

---

Residuos sólidos de la construcción y demolición (rzd), y nuevos desarrollos constructivos

Karen marcela González Mendoza

Michelle steffy Urzola Morales

Estefanía Patiño Jaramillo

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR

Facultad de ciencias, ingeniería y arquitectura

Programa de arquitectura

Sincelejo

2019

---

Residuos sólidos de la construcción y demolición (rkd), y nuevos desarrollos constructivos

Karen marcela González Mendoza

Michelle steffy Urzola Morales

Estefanía Patiño Jaramillo

Artículo de investigación cualitativa presentado como requisito para optar al título de Arquitecto

Director

Audy Estella Bravo Jiménez

MSc urbanismo y desarrollo territorial

Codirector

Elber José Cohen Cárdenas

MSc urbanismo y desarrollo territorial

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR

Facultad de ciencias, ingeniería y arquitectura

Programa de arquitectura

Sincelejo

2019

**Nota de Aceptación**

**RCD'S Y NUEVOS DESARROLLOS  
CONSTRUCTIVOS.**



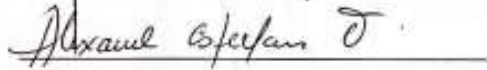
3

**Nota de Aceptación**

4.5



Director



Evaluador 1

\_\_\_\_\_  
Evaluador 2

Sincelejo, Sucre, 11 de septiembre de 2019

# **Residuos sólidos de la Construcción y Demolición (rcd), y Nuevos desarrollos Constructivos**

## **Solid construction and demolition waste (rcd), and new construction processes**

**Karen Marcela González Mendoza<sup>1</sup>**

Estudiante Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura, Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo, Colombia. Karen.gonzalezm@cecar.edu.co, Cel.: 3043701126, Dir: Sincelejo.

**Michelle Steffy Urzola Morales<sup>2</sup>**

Estudiante Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura, Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo, Colombia. Michelle.urzola@cecar.edu.co, Cel.: 3045909715, Dir: San Andrés de Sotavento

**Estefanía Patiño Jaramillo<sup>3</sup>**

Estudiante Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura, Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo, Colombia. Estefania.patino@cecar.edu.co, Cel.: 3008115243, Dir: Corozal

## **Resumen**

La industria constructiva es una de las actividades con más predominio en el desarrollo de las urbes, convirtiéndose a su vez en una de las principales generadoras de residuos sólidos (RCD), problemática asociada a la explotación del recurso natural, generando costos en operaciones de materia prima y el gran volumen de producción, traducido en la inadecuada disposición de los RCD. Este trabajo tiene como objetivo; demostrar que si pueden reinsertar y aprovechar los residuos sólidos de la construcción y demolición (RCD) en la construcción, teniendo en cuenta el potencial de estos para la consolidación de un nuevo mercado de materiales a partir de la reutilización y reciclaje de los mismos. La metodología está fundamentada en una revisión

---

<sup>1</sup> Estudiante Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura, Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo, Colombia. Karen.gonzalezm@cecar.edu.co, Cel.: 3043701126, Dir: Sincelejo

<sup>2</sup> Estudiante Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura, Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo, Colombia. Michelle.urzola@cecar.edu.co, Cel.: 3043701126, Dir: Sincelejo

<sup>3</sup> Estudiante Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura, Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo, Colombia. estefania.patino@cecar.edu.co, Cel.: 3008115243, Dir: corozal

documental de autores, apoyada en un cuadro comparativo para establecer los Rcd aprovechables en actividades afines a la reutilización y reciclaje de estos recursos como materias primas en el desarrollo de los procesos constructivos. El resultado nos muestra las aplicaciones de los residuos sólidos en la obtención de nuevos materiales, como elementos arquitectónicos y estructurales (bloques, concreto, morteros) entre otras. Concluyendo que la re inserción de estos elementos en la construcción, es vista como una alternativa para el manejo de los RCD, destacando su introducción en la industria de la construcción como materiales de gran innovación para la viabilidad ambiental y económica de las ciudades.

*Palabras clave:* Impactos de los Rcd, materias primas, proceso constructivo, Rcd aprovechables, reutilización y reciclaje.

### **Abstract**

The construction industry is one of the activities with more predominance in the development of cities, in turn becoming one of the main solid waste generators (RCD), a problem associated with the exploitation of the natural resource, generating costs in raw material operations and the large volume of production, translated into the inadequate disposition of the RCD. This work aims to; demonstrate that if they can reinsert and take advantage of solid construction and demolition waste (RCD) in construction, taking into account their potential for the consolidation of a new market for materials from their reuse and recycling. The methodology is based on a documentary review of authors, supported by a comparative chart to establish the Rcd that can be used in activities related to the reuse and recycling of these resources as raw materials in the development of construction processes. The result shows us the applications of solid waste in obtaining new materials, such as architectural and structural elements (blocks, concrete, mortars) among others. Concluding that the reinsertion of these elements in construction, is seen as an alternative for the management of RCD, highlighting its introduction in the construction industry as materials of great innovation for the environmental and economic viability of cities.

*Keywords:* Rcd impacts, raw materials, construction process, usable Rcd, reuse and recycling.

## **Introducción**

El sector de la construcción a través de los años se ha ido posicionando en la industria colombiana como una de las principales actividades promotoras del desarrollo económico y social del país teniendo en consideración que este es un sector industrial dinámico y muy productivo ya que es el encargado de liderar proyectos de infraestructura que promueven el desarrollo de las diferentes regiones del país. A su vez, esta industria es generadora de importantes obras, desarrollo económico y cultural convirtiéndose en una de las principales causantes de la utilización de los recursos naturales como materias primas para la elaboración de materiales de construcción, sumado a esto la generación de residuos que las actividades de construcción y demolición producen trayendo consigo impactos ambientales significativos.

