

# IV Seminario Internacional La Sostenibilidad un Punto de Encuentro Arquitectura y Construcción Sostenible

## EL **CONCRETO RECICLADO** COMO UNA OPCIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

*Juan David Gómez Eusse  
Carlos Mauricio Bedoya*



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia

**Prosperidad  
para todos**

# Problemáticas ambientales



# Clúster de la construcción

- Extracción intensiva de materias primas renovables y no renovables
- Generación de residuos de construcción y demolición
- Altos consumos energéticos en edificios



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



UNESCO Chair on Sustainability



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia



Confecionar  
el concreto



Materias primas  
**No** renovables

Obtención → deterioro ambiental

- Desplazamiento de flora y fauna
- Afectaciones paisajísticas y del suelo
- Material particulado
- Abrasión eólica



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



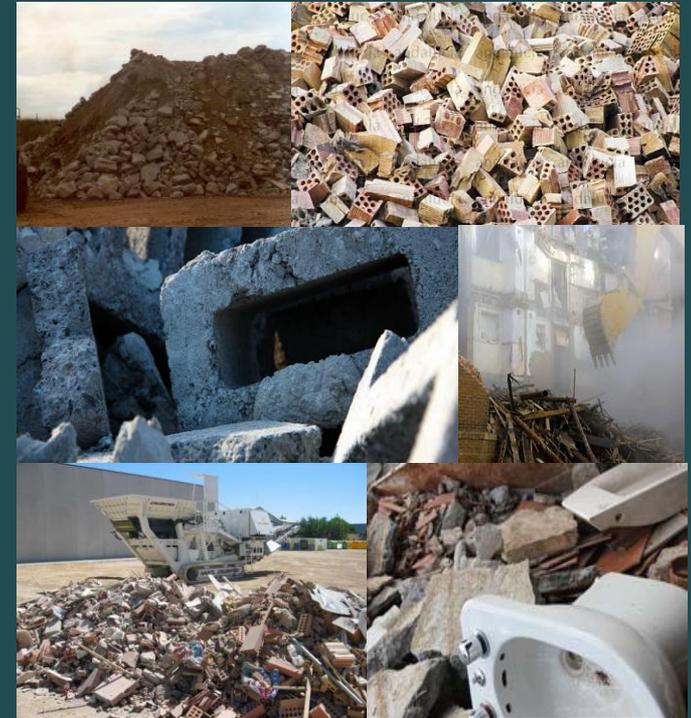
Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia

**Prosperidad  
para todos**

# Generación de residuos de construcción y demolición

—————> RCDs

- Movimientos de tierra y excavaciones
- Restos de concreto
- Restos de ladrillo
- Restos de material cerámico
- Restos de tubería
- Madera
- Empaques de materiales



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia

**Prosperidad  
para todos**

# RCDs (AMVA)

Nivel 1: Tierra, material aluvial (50-55%)

Nivel 2: Pétreos → Escombros (15-25%)

Nivel 3: Otros → Asfaltos, madera, plástico, etc.

*2 600 t/día RSU*  
*7 500 t/día RCDs*



*AMVA*

*7 900 t/día RSU*  
*20 000 t/día RCDs*



*Bogotá*



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia

**Prosperidad  
para todos**

# Mayor complejidad → Disposición final

- Programas de recuperación de escombros
- Demolición selectiva
- Vertimiento en un mismo sitio
- Reciclaje y reutilización

*Flujo lineal de residuos  
Cambio de paradigma*

→ *Valorización del residuo*



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



UNESCO Chair on Sustainability



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia



Más que nuevos  
materiales



Buscar nuevas  
relaciones



*Esta materia prima no renovable representa un poco más del 70% del total de la masa del concreto*

## Eco-material: Concreto Reciclado



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



UNESCO  
United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



UNESCO Chair on Sustainability



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia

**Prosperidad  
para todos**

Problemáticas  
ambientales



Clúster de la  
construcción

- Extracción intensiva de materias primas renovables y no renovables
- Generación de residuos de construcción y demolición
- Altos consumos energéticos en edificios



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



UNESCO  
United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



UNEP  
United Nations  
Environment Programme

UNESCO Chair on Sustainability



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia



Viabilidad —————> Técnica

## Metodología

- > Obtención residuos del concreto
- > Trituración
- > Separación de agregados —————> Tamizaje
- > Sustitución
- > Resultados



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia

**Prosperidad  
para todos**

→ Una vez se obtienen los residuos del concreto, estos son sometidos a un proceso de trituración, empleando una máquina trituradora de mandíbulas graduada de acuerdo al tamaño requerido para el agregado.



