

La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavicencio: estado actual, barreras e instrumentos de gestión *

Sindy Sofía Suárez-Silgado

Docente investigadora de la Universidad Antonio Nariño, Ibagué - Colombia.

sindysofia@uan.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0002-9867-3443>

Carolina Betancourt Quiroga

Docente investigadora de la Universidad Antonio Nariño, Bogotá - Colombia.

carolina.betancourt@uan.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0001-5706-4089>

Juan Molina Benavides

Docente investigador de la Universidad Antonio Nariño, Villavicencio - Colombia.

juan.molina@uan.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0001-9379-3983>

Leandro Mahecha Vanegas

Docente investigador de la Universidad Antonio Nariño, Ibagué - Colombia.

leandromahecha@uan.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0002-9867-3443>

RESUMEN

A pesar de que en Colombia se han dado avances acerca de la gestión de los residuos provenientes de las actividades constructivas, en ciudades como Villavicencio, no existen estudios a fondo acerca de su generación y manejo. Por ello, el objetivo de este artículo, consiste en identificar el estado actual, las barreras y los instrumentos que podrían ayudar a mejorar la gestión de los residuos de construcción y demolición en esta ciudad. Para llevar a cabo el estudio, se empleó el método de observación y de análisis, y el tipo de estudio descriptivo. Con el fin de obtener la información, fue necesario realizar visitas y encuestas a empresas constructoras. Posteriormente, la información recopilada fue examinada por medio del análisis multiatributo y el software estadístico SSPS. Como resultado, se obtuvo que las tierras de excavación y el concreto son los residuos que más se generan en las actividades constructivas. Como medida para reducir los residuos y mejorar su gestión, las empresas dieron mayor importancia a la etapa de prevención. La falta de conciencia medioambiental y de control en el cumplimiento de la legislación fueron las principales barreras detectadas. Los incentivos tributarios fueron considerados como instrumentos relevantes para la gestión.

PALABRAS CLAVE

Gestión, residuo, industria de la construcción, medio ambiente, análisis

CLASIFICACIÓN JEL

L74

Recibido: 13/11/2018 Aceptado: 20/12/2018

* <http://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.5408> Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) Publicado por Universidad Libre - Cali, Colombia.

Cómo citar este artículo: SUÁREZ-SILGADO, Sindy Sofía; BETANCOURT-QUIROGA, Carolina; MOLINA-BENAVIDES, Juan; MAHECHA-VANEGAS, Leandro. La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavicencio: estado actual, barreras e instrumentos de gestión. *En*: Entramado. Enero - Junio, 2019. vol. 15, no. 1, p. 224-244 <http://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.5408>

The management of the construction and demolition waste in Villavicencio: current status, barriers and management instruments

ABSTRACT

Although in Colombia there have been advances in the management of waste from construction activities, in cities such as Villavicencio, there are no in-depth studies about their generation and management. Therefore, the objective of this article is to identify the current state, barriers and instruments that could help improve the management of construction and demolition waste in this city. To carry out the study the observation and analysis method, and the type of descriptive study, was used. In order to obtain the information, it was necessary to make visits and surveys to construction companies. Subsequently, the information collected was examined through the multi-attribute analysis and the statistical software SSPS. As result it go that the excavation lands and the concrete are the most generated waste in the construction activities. As measure to reduce waste and improve its management, companies gave greater importance to the prevention stage. The lack of environmental awareness and control in compliance with the legislation were the main barriers detected. Tax incentives were considered as relevant instruments for management.

KEYWORDS

Management, waste, construction industry, environment, analysis

JEL CLASSIFICATION

L74

A gestão de resíduos de construção e demolição em Villavicencio: situação atual, barreiras e instrumentos de gestão

RESUMO

Embora na Colômbia tenha havido avanços em relação à gestão de resíduos das atividades de construção, em cidades como Villavicencio, não há estudos aprofundados sobre sua geração e gestão. Portanto, o objetivo deste artigo é identificar o estado atual, barreiras e instrumentos que possam ajudar a melhorar o gerenciamento de resíduos de construção e demolição nesta cidade. Para realizar o estudo, utilizou-se o método de observação e análise e o tipo de estudo descritivo. Para obter as informações, foi necessário fazer visitas e pesquisas às empresas de construção. Posteriormente, as informações coletadas foram examinadas por meio da análise multi-atributo e do software estatístico SSPS. Como resultado, obteve-se que as terras de escavação e o concreto são os resíduos mais gerados nas atividades de construção. Como medida para reduzir o desperdício e melhorar sua gestão, as empresas deram maior importância ao estágio de prevenção. A falta de conscientização e controle ambiental em conformidade com a legislação foram as principais barreiras detectadas. Os incentivos fiscais foram considerados instrumentos relevantes para a gestão.

