.S.P”, 2019, “residuos de construcción y recolección”. Recuperado de [https://www.bioagricoladelllano.com.co/biopaweb/residuos\\_de\\_construccion\\_y\\_demolicion](https://www.bioagricoladelllano.com.co/biopaweb/residuos_de_construccion_y_demolicion)*

## PEQUEÑO GENERADOR DE RCD

LONA	CONTENEDOR	RECOLECCIÓN TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL
\$ 4.712	\$ 218.226	Bajo costeo particular

*“Bioagricola del llano S.A E.S.P”, 2019, “residuos de construcción y recolección”. Recuperado de [https://www.bioagricoladelllano.com.co/biopaweb/residuos\\_de\\_construccion\\_y\\_demolicion](https://www.bioagricoladelllano.com.co/biopaweb/residuos_de_construccion_y_demolicion)*

CANTIDAD / TONELADAS	VALOR 2019
1 - 270	\$40.680
271 - 540	\$39.447
541 - 810	\$38.214
1811 - 1080	\$36.981
1081 - 1350	\$35.749
1351 - 2000	\$34.516
12001 - 2500	\$32.051
2501 - 19999	\$30.818

*“Bioagricola del llano S.A E.S.P”, 2019, “residuos de construcción y recolección”. Recuperado de [https://www.bioagricoladelllano.com.co/biopaweb/residuos\\_de\\_construccion\\_y\\_demolicion](https://www.bioagricoladelllano.com.co/biopaweb/residuos_de_construccion_y_demolicion)*

### **9. Identificación De Las Cantidades De Residuos Sólidos Inorgánicos**

Según la información recolectada en el laboratorio, se determina que la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio produce semestralmente 5.391 kg de residuos sólidos inorgánicos provenientes de los ensayos de concreto.

En la siguiente tabla se puede evidenciar la cantidad de residuos generada por asignatura, información con la cual se realiza la identificación de cantidades.

docente	asignatura	cantidad de cursos	grupos por curso	Cant. Cilindros	Cant. Vigas	total cilindros	total vigas
Ing.							
Claudia	concretos	3	6	9		162	0
Granados							
Ing.							
Mateo	resistencia de m	4	5	3	3	60	60
Agudelo							
Ing.							
Mauricio	concretos	1	5	9		45	0
Trejos							
		total				267	60

Peso de cada cilindro (kg)	13	peso de cada viga (kg)	32
total de cilindros	267	total de vigas	60
peso total (kg)	3471	peso total (kg)	1920

Total de residuos (kg)	5391
------------------------	------

*Tabla 2. Cantidades de los residuos solidos*

## 10. Caracterización Y Clasificación De Los Residuos Sólidos Inorgánicos

De manera general los RCD (residuos de construcción y demolición) son clasificados según su procedencia, para ello se tiene en cuenta el tipo de material con el que fue construido.

(Concreto, madera, acero, entre otros).

Para nuestro caso se realiza una clasificación interna según su característica más visible.

Dentro de los residuos generados se establecen los siguientes tipos:



Tipo 1: residuos por ensayos a compresión

1. Imagen del acopio de residuos generados por ensayos de compresión del laboratorio de concretos de la UCC sede Villavicencio.



Tipo 2: residuos por ensayos a flexión

2. imagen del acopio de residuos sólidos por flexión del laboratorio de la UCC sede Villavicencio.



Tipo 3: residuos por ensayos de cono slump

3. imagen del ensayo de laboratorio con cono slump





Tipo 4: residuos por desperdicio de mezcla de concreto

4. imagen del centro de acopio destinado para los residuos de mezcla de concreto de la UCC sede Villavicencio.



Tipo 5: residuos de agregados por desperdicio

5. imagen del centro de acopio del material agregado sobrante generado en el laboratorio de la UCC sede Villavicencio.

## **11. Problemas generados por los residuos sólidos inorgánicos dentro de la universidad cooperativa de colombia sede villavicencio**

Generalmente los residuos sólidos con estas características representan dificultades para el cargue y transporte a su disposición final debido a su gran peso y volumen, además de ser una carga económica, ya que la contratación de los servicios autorizados de transporte y disposición en la escombrera autorizada son de gran valor.