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia



→ Procesado el material seguidamente se separa por tamaño de partícula, el material que queda retenido en la malla # 4 se utiliza como agregado grueso, el resto como árido fino.



*Tamices de malla*



*Árido fino reciclado*



- Se realiza entonces el vaciado de los cilindros, en el cual se sustituye el 50% de los agregados naturales por los agregados reciclados, se llevan a tanque de curado con humedad del 100% y se fallan a la edad de siete días al esfuerzo de compresión, con cuya resistencia se hace una proyección a 28 días.



*Agregado grueso reciclado*



*Cilindros de concreto reciclado*



# Resultados

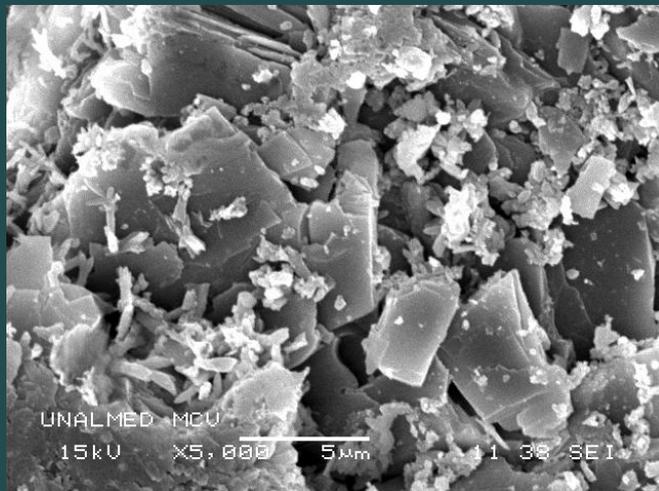
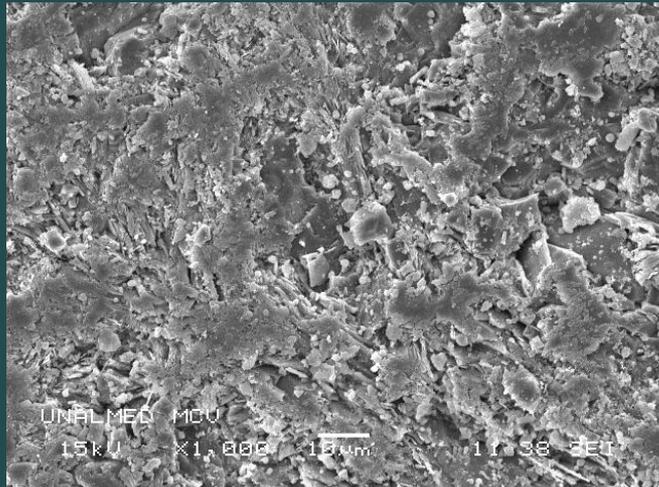
Muestras de concreto reciclado	Resistencia a la compresión en MPa
<b>50-50</b>	
7 días	11,30
28 días	18,57