PALAVRAS-CHAVE

Gestão, resíduos, indústria da construção civil, meio ambiente, análise

CLASSIFICAÇÕES JEL

L74

Introducción

El sector de la construcción contribuye a muchos de los impactos medioambientales. Según Barrientos (2016), la industria de la construcción es la principal consumidora de recursos en el mundo. Se estima que el 40% de la energía total y el 30% de emisiones de CO₂ provienen de dicha industria.

Así mismo, los residuos provenientes de la industria de la construcción, denominados residuos de construcción y demolición (RCD) y que corresponden principalmente a ladrillos, tejas, cerámica, artículos sanitarios, mezclas de hormigón y restos de yeso, se constituyen en un problema ambiental grave, ya que su generación y mala disposición, ocasiona diversos impactos negativos como: la contaminación del agua, la tierra y el aire, y afectación en los ecosistemas y en la salud humana.

De acuerdo con POGOTECH (2017), en el mundo, cada año se producen más de 6,5 mil millones de toneladas de RCD, de las cuales entre 2,6 y 3 mil millones de toneladas corresponden a residuos inertes de la construcción y de la demolición.

Es por esta razón, que países como Alemania, España y Bélgica, se encuentran a la vanguardia en el tratamiento y aprovechamiento de estos residuos, adelantando una política que incluye separación en la fuente, tratamientos específicos y aprovechamientos en diferentes áreas de la construcción, disminuyendo el porcentaje de material residual a ser dispuesto (Pacheco *et al.*, 2017).

Sin embargo, en América Latina, no existen adelantos tan significativos en este tema. Al constituirse en la región con mayor número de población que vive en las grandes ciudades- casi el 80% de la población total-, y debido a la falta de conciencia, planificación y ubicación de lugares apropiados para el reciclaje de estos residuos, estas ciudades han concebido- en algunos casos-, como vertederos de estos residuos, las cuencas de ríos, contribuyendo a diversos problemas ambientales. Colombia no escapa de esta situación, diariamente se generan grandes cantidades de RCD, a los que no siempre se les aplica un buen sistema de gestión.

La problemática de los RCD generados, ha permitido que desde el orden nacional se actualicen las normas que regulan la gestión de estos residuos. Como es el caso de la expedición de la Resolución 472 del 28 de febrero de 2017. Esta nueva regulación busca que se realice una gestión más enfocada en el aprovechamiento y valorización de los RCD, y que los municipios cuenten con herramientas para realizar el control a los generadores de RCD.

Además de los avances normativos, también se han efectuado estudios a nivel nacional acerca de las perspectivas y limitantes de la gestión de estos residuos (Castaño *et al.*, 2013; Pinzón, 2014; Aldana *et al.*, 2012 y Ramírez, 2014) y acerca de la situación actual de los mismos en algunos municipios (Jiménez, 2013). También se han efectuado diagnósticos técnicos del aprovechamiento de los RCD en el distrito capital (Escandón, 2011; Chávez *et al.*, 2014) y estudios de cuantificación y caracterización de los RCD (SDA, 2012; Pinzón, 2014). Por último, en algunos casos, se han efectuado propuestas pilotos de plantas de reciclaje (Chávez *et al.*, 2014) y se ha desarrollado una metodología para el manejo ambiental y financiero de residuos de construcción y demolición (RCD) en el Archipiélago de San Andrés (Barrera *et al.*, 2017).

En ciudades intermedias, se ha dado también en los últimos años un crecimiento en el sector de la construcción, y por lo tanto, la cantidad de estos residuos ha aumentado. En

concreto, en Villavicencio, las edificaciones destinadas a uso residencial generan un estimado de 0,144 m³ de residuos por cada m² construido y 0,080 m³/m² para uso comercial (Varela *et al.*, 2014).

Debido a lo anteriormente mencionado, y al hecho de que no existen estudios a fondo acerca de esta temática en Colombia, y a que especialmente se detecta una falta de conocimiento acerca de la generación y manejo de los mismos en Villavicencio, el objetivo de este artículo consiste identificar el estado actual, las barreras y los instrumentos que podrían ayudar a la gestión de los RCD en dicha ciudad. Se espera que este estudio genere una transferencia importante de conocimiento entre la academia, la industria, el gobierno y las empresas, y contribuya a la vez a generar cambios significativos en la ciudad de Villavicencio, en cuanto a la adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición, que favorezca a mejoras sociales, medioambientales y económicas.