Siendo aún más específicos podemos acentuar la problemática de generación de escombros en la Ciudad de Sincelejo.

(Pineda, 2015); realizo un estudio a través del cual deja relucir el problema de invasión del espacio público y privado, por la disposición de estos residuos; así mismo en arroyos y sitios no autorizados e incluso en las mismas áreas donde estos se generan, enmarcando con esto la inexistencia de vertederos, como también el aprovechamiento correcto de los desechos. (p.2)

La investigación también es muy clara en demostrar para la construcción de viviendas en Sincelejo que la estratificación no necesariamente influye en gran medida en la cantidad de escombros producidos.

(Pineda, 2015); entendiendo que la variación de un sector u otro es equivalente, no hay un grado de significación alta en el índice de generación de escombros (IGR), que para los estratos 1 a 3, fue de 0,017 m<sup>3</sup>/m; y para los estratos 4 a 6, fue de 0,014 m<sup>3</sup>/m. (p.4)

Lo anterior permite llegar a priorizar los inconvenientes que se desprenden del alto consumo de materiales en la vida constructiva en Sincelejo y en todas las demás partes.

(Pacheco, 2017); Retomando en sentido general estos residuos derivados de la construcción, rehabilitación y demolición de cualquier tipo de obra, ya sea de carácter público o privado son llamados residuos sólidos de construcción y demolición rcd's y pueden ser divididos en diferentes categorías dependiendo por ejemplo de su procedencia, dividiéndose entonces en materiales de excavación, construcción y mantenimiento de obras civiles y materiales de demolición. (p.536)

A través de una revisión bibliográfica se establecen cuáles son las principales teorías que los diferentes autores han expuesto sobre este tema, lo cual conlleva a la realización de un análisis de los resultados que buscan determinar si el reciclaje de los residuos sólidos de construcción y demolición constituye una buena alternativa en la búsqueda de un mejor y más eficaz aprovechamiento de ellos, consolidando además un nuevo mercado de nuevos materiales a partir del reciclaje y reutilización de los mismos.

Si bien; los procesos constructivos, requieren de transformaciones con la finalidad de extraer materias primas y producir nuevos materiales para la satisfacción de las necesidades básicas, lo que arraiga un gran número de problemas ambientales y económicos. Esto asociado a la explotación del recurso natural, la disposición de los rcd en sitios inadecuados, la falta de conciencia ambiental y la generación de costos en operaciones de extracción de materia prima. Es importante por tanto examinar el valor de la reutilización y reciclaje, vistos como solución a la problemática de los rcd, pensando en la fabricación de nuevas materias primas, es decir reintegrar estos residuos al ciclo de vida constructivo, teniendo en cuenta el potencial de estos para ser aprovechados en gran medida.

A su vez; este tema ha traído consigo un avance dentro del marco legal que rige lo concerniente a la disposición final de estos residuos lo cual abre un poco el panorama hacia nuevas alternativas que busquen disminuir los impactos de la incorrecta disposición de los rcd's en el medio ambiente

y además contribuir en la iniciativa que busca crear conciencia sobre como la reutilización y reciclaje de los mismos puede aportar de gran manera en la reducción de los impactos que estos producen. En países como España, Bélgica y Alemania se ha avanzado mucho con respecto a este tema mediante la inclusión de prácticas de reciclaje y reutilización de estos residuos.

El tema de la gestión y disposición final de los rcd's ha tomado fuerza en los últimos años puesto que anteriormente se tenía la creencia de que estos residuos debido a sus componentes no poseían un alto nivel de contaminación pero gracias a diferentes estudios realizados se ha determinado que en efecto son altamente contaminantes y que proporcionarles un plan de manejo, correcta gestión y disposición final es uno de los componentes claves para lograr disminuir el impacto negativo que estos producen al medio ambiente cuando ya han terminado su ciclo de vida útil, es precisamente aquí donde incide el aprovechamiento de estos residuos y la importancia de buscar nuevas alternativas bien sea de reciclaje o reutilización de estos para poner fin a los malos manejos y tratamiento que se brinda a estos residuos no solo en Colombia sino en todo el mundo.

(Martínez, 2007); Habitualmente los rcd no son aprovechados; si no que estos son dispuestos en sitios inadecuados, como superficies ecológicas y lotes baldíos, dando lugar a la contaminación tanto ambiental como visual. Por tanto, se podría perfectamente reinsertar estos residuos en la construcción, para la creación de nuevos materiales, mediante el reciclaje de estos desechos. (p.3)

La reinserción de estos residuos como parte de una iniciativa que busca ofrecer alternativas que de una u otra forma ayuden a mitigar o en últimas instancias a disminuir los daños ambientales producidos por la contaminación comienza con estudios que logren evaluar la calidad y la capacidad que tienen los rcd's para ser utilizados nuevamente.

El reciclaje y reutilización de los residuos contribuye en la disminución de los impactos ambientales negativos que ocasionan la extracción desmedida de recursos naturales para la elaboración de nuevos materiales de construcción, además de significar un ahorro económico para quienes lo apliquen. Los residuos con potencial de reciclaje son entonces los provenientes de excavación, mampostería, agregado de concreto, vidrio entre otros. En cuanto a materiales para su



reutilización encontramos; puertas, ventanas, revestimientos, tejas, plásticos, ladrillos, artefactos sanitarios y vigas.