*Resistencia a la compresión; promedio de tres cilindros*

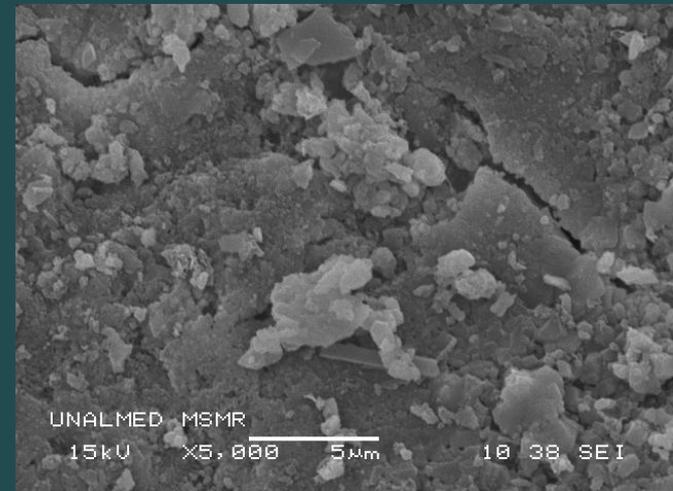
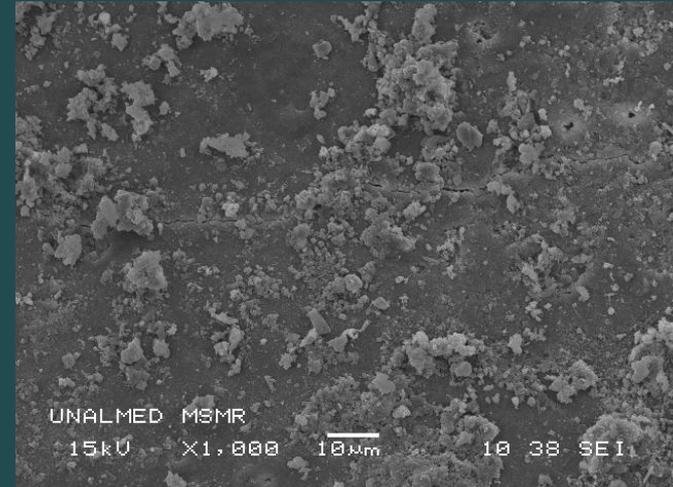
La resistencia arrojada por las muestras de concreto reciclado, sustituyendo el 50% de agregados convencionales por aquellos obtenidos de escombros de concreto, cumple con la resistencia programada por el grupo de trabajo, la cual se estableció en un rango de 17,50 MPa a 21,00 MPa a la edad de 28 días.