Por otra parte no se cuenta con la infraestructura adecuada para el acopio del material sobrante, causando contaminación visual en la parte posterior del laboratorio.

## **12. Reutilización de los residuos de concreto a nivel mundial**

- En la bahía de Chesapeake, Estados Unidos, se ha descubierto que el concreto reciclado de construcciones y escombros de vías constituye un buen material para arrecifes artificiales, útiles para los programas de restauración de ostras.
- St Lawrence Cement (Holcim) trituró 450,000 toneladas de escombros de concreto para su reutilización como base vial para nuevas plataformas en el aeropuerto de Toronto.
- En Tailandia se utiliza el concreto de desecho para hacer bloques para pavimentar, macetas y bancas de uso público.
- El proyecto del aeropuerto Gardemoen en Oslo permitió la reutilización de más del 90% de los materiales recuperados del lugar de demolición.

### **13. Alternativas para la reutilización**

Las alternativas propuestas que presentamos como resultado, fueron conceptuadas teniendo como idea principal la reutilización del 100% del material, convirtiéndolo en materia prima para nuevas construcciones y se estiman como las más óptimas para ser gestionadas.

1. Como agregado (grueso y fino)

Concreto nuevo

Prefabricados

Para base y subbase en vías

2. Como bloques en su forma original o cortada

Senderos peatonales

Paisajismo

3. Material para construcción de mobiliario urbano

### **14. Análisis de viabilidad**

Teniendo en cuenta la información obtenida, la cantidad y la caracterización de los residuos sólidos generados, se profundiza en el estudio de viabilidad de la alternativa número uno, que consiste en transformar el residuo en material agregado grueso y fino para la conformación de concreto nuevo, prefabricados y en la utilización de base y subbase, la decisión se difiere en una de las necesidades básicas de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio, la cual es el mejoramiento de zonas peatonales dentro de las instalaciones y la conformación de las zonas de parqueadero.

Para la implementación de esta alternativa se hace necesario realizar un análisis de tipo técnico y económico, donde conoceremos los procesos técnicos necesarios para las distintas alternativas y los equipos necesario para ejecutar las mismas, como también el valor comercial de estos equipos.

#### **14.1 Análisis técnico**

Con el siguiente procedimiento se deberá determinar la resistencia del concreto nuevo, con la implementación de agregado proveniente de los residuos sólidos de concreto, por otra parte se deben realizar procesos de verificación para identificar la factibilidad en el uso de los residuos como bloques en su forma original o cortada y en material para mobiliario urbano. Después de tener los resultados se procederá a su implementación siguiendo los pasos expuestos posteriormente.

Recolección de escombros de concreto hidráulico

Transporte

Acopio

Separación y selección

Trituración o corte del material

Ensayos para determinar las propiedades de los agregados

Ensayos para determinar las especificaciones de los agregados para el concreto NTC Diseño de mezclas empleando diferentes cantidades de agregado