El artículo se estructura en tres partes. La primera, contiene la introducción y todos los aspectos conceptuales y teóricos relativos a la gestión de los RCD (problemática de las generaciones de estos residuos, situación a nivel nacional e internacional, barreras e instrumentos para la gestión de los mismos). La segunda, contiene de modo detallado la metodología que fue aplicada para la recolección de datos y los métodos de análisis de información empleados. La tercera contiene los resultados, la discusión, las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación.

I. Marco teórico

I.1. Problemática de los residuos de construcción y demolición

Los residuos de construcción y Demolición son materiales resultantes de las actividades de construcción, demolición y modificación de las construcciones, obra civil y espacio público. Estos residuos son considerados inertes, no peligrosos, con un alto nivel de valorización y aprovechamiento. Aunque no existe una composición particular de RCD, estos varían según el tipo de estructura, proceso de demolición y sistemas de gestión ambiental empleados. Generalmente incluyen: concreto estructural, ladrillos, azulejos y cerámicas de pisos, techos y tabiques.

Gran parte de estos residuos se eliminan en vertederos sin ningún tipo de recuperación o reutilización, lo que genera importantes preocupaciones ambientales y económicas. La disposición inadecuada de estos residuos conlleva a una

problemática ambiental en diferentes ámbitos: suelo, atmósfera, agua, flora y fauna y paisaje. En la Tabla 1, se resumen cada una de las afectaciones.

1.2. Gestión de los Residuos de construcción y demolición en el ámbito nacional e internacional

En Colombia, el problema de la generación de los RCD en sus distintas ciudades es muy similar; sin embargo, este comportamiento está en función del número de sus habitantes, siendo más crítico en ciudades que superan 2 millones de habitantes, como Bogotá, Medellín y Cali. No obstante, en ciudades más pequeñas esta problemática es cada vez más notoria debido al gran dinamismo que presenta el sector de la construcción (Robayo *et al.*, 2015).

Actualmente, las principales ciudades de Colombia como: Bogotá, Medellín, Santiago de Cali, Manizales, Cartagena, Pereira, Ibagué, Pasto, Barranquilla, Neiva, Valledupar y San Andrés, generan 22 millones de toneladas de RCD (Tapias, 2017).

En Bogotá, se adelanta el control y seguimiento a las obras constructivas desde el año 2011, resultado de la expedición de la normatividad distrital que regula la generación de RCD para esta actividad económica. Es por esto, que se ha logrado el aprovechamiento de 4.269.776 toneladas, equivalentes al 20% de los residuos dispuestos en los sitios autorizados para tal fin (SDA, 2016).

En la ciudad de Medellín se realizó la proyección de generación de residuos de construcción y demolición desde el año 2015 hasta el año 2027, dando como resultado una generación para el año 2027 de 1.899.855 m³ equivalentes a 2.526.807 toneladas (PGIRS Medellín, 2014).

En Cali se producen aproximadamente 2500 m³/día de residuos de construcción y demolición (RCD), situando a esta ciudad entre los primeros puestos de las capitales colombianas con mayor generación de este tipo de residuos (Jiménez *et al.*, 2019).

Así mismo, la ciudad de Barranquilla genera una cantidad mensual de RCD que equivale aproximadamente a 7,86 toneladas /día y a 2.832 toneladas/año (PGIRS, 2016).

Tabla 1.
Impactos ambientales que se generan por la inadecuada gestión de los RCD