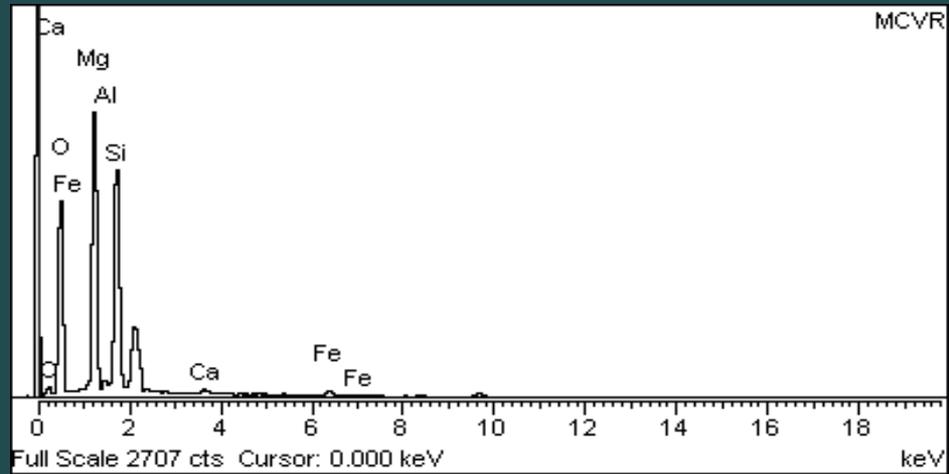
# Mcv



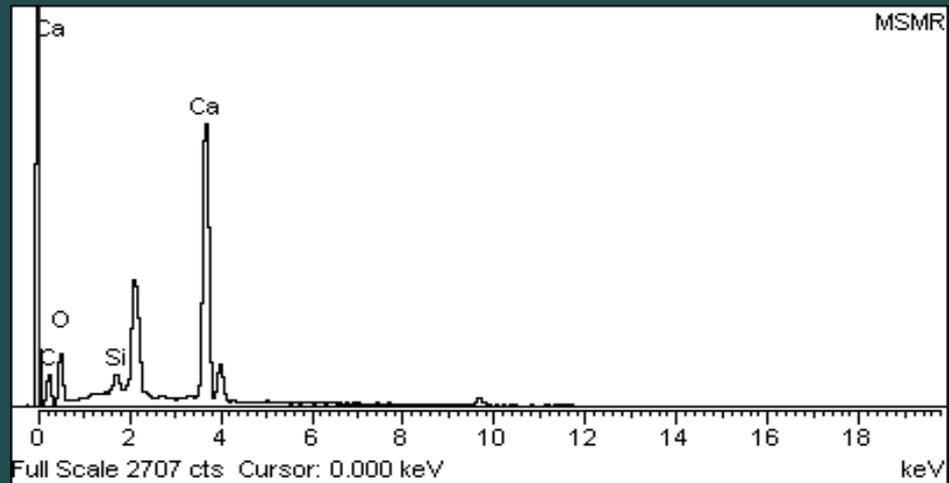
# Mcr



Mcv



Mcr



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



UNESCO  
United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



UNTON  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH  
UNESCO Chair on Sustainability



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia



# Viabilidad Económica

Económicamente tiene un costo igual a un concreto convencional, ya que sus materias primas se obtienen inicialmente gratis o a muy bajo costo, y su transformación se hace con tecnología existente en el país.

[Salazar, 1972; Bedoya, 1998, 2003]



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia



# Costo por metro cúbico de concreto normal

Rel A/C mezclas = 0,45	
Cemento	7 sacos . \$22 500 = \$ 157 500
Agua	0,158 . \$ 2 300 = \$ 363,40
Arena	0,39 . \$ 36 500 = \$ 14 235
Cascajo	0,58 . \$ 36 500 = \$ 21 170
Preparación	Mano de Obra= \$ 15 500
<b>Total: \$ 208 768</b>	

# Costo por metro cúbico de concreto reciclado

Rel A/C mezclas = 0,45	
Cemento	7 sacos . \$22 500 = \$ 157 500
Agua	0,158 . \$ 2 300 = \$ 363,40
Arena	0,42 . \$ 21 900 = \$ 9 198
Cascajo	0,44 . \$ 21 900 = \$ 9 636
Preparación	Mano de Obra = \$ 15 500
<b>Total: 192 236</b>	



# Viabilidad Económica

Los costos por metro cúbico de cada tipo de concreto, arrojan un ahorro del 8,60 % al elaborar un concreto reciclado en comparación con un concreto convencional.



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
**COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA**

Apoya:



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia

**Prosperidad  
para todos**

# Conclusiones

- La apariencia de los cilindros reciclados es idéntica a la de los cilindros de concreto convencionales, lo que permite su uso en acabados o estructuras a la vista, evitando sobre costos en revoques o estucos innecesarios.
- Los agregados reciclados presentan mayor absorción de agua que los agregados naturales, sin embargo este aspecto se puede controlar durante la confección de la mezcla, permitiendo una trabajabilidad igual a una mezcla convencional en estado fresco.



→ Lo más importante es que el comportamiento técnico del concreto reciclado es positivo y se enmarca dentro de las normas técnicas y códigos oficiales de Colombia; económicamente hablando su viabilidad es evidente ya que tiene un costo igual o menor a un concreto convencional.

Pero sin duda alguna su mayor aporte es en el campo ambiental, pues al valorizar RCDs como nuevos materiales para la construcción, se evita tanto degradar suelo natural con la extracción de materias primas vírgenes, como con la disposición final de escombros.



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
**COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA**

Apoya:



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

UNESCO Chair on Sustainability



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia

**Prosperidad  
para todos**

# Algunos ejemplos



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
**COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA**

Apoya:



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia



# Algunos ejemplos



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia



# Bibliografía

- BEDOYA M., Carlos Mauricio. Confección e concreto reciclado mediante el aprovechamiento de residuos de construcción. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 1998.
- BEDOYA M., Carlos Mauricio. El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 2003.
- SALAZAR J., Alejandro. Diseño de materiales para construcción a partir de la valorización de residuos. Cátedra Viajera CORONA. Medellín, 1998.



# Agradecimientos

→ A la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín (DIME; Laboratorio de Microscopía Avanzada; CIMEX; Facultad de Arquitectura)



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

Apoya:



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia



# Gracias



**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA**

**Apoya:**



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia

**Prosperidad  
para todos**