(Martínez, 2007) y (Suarez, 2018); son enfáticos al hablar sobre el potencial que estos residuos tienen de ser reciclados ya que precisamente dentro de los objetivos de sus respectivas investigaciones se encontraba el hecho de generar conciencia sobre esta excelente alternativa a los usuarios, fabricantes, constructores y autoridades a través de sus estudios demostrativos con agregados y análisis sobre gestión y aprovechamiento de estos residuos. (pp.3-5)

Con respecto a las alternativas para el reciclaje y reutilización de estos residuos, (Bedoya, 2015), (Vasquez, Botero, & Carvajal, 2015) y (Castellanos, 2017); “referencian dos materiales a los cuales se les puede dar un uso estratégico y además muy beneficioso en el ámbito económico lo cual se sustenta a través de un estudio de factibilidad económica”. (pp.7-10)

(Bedoya, 2015); Se ratifica por otro lado que, a pesar de las diferencias en algunas de las características de los agregados nacientes del reciclaje de escombros, estos pueden emplearse como materia base para la confección de un nuevo material, como es el concreto; teniendo en cuenta que no siempre su uso es de carácter estructural. (p.8)

Por su parte, (Vasquez, Botero, & Carvajal, 2015); a través de su estudio incursiona en la fabricación de bloques a partir de tierra comprimida pero agregándole cierta cantidad de residuos de demolición como sustituto del agregado pétreo y a raíz de diversas pruebas y estudios logro demostrarse que “Los bloques con adición de rcd triturado tienen un mejor comportamiento a la compresión que los mampuestos con agregado convencional” (p. 19).

Lo anterior se encuentra sustentado a nivel económico por un estudio realizado por (Castellanos, 2017); “donde se realiza una comparación entre los concretos estructurales fabricados a base de material convencional y los fabricados con un porcentaje de rcd's Obteniendo un beneficio económico al usar rcd”. (p.12)

Finalmente, se concluyó que estos residuos pueden emplearse en procesos de cimentación y mampostería con lo cual se entiende que introducir nuevos materiales de construcción elaborados a base de rcd's es una oferta económicamente viable y con gran oportunidad en el mercado de la construcción.

## **Materiales y Métodos**

La metodología implementada fue a través del estudio de casos y revisión de resultados de investigaciones y proyectos llevados a cabo en Colombia y en diferentes partes del mundo, enfocada directamente a los rcd en la construcción, abordados desde el aprovechamiento de los residuos.

Como primer paso de la investigación se realizó la definición del objeto de estudio a través del análisis y revisión de trabajos tanto teóricos, como prácticos que investigan la reutilización y reciclaje de los rcd, en diferentes ciudades. Información sustraída de bases de datos como: Scielo, Redalyc, ProQuest y Csic, la cual fue organizada para la correcta orientación de la temática. De tal manera se eligieron 33 documentos mayormente artículos científicos, también documentos de investigación de universidades y publicaciones del tema en cuestión; así mismo para abarcar y ordenar la información se construyó una ficha de lectura, en la cual se logró identificar y resaltar ítems como autores, objetivos, muestras, metodología, resultados y hallazgos; para seguidamente realizar un estudio detallado de las similitudes y/o diferencias entre un autor u otro, permitiendo clarificar los resultados más pertinentes para el artículo.

Por tanto; la teoría analizada, dejar ver el gran potencial de reuso de los rcd como herramienta de mitigación del impacto ambiental. También como materiales innovadores capaces de mejorar las condiciones económicas y climáticas, reduciendo su demanda energética.

La teoría también permite comprender la necesidad de implementar guías que facilite al generador de rcd formular el plan de gestión integral en la obra.

Complementario a el estudio enfocado a la innovación de materiales con rcd, se resalta que el análisis requiere una metodología más profunda donde se pueda determinar con exactitud la viabilidad de reusar los residuos, tomando en cuenta las variaciones en las propiedades de los materiales, características y propiedades; por lo que es importante realizar un análisis en el campo con herramientas que midan las diferentes características lo cual nos puede ayudar a definir las estrategias de forma más efectivas.

Un referente abordado desde esta perspectiva de campo es descrito por (Orozco, 2014); “Es muy importante someter a los rcd a un proceso de análisis, enfocados a las leyes o guías que arrojen resultados concretos sobre el manejo adecuado de los rcd”.(p.29)

En este contexto, esta investigación es de carácter cualitativo ya que estudia y describe los nuevos desarrollos constructivos a partir de los Rcd. Sustentada en un cuadro comparativo sobre materiales fabricados de Rcd. Por lo que el análisis de las experiencias expuestas y argumentadas por los autores estudiados, permitieron a su vez comprender las ventajas medio ambientales, económicas, sociales y de innovación que se obtienen del aprovechamiento de los rcd, como menciona (Martínez, 2007); “es importante indicar que es posible reinsertar los residuos al ciclo de vida de la construcción de viviendas y también, fomentar el uso de estos, mediante la promoción de los materiales enfatizando en sus características”.(p.2)

## Resultados

### Impacto y gestión de los residuos.

Los residuos sólidos de construcción y demolición durante mucho tiempo han permanecido como un tema irrelevante y hasta hace poco inexplorado debido a que desde siempre se ha tenido la creencia de que estos residuos debido a sus componentes no son contaminantes y por ende no constituyen una problemática significativa en el ámbito ambiental, lo cual está bastante alejado de la realidad ya que precisamente en los componentes de estos es donde radica su potencial contaminante, dado que están compuestos casi en su totalidad por residuos inorgánicos no se les considera altamente contaminantes pero lo que mucha gente desconoce es que:

(Mejia, 2013); Estos residuos pueden contener diferentes sustancias que bajo ciertas condiciones pueden llegar a ser biodegradadas y convertirse en sustancias que pueden ser capaces de contaminar en diferentes formas: 1) gaseosa, que va al aire, 2) lixiviados, que van a aguas superficiales y subterráneas, o 3) en forma de sedimentos para los suelos. (p.6)

A raíz de esto, diferentes investigaciones se han centrado en el análisis de los agentes contaminantes que en su mayoría son agentes químicos provenientes de la disposición de estos residuos en las escombreras logrando demostrar que estos residuos pueden ser volubles y cambiantes con el tiempo produciendo efectos en la salud y bienestar de las personas y sobretodo en el entorno ambiental.