Ámbito	Afectación
Suelo	La disposición final de los RCD en lugares clandestinos puede contribuir a la proliferación de partículas contaminantes. También, se pueden generar procesos erosivos y degradación de la cobertura vegetal. Adicionalmente, se contaminan los suelos debido a que los RCD dispuestos en el espacio público se encuentran mezclados con otros tipos de residuos.
Atmósfera	Aporte de material particulado a la atmósfera por parte de los RCD, contribuyendo a problemas de tipo respiratorio. La inhalación de partículas o fibras que se desprenden del asbesto cemento por los procesos de corte, puede potenciar el desarrollo de cáncer de pulmón.
Agua	La inadecuada disposición de los residuos de construcción y demolición en los cauces de los ríos, puede ocasionar inundaciones por la disminución del área hidráulica. Los RCD pueden aportar sedimentos a los cuerpos de agua superficiales, contribuyendo a la colmatación de los sistemas de alcantarillado y requiriendo de esfuerzos técnicos y económicos para su mantenimiento. Contaminación de los cauces por la mezcla de los RCD con otros tipos de residuos como materia orgánica y material peligroso, degradando significativamente la calidad de este recurso.
Afectación a la Fauna y Flora	La disposición de los RCD en zonas verdes conlleva a la afectación de la cobertura vegetal existente, lo cual puede causar la destrucción parcial de hábitats de flora y fauna, disminuyendo la biodiversidad. Desplazamiento de especies debido a la alteración del hábitat y del paisaje.
Afectación en la calidad del paisaje urbano	El arrojo indiscriminado de RCD en zonas verdes, públicas y parques, puede generar impactos en el paisaje urbano, disminuyendo así, la calidad de vida de la población.

Fuente: Los autores, adaptado de IDEA (2017) y Jiménez (2013).

Si bien es cierto que en ciudades como Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla se han dado avances en el desarrollo de normativa y programas de mejoras en la gestión de los RCD (IDEA, 2017), también en las ciudades intermedias como Ibagué y Villavicencio se ha visto la necesidad de promover la gestión integral de estos residuos y diseñar programas de aprovechamiento con el fin de solucionar la problemática generada por su inadecuada disposición.

A pesar de todos estos avances, en Colombia, al igual que en el resto de países de América Latina, la gestión de los residuos se centra en los residuos sólidos urbanos, ya que aunque la gestión y el manejo de los residuos de construcción y demolición ya están ordenados, muchos de los agentes relacionados hacen caso omiso, perjudicando el entorno y aumentando la cantidad de escombreras ilegales en estos países (Vidal, 2015).

Por el contrario, en los países de la Unión Europea como: Dinamarca, Alemania, Holanda, y Reino Unido, se ha reconocido la necesidad de una gestión sostenible de los residuos y del uso de los recursos naturales como materias primas de los materiales de construcción. En consecuencia, se han establecido objetivos para valorar los RCD desde la reutilización, recuperación y reciclado en toda Europa por encima del 70% en el año 2020 (Del Río, 2010).

España es uno de los países europeos que más genera RCD ya que cada año produce entre 30 y 40 millones de toneladas de RCD utilizados en construcción. El reciclaje de RCD en este país se sitúa entre el 25% y el 30% de la producción, terminando entre un 70% y un 75% en vertedero o sitios de disposición final (Del Río, 2010).

Además de España, países como Alemania y Bélgica, se encuentran también adelantados en el tratamiento y aprovechamiento de estos residuos, ya que incluyen dentro del proceso, además de los tratamientos específicos para cada uno, la separación en la fuente, permitiendo una mejor calidad del material reciclado y disminuyendo la cantidad de residuos que son dispuestos en vertederos (Pacheco *et al.*, 2017).

A nivel mundial, se estima que aproximadamente el 35% de RCD se destinan a sitios de disposición final. Sin embargo, esto puede variar de un país a otro. En Australia, por ejemplo, se generan aproximadamente 19,5 millones de toneladas de RCD anuales. Un tercio de estos residuos son dispuestos directamente a vertederos (Manegaki y Damigos, 2018).

En la mayoría de ciudades de China, el porcentaje de la tasa de tratamiento de los RCD está entre 3% y 10%. En Taiwán, la tasa de reutilización de RCD se encuentra entre 64%-

80% y en Corea del Sur y Japón alcanza el 97% (Manegaki y Damigos, 2018).

1.3. Barreras e instrumentos para la gestión de los RCD

Existen barreras y limitantes en los diferentes países para llevar a cabo una gestión integral de los residuos de construcción y demolición. Según Huang *et al.*, (2018), una de esas barreras es la falta de estándares de diseño para la reducción de los RCD y la existencia de una planificación urbana inadecuada. Las barreras existentes para la reutilización de estos residuos son: la falta de orientación para la recolección y clasificación efectiva de los RCD, la falta de conocimiento y estándares para la reutilización de los RCD y la existencia de un mercado poco desarrollado para la reutilización de los mismos.