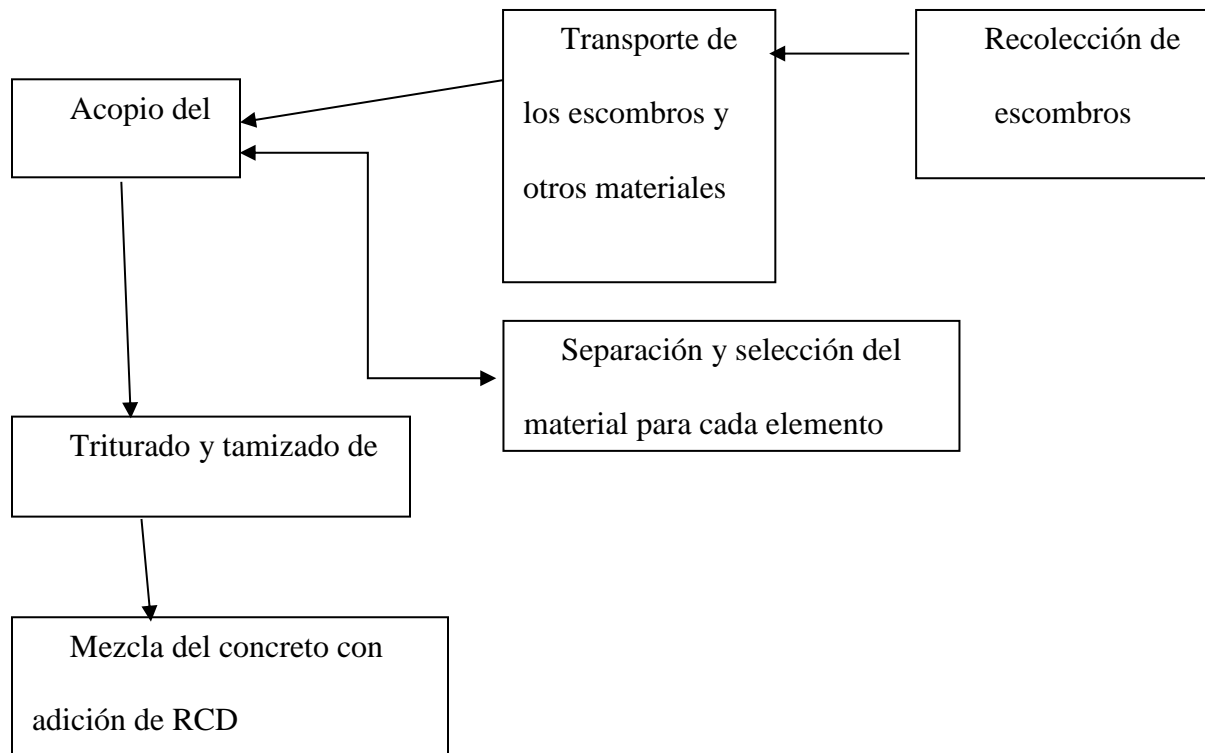
Fundida de las mezclas (Cilindros y vigas)

Curado de los especímenes en 28 días

Ensayos a compresión y flexión y resultados

## 14. Descripción del proceso

**Diagrama:**



*Esquema 1. Diagrama de proceso*

**-Recolección de escombros:** se recogen en el lugar los escombros desechados por los ensayos de laboratorio.

**-Transporte del material:** se debe transportar el material hasta el sitio destinado para su transformación.

**-Acopio de material:** para el acopio de material se debe destinar un área amplia que deberá estar demarcada, la cual será de uso exclusivo para los residuos sólidos de concreto.

**-Separación y selección del material:** el proceso de separación se podrá realizar de manera manual o mecánica, para separar los elementos que contaminen el producto final. Es recomendable realizar el lavado para separar las partículas orgánicas y arcillas.

**- triturado y tamizado:** para la fase de transformación se utilizará el equipo adecuado, posteriormente se deberá realizar el tamizado del material, para separar gruesos y finos.

**- Mezcla de concreto:** El sistema de mezclado del concreto se realizará en una máquina mezcladora normal, bajo controles estrictos de tiempo y cantidad de materiales. Un aspecto muy importante es la inclusión en la mezcla del material RCD con un previo ensayo de laboratorio para verificar la relación agua-cemento-agregado-RCD

### 14.3 Análisis económico

En la ejecución de las alternativas propuestas es indispensable la adquisición de una máquina trituradora para la transformación de los residuos de concreto en agregado grueso o fino.

Teniendo en cuenta la producción de residuos sólidos inorgánicos provenientes del laboratorio de concretos de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio Una de las trituradoras de escombros más recomendadas está en un valor de \$14.000.000 (catorce millones de pesos) y se encuentra disponible en el mercado.



*“Trituradora de escombros”, 2019, “línea de productos”. Recuperado de <http://acgequipos.com.co/wpress/index.php/trituradora-de-escombros/>*

#### 14.4 Especificaciones Técnicas del equipo

Máquina Trituradora comprende molino de mandíbulas para la trituración de escombros áridos y residuos de piedra, ladrillo, adobe y concreto. Derivados de las operaciones de corte.

Esta máquina no necesita ninguna instalación particular, se entregan listas para el uso.