En cuanto a la gestión de estos recursos podría ser una opción más saludable el uso de estos residuos como un elemento potencial para que luego de un proceso de reutilización o reciclaje puedan convertirse en nuevos materiales listos para ser empleados en la construcción de obras civiles y así ser aprovechados de una mejor manera.

### **Normativa vigente y nuevos retos.**

Actualmente en Colombia, la gestión y el manejo de los residuos sólidos de construcción y demolición se encuentran regidos por la resolución 0472 del 28 de febrero de 2017 expedida por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible en la cual se especifica de forma clara que es necesario por el bien de nuestro medio ambiente, acoger diferentes medidas que promuevan el fortalecimiento hacia los planes de gestión y manejo de estos residuos.

Sobre la gestión y disposición final de los rcd's la norma emite una serie de actividades a realizar para llegar finalmente a la disposición final y una de ellas es precisamente el aprovechamiento de estos una vez se encuentre debidamente separados en su lugar de almacenamiento. Además de esto es obligación de todos los generadores de rcd's en Colombia elaborar un plan d manejo ambiental con el cual las autoridades pertinentes deberán realizar un seguimiento y control para verificar que se cumpla con la normativa.

Por otro lado, si se realiza una comparación entre la situación del país con el manejo que se da a estos residuos a nivel internacional es necesario trazar una nueva ruta que pueda en verdad controlar que estos residuos sean dispuestos correcta y eficazmente; las nuevas tecnologías pueden ser aliados de todos estos procesos que tienen como finalidad proteger en gran manera nuestros recursos y contribuir a una mejor economía en el país.

### **Aprovechamiento de los residuos.**

El aprovechamiento de los rcd, se ve influenciado por el llamado desarrollo de las ciudades, poniendo como primicia lineamientos guiados a la sostenibilidad y conservación del medio natural; esto teniendo en cuenta la exigencia mundial sobre su crecimiento. Lo que ha llevado al ser a indagar acerca de las nuevas técnicas sostenibles que posibiliten tal desarrollo, y que a su vez no incidan sus impactos en mayor medida sobre los recursos y la biodiversidad.

(Cadavid, 2014); Países como Europa occidental, como Holanda, Alemania, suiza y Dinamarca han expuesto el caso de los rcd, desde su aprovechamiento, demostrado en sus esfuerzos por reciclar escombros, sumado a esto la implementación de políticas ambientales que han logrado construir una especie de estructura social y económica, que pone al descubierto la importancia de valorar y aprovechar los residuos de construcción. (p.4)

De esta manera, cabe resaltar como algunos investigadores coinciden en demostrar que sí se puede reusar estos residuos para obtener nuevos productos o como reemplazo de materiales existentes; (Caruso y Yajnes, 2015); “Tanto el cemento como los áridos que se usaron para las mezclas para fabricación de otros materiales podrían perfectamente provenir de materiales reciclados. Bloque fabricado con hormigón de cascotes y poliestireno reciclado, para su uso como cerramiento”. (p.9)

(Caruso y Yajnes, 2015); Por otro lado, por medio de la fabricación de materiales con residuos reciclados, se permite el rescate de muchos desechos que han sido dispuestos en vertederos o rellenos sanitarios. Por tal fabricación de estos materiales se logra reducir el uso de cemento y así el impacto ambiental asociado a esto. (p.13)

Si bien; esto último nos amplía y aclara el panorama acerca de la disposición inadecuada de estos residuos, teniendo en cuenta su relación con la creación de materias primas; en tanto que su reuso minimiza los actos ilegales sobre su ubicación en el medio natural. Por lo que de una buena práctica se deriva otra y así sucesivamente.

(Etxeberria, 2016); Es posible la utilización de árido reciclado mixto procedentes de los rcd en aplicaciones de gran uso; como es la fabricación de hormigones porosos a partir de estos materiales reciclados, los cuales con la disminución de impurezas y de fracción, logran adquirir características mecánicas y de permeabilidad factibles para emplearse como base de zanjas drenantes y de pavimentos. Este material se hace propicio para su utilización, mediante su tratamiento en una planta de reciclaje mediante limpieza, trituración y criba de fracción. Permitiendo así su implementación en relleno de zanjas. (p.12)

Básicamente la confiabilidad para reciclar material residual es alta, pero determinar la capacidad o características de los áridos reciclados mixtos, así como cualquier otro residuo es sumamente esencial para precisar su uso, este cumpliendo las normativas asociadas, y creando a su vez prototipos innovadores, que satisfagan la necesidad del momento. Son necesarios también los previos ensayos, teniendo en cuenta que algunas propiedades en el material han disminuido, lo que podría contrarrestarse con la combinación de materias naturales, es por ello que es vista como una alternativa para complementar productos existentes y a su vez generar nuevos productos. Esto dejando al descubierto una nueva variable sumada al aprovechamiento de los rcd en la construcción.

Teniendo en cuenta el contraste entre materiales creados a partir de agregados reciclados y naturales, se determina:

(Martínez, 2007); los bloques reciclados y naturales, presentaron buenas dimensiones. Pero según la normativa el mínimo en resistencia de compresión es de 250 kg/cm<sup>2</sup> y solo se alcanzaron 155.70 kg/cm<sup>2</sup> para reciclados y 182.30 kg/cm<sup>2</sup> para naturales respectivamente, determinando así la aplicación de los adoquines para cuestiones peatonales; lo que no descarta su uso. A diferencia, el concreto en cuanto a la resistencia de compresión cumplió los valores establecidos, denotando a la vez que, los concretos de 200 y 250 cm<sup>2</sup>/kg, la resistencia del concreto reciclado estuvo por encima del natural. (p.11)

Coincidiendo con lo descrito en el siguiente estudio:

(Palacio, 2017); Verificando que a pesar de que los agregados reciclados no cubran las descripciones establecidas por la normativa ntc 174, en cuanto a los agregados naturales; se determina que no debe descartarse el uso del agregado reciclado para aplicaciones de concreto no estructural, así mismo su aprovechamiento para la fabricación modular sostenible, y su utilización en mezclas para la elaboración de materiales de mampostería. (p.9)

En vista de la explotación de los agregados naturales, trayendo consigo degradación de suelos y con esto insostenibilidad ambiental y económica, es factible el uso de agregados reciclados para fines a la construcción, su empleo es variado y puede usarse de alguna u otra manera, pensando además que es mucho más saludable esto que disponerlos en vertederos y así se previene en mayor instancia la contaminación ambiental.