En cuanto al reciclaje de los RCD, Huang *et al.*, (2018) enuncia las siguientes barreras: existencia de un sistema de gestión ineficaz, poco desarrollo tecnológico para los procesos de reciclaje y la existencia de un mercado poco avanzado para productos reciclados. No obstante, Huang *et al.*, (2018) también mencionan algunas estrategias que se pueden implementar para superar estas barreras como son: el diseño de un modelo efectivo de economía circular, la separación de los residuos en la fuente, la mejora en la supervisión, el control y la gestión de los mismos, la adopción de tecnologías innovadoras y de nuevos modelos de mercado. Así como, la implementación de incentivos económicos.

Tam (2008) destaca la existencia de otras barreras en la gestión de los RCD como son: la existencia de bajos incentivos financieros, el incremento en los gastos generales, los bajos costos de disposición, la existencia de un mercado competitivo y la falta de entrenamiento, educación y cultura en el sector de la construcción.

Por otra parte Osmani *et al.*, (2007) reportan como limitantes en la gestión de los RCD la falta de interés de los clientes en productos reutilizados o reciclados, la falta de legislación, falta de políticas de administración de residuos en el sitio donde se generan y la gran resistencia al cambio por parte del sector de la construcción. Todo esto trae como consecuencia la tendencia a usar materiales de mala calidad con el fin de reducir costes.

Una de las limitantes más destacadas en Colombia en cuanto a la gestión integral de los RCD según Bermejo (2016), es el incumplimiento de las normas del sector, y la carencia de lineamientos e instrumentos de gestión ambiental para su adecuado manejo, aprovechamiento y valorización.

En este mismo orden de ideas, Robayo *et al.*, (2015) identificó algunas barreras o dificultades para la gestión de los RCD en Colombia como son: la falta de cultura y comportamiento poco cívico por parte de la población, bajos incentivos financieros, la escasa prioridad ambiental en la agenda pública, la falta de conocimiento en esta temática por parte de los entes del sector y la inexistencia de normas técnicas que hayan sido avaladas por estudios e investigaciones científicas.

Otra de las barreras existentes en la gestión de los RCD para Pinzón (2014) es la falta de normas que promuevan el manejo integral de los escombros, así como la falta de sanciones que logren desincentivar a los infractores de la norma y la falta de control por parte de las autoridades.

En cuanto a los instrumentos de gestión André y Cerdá (2006), los clasifican atendiendo a su naturaleza en: instrumentos de mandato y control e instrumentos de incentivos. Los primeros, consisten principalmente en el establecimiento de normas y criterios legales de obligado cumplimiento para garantizar la práctica de acciones correctas en las distintas fases en la generación y gestión de los residuos. Los segundos, es decir, los incentivos o instrumentos económicos, consiguen los mismos objetivos, pero por causas económicas. Ente estos, se encuentran: los tributos proporcionales a la cantidad de residuos generados, los impuestos sobre el empaquetado, los incentivos a la recuperación y el reciclaje de productos y los sistemas de depósito y reembolso.

Los instrumentos económicos de gestión están diseñados para motivar a los generadores de residuos a no escoger la disposición como alternativa de gestión, a aumentar el reciclaje y a optimizar el uso de los recursos, ya que de este modo, los residuos se previenen, se manejan de modo adecuado y se tratan de un modo óptimo (Gálvez-Martos, 2018). Los instrumentos de gestión de residuos pueden llegar a tener un mayor impacto que los mecanismos reguladores, e introducir impuestos o gravámenes al productor del residuo, vinculando el costo del tratamiento de residuos, con la cantidad real de residuos generada, como por ejemplo, el cobro por unidad de residuos. Entre los instrumentos económicos también se encuentran: el impuesto por la disposición de residuos en vertederos y los incentivos por el uso de materiales reciclados.

2. Metodología

El artículo se realizó a partir de la revisión del marco teórico asociado a la temática, la elección del caso de estudio, el diseño del método de recolección de datos y la aplicación

de encuestas a las empresas constructoras de Villavicencio. La información obtenida se procesó y analizó desde dos perspectivas: la primera a partir de un análisis estadístico empleando el software IBM SPSS y la segunda, por medio del enfoque de análisis multiatributo (Figura 1).

Se empleó también para llevar a cabo el estudio, el método de observación y el de análisis. El tipo de estudio fue el descriptivo. A continuación se detallan cada uno de los pasos a seguir en la metodología empleada.