Sistema de alimentación: Manual

Sistema de Trituración: Mandíbulas fija / móvil

Boca de alimentación: 4"

Regulación de salida: 2" @ 1/2"

Giros del volante: 450 Giros por minuto

Sistema de transmisión: Correas

Motor Eléctrico: 2 Hp @ 1800 rpm

Material en salida de 6 a 8 mm

#### 14.5 Necesidades y Requerimientos

<b>EQUIPO</b>	<b>COSTO DE ADQUISICIÓN</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Picas	30.000	Remover material y demoler
palas	30.000	Remover material
Trituradora	14.000.000	Triturar el material para su transformación
Carretillas	150.000	Mover material

*Tabla 3. Necesidades y requerimientos*



### 15. Obstáculos Vs Beneficios

tema	obstáculo	beneficio
materia prima	bajo precio de los agregados	reducción de costos en: transporte, impuestos y tarifas en rellenos sanitarios.
infraestructura para el procesamiento	equipo costoso, clasificación del material	una vez establecido el equipo adecuado y unidades móviles de separación facilita la producción
opiniones	"menor calidad en el concreto", "con material nuevo es mejor"	la gestión ambiental denota una demanda creciente en productos reciclados
impactos ambientales	La tecnología utilizada puede producir polución, contaminación auditiva, consumo de energía.	Menor desperdicio, menor uso de material de minería, es material inerte, reducción en Transporte.

*Tabla 4. obstáculos vs beneficios*

## 16. Resultados

Según el cuarteo realizado en el laboratorio, semestralmente se tienen 5.391 kg de residuos sólidos inorgánicos provenientes del laboratorio de concretos (flexión y compresión) de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio.

Por otra parte los resultados arrojados por las visitas efectuadas e información recolectada del laboratorio de la universidad muestran buenos manejos a los residuos sólidos inorgánicos. A pesar de ello con el planeamiento de este proyecto investigativo se propone mejorar el sitio de disposición y dar un manejo de re-utilización y transformación de los residuos, con el fin de mitigar la contaminación ambiental y visual que dichos residuos generan. A si mismo sugerimos algunas alternativas como la implementación de tecnologías para obtener nuevos materiales, realizando ensayos que aumenten el conocimiento sobre el tema propuesto, dado que la reutilización de RCD (residuos de construcción y demolición) en algunos lugares del mundo presentan enormes beneficios ambientales y económicos.

Las alternativas propuestas se adaptan a la necesidad presentada, ya que permiten la reutilización del 100% del material suspendiendo en su totalidad el vertimiento de RCD a la escombrera autorizada.

Después de realizado el análisis económico obtenemos que la inversión inicial en equipos es costosa, pero después de adquirido no se realizara otra inversión de esa magnitud, se deberá realizar el mantenimiento pertinente e invertir en herramienta menor y mano de obra para la puesta en marcha del proyecto, de este modo se podría decir que la inversión total es asequible, debido al ahorro realizado en costos de contratación con la empresa Bioagricola del llano S.A E.S.P y la vida útil del equipo.

## **17. Conclusiones Y Recomendaciones**

Implementar la gestión ambiental en el manejo de desechos en la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio. De manera global se debe gestionar el reciclaje, desarrollando una guía que acobije todas las formas de aprovechamiento de material residual.

Presentar la información a las directivas de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio para que tomen las directrices encaminadas al aprovechamiento del potencial económico y técnico de los residuos sólidos generados en el laboratorio de concretos.

Promover el desarrollo sostenible con la implementación de nuevas tecnologías en la transformación de material reciclado para aportar al desarrollo sostenible.

Mejorar la infraestructura para el acopio para los residuos sólidos provenientes de los laboratorios de concretos de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio.

## 18. Bibliografía

Carlos Mauricio Bedoya Montoya, (2003). El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles (maestría). Universidad nacional de Colombia sede Medellín.

Consejo mundial empresarial para el desarrollo sostenible, reciclando concreto, Bogotá, Colombia, cement sustainability initiative.

Bioagropecuaria del llano S.A E.S.P, 2019, residuos de construcción y recolección.

Paula catherine rodríguez reyes, (2017) prototipo de concreto con desechos sólidos generados en la universidad católica de Colombia.

Ing. Ana Grettel Leandro Hernández, (2007) administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción, etapa 2 Alternativas de Manejo, Escuela de Ingeniería en Construcción.

Daniel Felipe Ramírez Durán, Angie Tatiana sosa chaparro, (2016), formulación de alternativas de manejo para residuos de construcción y demolición (rcd) para la ciudad de Bogotá, universidad de la Salle.