### **Beneficios del reciclaje de los Rcd.**

Las ventajas de manejo, reutilización y gestión de los rcd, son variadas. (Robayo-Salazar, 2015); “Vistos desde la parte ambiental, se logra minimizar las problemáticas de salud relacionadas con el aire, suelo, y agua contaminada, además minimizar la contaminación en un radio de acción bastante amplio dentro de las ciudades”. (p.166)

Otro punto a destacar es la significativa disminución en los índices o niveles de extracción de recursos naturales para ser utilizados como materias primas para la elaboración de nuevos materiales que serían utilizados en actividades relacionadas con la construcción; por otra parte, se presentarían menos casos de contaminación por residuos que terminan su ciclo de vida en escombreras ilegales que no cuentan con ningún tipo de plan de gestión o disposición final de estos residuos.

Por otro lado, cabe resaltar que (Aldana, 2012); “no existe un método que cuantifique los beneficios de forma conjunta, para las variables social, ambiental y económica y así poder dimensionar los pros y relacionarlos a los proyectos de construcción”. (p.5)



## **Residuos en la economía**

Otra conjetura se asocia al beneficio económico implícito en las buenas prácticas de reutilización y reciclaje, puesto que la elaboración de materiales a partir de residuos reciclados resulta más barata, ya que el constructor no ha pagado para desecharlos y pagar por conseguir algo similar para la obra a ejecutar. (Glinka, 2005); “Si bien en las obras se pueden extraer materiales como vigas, puertas, ventanas, revestimientos, tejas, componentes constructivos, artefactos sanitarios u otros elementos y minerales que no necesitan ser procesados. Los cuales pueden recuperarse y reutilizarse en las construcciones”. (p.2). Lo que nos indica la valorización de esta alternativa, dada la magnitud de su utilización.

La viabilidad económica de los materiales reciclables se expresa en el ahorro de materias primas para la elaboración de nuevos elementos o reutilización de estos, dado que se empleará un material existente, evitando gastos de transporte y procesamiento. A pesar de que algunos residuos necesiten de mayor tratamiento su inversión es más rentable que la obtención de un material nuevo. Como referencia a esto podemos extraer el siguiente estudio de caso.

(Castellanos, 2017); Se representa la viabilidad económica del concreto fabricado a partir de rcd, frente al concreto natural, como agregado. Donde se obtuvo un beneficio económico al utilizar rcd en una proporción del 25% en el sistema. Reduciendo en tanto el costo de producción, puesto que con los agregados reciclados se ahorró un 0.97% del valor del agregado convencional. (p.7)

A demás esta actividad según (Martinez, 2014); “genera beneficios desde el punto de vista operativo, ya que los ingresos cubren los gastos, dando lugar a un margen comercial”. (p.7)

## **Residuos con potencial de reuso**

Si bien en tanto se generan residuos, su aprovechamiento a partir de sus características se hace pertinente en sus diversas aplicaciones. Por tanto, se determina que:

(Beltrán-Montoya, 2018) Los residuos de excavación y mampostería de bloque, son destacados como materiales de mayor potencial de uso para la construcción, ejemplificado en la producción de una placa suelo-cemento conformada por 95% de Rcd, demostrando así el valor de la reutilización con dicho modelo. (p.1)

Se les da valor a las propiedades físicas y químicas de los residuos como método para determinar su reusó, haciendo énfasis en la capacidad o el potencial de reutilización, para examinar el comportamiento de este al momento de ser empleado.

Según (Urrego, 2017); Los resultados ostentan que el residuo de mampostería (rm) presenta un comportamiento puzolánico y su porcentaje adecuado de reemplazo en morteros de cemento portland es de 20%. El rm presenta un color rojizo lo que le otorga a las mezclas con cemento portland una pigmentación, que puede ser interesante para fines de conservación, rehabilitación y en algunos casos prescindir de la necesidad de pinturas, por ejemplo, en elementos arquitectónicos. (pp.1,9)

En cuanto a las excavaciones, el suelo fruto de las excavaciones es contemplado como un residuo, el cual puede aprovecharse.

Rescatando la experiencia en la creación de bloques de suelo cemento;

(Montoya, 2018); Teniendo en cuenta la Norma de Sismo Resistencia (nsr-10), “estos bloques se pueden utilizar como formaleta para el vaciado de estructuras de concreto reforzados en sistemas de mampostería confinada, también como accesorios para amarres, dinteles y columnas. Así mismo en paramentos, los cuales pueden quedar expuestos”. (p.6)

Denotando además que elaborar bloques a partir de los rcd, resulta más barato que el costo de ladrillos cerámicos y de concreto ofertado en las localidades. Reconociendo así la diversidad de reuso de estos residuos en el desarrollo constructivo. Otra figuración que soporta la idea anterior es descrita por:

(Vasquez, Botero, & Carvajal, 2015); exponiendo que la construcción con tierra ha sido una opción muy utilizada a lo largo de los años precisamente porque gracias a la abundancia de esta se genera un índice muy bajo de energía en sus procesos de transformación y por ende los beneficios ambientales aumentan; en este caso se utilizaron arenas reutilizadas de la excavación de los cimientos de un conjunto residencial y al final se obtuvo como resultado el cumplimiento de propiedades mecánicas de los bloques en tierra elaborados, adicionando rcd para su mejor comportamiento, demostrando su ventaja o delantera frente a los bloques fabricados con agregados convencionales. (p.198)

Otro punto muy relevante dentro de las alternativas para la elaboración de nuevos materiales es que gracias a diversos estudios realizados se puede afirmar que pueden efectivamente elaborarse mezclas de concreto a base de materiales agregados reciclados de residuos sólidos de construcción y demolición luego de experimentar un proceso de obtención de dichos agregados, confección de mezclas, ensayos de durabilidad y finalmente evaluar sus posibles costos y eventuales beneficios se llegó a la conclusión de que la realización de estos concretos constituye un importante paso hacia la implementación de alternativas sostenibles en el sector de la construcción y que además, las mezclas obtenidas con agregados reciclados exhiben un precio parecido a la mezcla convencional, puesto que, aunque consumen más cemento, el costo de agregado reciclado es menor que el natural. Por tanto, algunos investigadores y fabricantes de concreto coinciden en (Bedoya y Dzul, 2015); “contrarrestar el ahorro concebido por los agregados reciclados por el aumento de cemento en la mezcla con la finalidad de fortalecer sus propiedades químicas y físicas, como es la resistencia al esfuerzo de compresión y durabilidad”. (p.4)

Tabla 1.

*Construcción propia a partir de investigaciones.*

RCD REUTILIZABLES	Puertas	RCD RECICLABLES		Aplicaciones Producto
	Ventanas	Potencialidad		
RCD REUTILIZABLES	Revestimientos	Excavación	Propiedades físicas y mecánicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Placa suelo de cemento</li> <li>➤ Bloques de suelo de cemento (paramentos, amarres, dinteles, columnas y formaletas para vaciado).</li> </ul>
	Tejas			
	Plásticos			
	Ladrillos	Mampostería	Presenta un comportamiento puzolánico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reemplazo en morteros de cemento portland (Rehabilitación, conservación, a la vista en elementos arquitectónicos).</li> <li>➤ Placa suelo de cemento.</li> </ul>
	Artefactos Sanitarios			
	Vigas			
	Rcd aprovechables	Agregado de concreto		Características mecánicas.
Árido reciclado mixto			RCD, alcanzan características mecánicas y de permeabilidad, gracias a la mínima cantidad de impurezas y de fracción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Base de zanjas drenantes y pavimentos.</li> <li>➤ Agregado de concreto no estructural.</li> </ul>
Mármol			Resistencia a la compresión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sustitución de material: arena y cemento (concretos, morteros, pavimentos, bloques y ladrillos).</li> </ul>
Vidrio			Fácilmente recuperable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Fabricación de láminas de vidrios.</li> </ul>
Hormigón de cascotes y poliestireno			Capacidad aislante, bajo peso con relación a productos convencionales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bloques fabricados (cerramiento).</li> <li>➤ Como aditivos para el cemento portland.</li> </ul>
Precisión autores 100%				

En la tabla 1 los resultados exhiben que para los autores investigados el 100% coincide en que si se pueden reutilizar y reciclar para la obtención de nuevas materias primas y por ende su aprovechamiento en los procesos constructivos. Esto debido a sus características químicas y físicas que determinan el potencial para ser reinsertados en la construcción.

## Discusión

Teniendo en cuenta el contraste generado entre los rcd y la re inserción de estos a los nuevos procesos constructivos, es necesario saber qué significa para la sociedad y el medio ambiente el aprovechamiento de estos residuos, partiendo desde las problemáticas ya establecidas.

(Beltrán-Montoya, 2018); Un objetivo resaltado es, determinar el potencial de re úso de residuos de demolición y construcción, partiendo de la determinación de las propiedades físicas, mineralógicas y energéticas, y en cuanto a la producción generar inventarios que nos permitan entender este proceso. (p.1)

Así también, (Lopez, 2016) “es importante presentar la importancia de la gestión y caracterización de los rcd, la obtención de materias primas destinadas a la construcción de viviendas como puntos clave para el desarrollo de materiales innovadores”. (p.6)

Precisamente, parece indudable que algunos investigadores coinciden en demostrar que, si se puede reusar estos residuos para obtener nuevos productos o como reemplazo de materiales existentes, (Castellanos, 2017); “Podríamos desarrollar proyectos de construcción sostenible en Colombia, que nos permitan tener una base para innovar sobre la reutilización de materiales desechados en la construcción, con el fin de disminuir el impacto”. (p.5) pues bien, a través de la fabricación de materiales con reciclados logramos incentivar la recuperación de toneladas de desechos que de otro modo terminarían enterrados en rellenos sanitarios provocando contaminación.

Según (Cornejo, 2014); las experiencias de reciclaje y reutilización a partir de la recuperación de materiales y componentes constructivos desde el punto de vista ecológico son eficientes, pero también desde el punto de vista económico, pues bien, la recuperación de estos materiales desechados es el punto de partida para la re inserción en la construcción, esto se traduce a ventajas del factor económico, ya que se reducen los procesos de extracción de materia prima, transporte y tecnología. (p.14)

---

(Martinez, 2014), (Castellanos, 2017); arrojan cifras en porcentajes, determinando así focos de mayor y menor impacto, pero deja claro que la actividad de reutilización de rcd desde el punto de vista operativo concibe bienes , ya que los ingresos siempre cubren los gastos, de esta manera se genera un marco comercial. (p.p.7,5)

## Conclusiones

Profundizando en el tema del reciclaje de estos residuos y teniendo en cuenta las ventajas que este ejercicio traería tanto económica como ambientalmente, podría considerarse entonces al reciclaje como una excelente estrategia a tener en cuenta a la hora de realizar la gestión y disposición final de los residuos y una considerable opción en el momento de reducir costos por construcción en obras civiles, por este motivo, este artículo tenía como objetivo determinar si los residuos sólidos de construcción y demolición pueden reutilizarse o reciclarse para así incluirlos nuevamente en el ciclo de uso como nuevos materiales en el mercado, para lograr tal finalidad, se realizó una revisión bibliográfica donde se referenciaron diferentes autores con el fin de analizar sus opiniones y evaluar finalmente si estos residuos pueden ser susceptibles a un proceso de reciclaje y/o reutilización y que nuevos usos se les podrían dar a aquellos que puedan ser incorporados a un nuevo ciclo de vida luego de ser transformados.

El estudio y análisis realizado en esta investigación permite entonces concluir lo siguiente:

- Los residuos sólidos de construcción y demolición son, en efecto, potencialmente reciclables y/o reutilizables.
- Los residuos mayormente potenciales para ser reciclados son los provenientes de excavaciones y mampostería y los reutilizables en puertas, ventanas, revestimientos, tejas, plásticos, ladrillos, artefactos sanitarios y vigas.
- Existe un gran desconocimiento por parte del estado y las autoridades ambientales acerca de los diferentes procesos a los cuales pueden ser sometidos los residuos sólidos de construcción y demolición para evitar su incorrecta disposición y mal manejo de los mismos.
- Actualmente en Colombia el manejo de estos residuos puede resumirse únicamente en la disposición de estos en escombreras o en diferentes casos en lugares o terrenos que requieran trabajos de nivelación, especificado en Resolución 0472 de 2017, que habla sobre el aprovechamiento de los mismos.



---

Finalmente, uno de los retos más importantes para el país en este ámbito sería seguir el ejemplo de diferentes países como Alemania, Holanda y Bélgica crear planes y estrategias que promuevan e introduzcan procesos de aprovechamiento y valorización de estos residuos, dependiendo de su tipo, propiedades y potenciales nuevos usos.

### Referencias Bibliográficas

- Aldana, S. (2012). Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis. *Revista de la construcción*, 11(2), 10. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-915X2012000200002](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2012000200002)
- Bedoya. (2015). El Concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. *Revista ingeniería de construcción*, 30(2), 10. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732015000200002](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732015000200002)
- Beltrán-Montoya, Y. C.-O. (2018). Caracterización de residuos de demolición y construcción para la identificación de su potencial de reúso. *Revista DYNA*, 85(206), 11. Obtenido de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/496/49659032040/index.html>
- Betancourt, L. N. (2015). Revision sobre el uso de residuos de marmol, para elaborar materiales para la construccion. *Revista de arquitectura e ingeniería*, 09(03), 13. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193943013004>
- Cadavid. (2014). *Scribd*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/311365875/37-Evaluacion-Del-Manejo-de-Residuos-de-RCDen-Seis-Proyectos-de-Viviendas-de-Interes-Prioritario-Medellin>
- Caruso, & Y. (2015). Innovacion de materiales a partir de desechos. *Arquisur*, 14. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/315543299\\_Innovacion\\_en\\_materiales\\_a\\_partir\\_de\\_desechos](https://www.researchgate.net/publication/315543299_Innovacion_en_materiales_a_partir_de_desechos)
- Castaño, M. L. (2013). Gestion de residuos solidos de construccion y demolicion (RCD) en Bogota: perspectivas y limitantes. *Tecnura*, 17(38), 9. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v17n38/v17n38a10.pdf>
- Castellanos, r. y. (2017). *Repository.ucatolica*. Obtenido de Repository.ucatolica: [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15275/3/Articulo\\_Tesis%2520especializacio%25CC%2581n%2520RCD.pdf&ved=2ahUKewjov9ru007jAhWLnFkKHdIhBYMQFjABegQIBBAB&usq=AOvVaw1tr-X7XC2oljwVfIpiCsyg](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15275/3/Articulo_Tesis%2520especializacio%25CC%2581n%2520RCD.pdf&ved=2ahUKewjov9ru007jAhWLnFkKHdIhBYMQFjABegQIBBAB&usq=AOvVaw1tr-X7XC2oljwVfIpiCsyg)
- Castiblanco, g. (julio de 2013). *Repository.javeriana*. Obtenido de Repository.javeriana: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/13498/GaitanCastiblancoMarianaAlejandra2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cornejo, y. r. (2014). *Estado del arte de la contruccion con material reciclable*. Obtenido de Universidad catolica de colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2025/1/Construcci%C3%B3n-con-material-reciclable.pdf>

- Etxeberria, G.-C. G. (2016). Estudio de la aplicación del árido reciclado mixto en hormigón poroso y como relleno de zanjas en la ciudad de Barcelona. *Revista CSIC*, 68(542), 14. Obtenido de <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/5270/6088>
- Gaggino. (2009). Ladrillos y placas prefabricadas con plasticos reciclados aptos para la autoconstruccion. *Revista invi*, 23(03), 10. Obtenido de <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/446/955>
- Glinka, V. Z. (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 2005*, 4. Obtenido de [https://www.academia.edu/29085654/Reducuci%C3%B3n\\_del\\_Impacto\\_Ambiental\\_a\\_partir\\_de\\_Estrategias\\_de\\_Reciclaje\\_y\\_Reutilizaci%C3%B3n\\_de\\_Residuos\\_S%C3%B3lidos\\_Provenientes\\_de\\_la\\_Demolici%C3%B3n\\_de\\_Edificios](https://www.academia.edu/29085654/Reducuci%C3%B3n_del_Impacto_Ambiental_a_partir_de_Estrategias_de_Reciclaje_y_Reutilizaci%C3%B3n_de_Residuos_S%C3%B3lidos_Provenientes_de_la_Demolici%C3%B3n_de_Edificios)
- Lopez, V. y. (2016). Problema de gestion en el aprovechamiento de residuos de la construccion y la demolicion(RCD) para la elaboracion de elementos constructivos. *Revista CienciaCierta*, 7. Obtenido de <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/03/21/problema-de-gestion-en-el-aprovechamiento-de-residuos-de-la-construccion-y-de-la-demolicion-rcd-para-la-elaboracion-de-elementos-constructivos-de-la-vivienda/>
- Martinez, & p. (2014). *Researchgate*. Obtenido de Researchgate: [https://www.researchgate.net/publication/283053877\\_Factibilidad\\_economica\\_de\\_la\\_produccion\\_de\\_aridos\\_reciclados\\_a\\_escalas\\_local](https://www.researchgate.net/publication/283053877_Factibilidad_economica_de_la_produccion_de_aridos_reciclados_a_escalas_local)
- Martínez, D. L. (2007). Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas. *Revista Académica de la FI-UADY*, 11(03), 13. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46711305>
- Mejia. (2013). Residuos de construccion y demolición revision sobre su composicion, impactos y gestión. *Revista Cintex*, 18, 24. Obtenido de <https://revistas.pascualbravo.edu.co/index.php/cintex/article/view/52>
- Mejia, o. y. (2015). Residuos de la construccion: una opcion para la recuperacion de suelos. *Revista EIA*, 12(02), 7. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149240052005>
- Mercante. (2007). Caracterizacion e residuos de la construccion. Aplicacion de los indices de generacion a la gestion ambiental. *Revistan cientifica de primavera*, 11(02), 24. Obtenido de [http://dspace.uces.edu.ar:8180/jspui/bitstream/123456789/152/1/Caracterizaci%C3%B3n\\_de\\_residuos.pdf](http://dspace.uces.edu.ar:8180/jspui/bitstream/123456789/152/1/Caracterizaci%C3%B3n_de_residuos.pdf)

- Miniambiente*. (28 de febrero de 2017). Obtenido de Miniambiente:  
<http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472-DE-2017.pdf>
- Montoya, B. (2018). Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo: cemento del residuo al material. *Tecnología, medio ambiente y sostenibilidad.*, 10. Obtenido de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/1251/125157578006/index.html>
- Orozco, g. s. (2014). *Minivivienda*. Obtenido de Minivivienda:  
<http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Guía>
- Pacheco. (2017). Residuos de la construcción y demolición, una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla. *Revista científica ingeniería y desarrollo*, 35(2), 23. Obtenido de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/viewArticle/8886>
- Palacio, C. P. (2017). Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados. *Revista Tecnura*, 21(53), 12. Obtenido de <https://search-proquest-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/docview/2196541160/fulltextPDF/BCC62C9826A547BFPQ/10?accountid=34487>
- Pineda, M. (2 de julio de 2015). Índice de generación de escombros producidos en la construcción de vivienda en la zona urbana de Sincelejo, Sucre, Colombia. *Revista colombiana de Ciencia Animal*, 7(2), 5. doi:<https://doi.org/10.24188/recia.v7.n2.2015.276>
- Ramirez. (2009). *Propuesta del montaje de una fábrica de laminas de vidrio en riohacha y productos secundarios a partir de vidrio reciclado*. Obtenido de Pontificia universidad javeriana: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/7255>
- Riaño, B. (2017). Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16981/BeltranRia%C3%B1oJorgeWilliam2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Robayo-Salazar, C. U. (2015). Los residuos de la construcción y demolición en la ciudad de cali: un análisis hacia su gestión, manejo y aprovechamiento. *Tecnura*, 19, 10. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123921X2015000200013&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123921X2015000200013&script=sci_abstract&tlng=es)
- Sanchez, y. g. (2013). Planificación de recogida y flujo de residuos sólidos (de construcción y demolición, hormigón, cerámica y otros) mediante la utilización de una herramienta informatizada para su gestión sostenible. *Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio*, 10. doi:10.3989/cyv.2013.v52.i5.1231

- Suarez, M. M. (2018). Diagnostico y propuestas para la gestion de los residuos de construccion y demolicion en la ciudad de ibague(colombia). *Bdigital*, 13. Obtenido de bdigital: <http://bdigital.unal.edu.co/69636/1/69637-393214-1-PB.pdf>
- Urrego, G. A. (2017). Influencia del residuo de mamposteria(RM) como material cementicio suplementario en la elaboracion de morteros. *Informador tecnico*, 81(01), 12. Obtenido de <https://search-proquest-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/docview/1923231643/226B94B1292F4E29PQ/1?accountid=34487>
- Urzola, y. Q. (2011). *Researchgate*. Obtenido de Researchgate: [https://www.researchgate.net/publication/282913545\\_Aprovechamiento\\_de\\_los\\_escombros\\_generados\\_en\\_actividades\\_de\\_demolicion\\_de\\_placas\\_de\\_pavimento\\_en\\_Cartagena\\_-\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/282913545_Aprovechamiento_de_los_escombros_generados_en_actividades_de_demolicion_de_placas_de_pavimento_en_Cartagena_-_Colombia)
- Vasquez, A., Botero, L. F., & Carvajal, D. (2015). Fabricacion de bloques de tierra comprimida con adiccion de residuos de construccion y demolicion como reemplazo del agregado petreo convencional. *Ingenieria y ciencia*, 11(21), 24. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ince/v11n21/v11n21a11.pdf>
- Vásquez, A., Botero, L. y Carvajal, D. (2015). Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional. *Ingeniería y Ciencia*, 11(21). Universidad EAFIT. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ince/v11n21/v11n21a11.pdf>