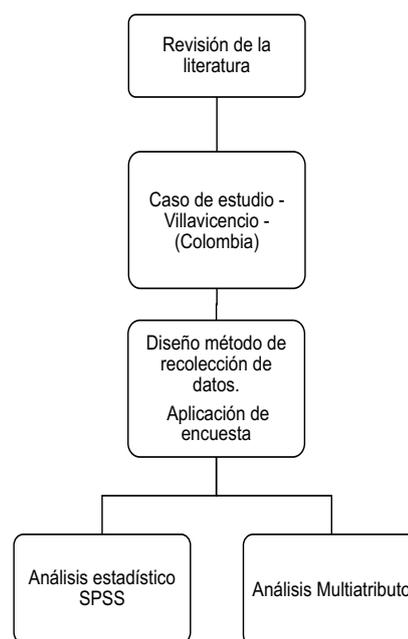


Figura 1. Metodología empleada.

Fuente: Los autores

2.1. Revisión de la literatura

Se recolectó información secundaria referente al tema del manejo y gestión de los RCD a nivel nacional e internacional. Las bases de datos consultadas para conocer el estado del arte de la gestión de los RCD a nivel internacional fueron ScienceDirect y Springer, y para entender el contexto nacional se revisó la literatura publicada sobre el tema como trabajos de investigación y diagnósticos publicados por las instituciones gubernamentales que tienen a cargo la vigilancia y control de la gestión y el manejo de los RCD en el país (IDEA, 2017; SDA, 2014; Castaño *et al.*, 2013, Escandón, 2011).

Para el caso específico de la ciudad de Villavicencio se revisaron los trabajos de investigación existentes para generar un diagnóstico específico del caso de estudio, y la normativa

referente al tema de los RCD (Valera *et al*, 2014 y Decreto 1000 - 21, 2014).

2.2. Caso de estudio

Esta segunda fase se basó, principalmente, en identificar la situación actual de la gestión de los residuos de construcción y demolición en Colombia (IDEA, 2017). En el 2009 Colombia se catalogó como el tercer país más poblado de América Latina, quinto en la tasa de crecimiento de población urbana y tercero en Suramérica por tener el mayor número de ciudades con más de un millón de habitantes (Ordoñez, 2009). Entre las ciudades intermedias que más ha ido creciendo está la ciudad de Villavicencio, lo que demuestra que en esta se está desarrollando una nueva configuración económica, desafíos de movilidad y construcciones de infraestructura vial (DNP, 2013). Todo esto sin duda requiere de una adecuada gestión de los residuos sólidos urbanos y en particular de los RCD que se generan de la industria de la construcción.

Para llevar a cabo el estudio se escogió dentro de Colombia, a la ciudad de Villavicencio, ya que como se mencionó anteriormente, se constituye en una ciudad que ha crecido en los últimos años y ha tenido un gran desarrollo urbanístico. Por ello, se revisaron algunos documentos publicados por entes gubernamentales y no gubernamentales de Villavicencio como son: el Plan de Gestión Integral de residuos sólidos (PGIRS Villavicencio, 2014) y el Plan de Ordenamiento Territorial (POT, 2015).

2.3. Diseño del método de recolección de datos

Con el fin de conocer el sistema de gestión actual de los RCD en la ciudad de Villavicencio, identificar las barreras y los instrumentos que podrían ayudar al manejo integral de estos residuos en dicha ciudad, se hicieron encuestas que se aplicaron a diferentes empresas constructoras y al personal involucrado en este sector como lo son: ingenieros, arquitectos y constructores.

Se eligió la encuesta como método de recopilación de datos debido a la facilidad y rapidez de la obtención de información, comparado con otros instrumentos como la entrevista, en la que era necesario contar con personal capacitado para la aplicación de la misma. De este modo, la encuesta facilitaba para este caso en específico, entender la realidad y las condiciones actuales de la gestión y el manejo de los RCD en la ciudad de Villavicencio.

Dichas encuestas estaban conformadas por 6 preguntas cuantitativas y 19 cualitativas (25 en total). Ocho preguntas eran de respuesta abierta y 17 de respuesta cerrada.

De estas últimas 3, se midieron en una escala cuantitativa de 1 a 6, donde "1": nada importante; "2": poco importante; "3": medianamente importante; "4": importante; "5": muy importante; "6" demasiado importante. La encuesta estaba dividida en 5 secciones, agrupando las preguntas según la temática de cada sección.

En la Tabla 2 se muestra el resumen de la encuesta en términos de contenido de secciones, variables y número de preguntas en sección.

Una vez efectuada la adecuación de la estructura y contenido de las preguntas, se procedió a crear la encuesta de forma digital con la ayuda de la aplicación de formularios google (Anexo 1). Esto permitió ejecutar las encuestas de un modo más rápido y obtener las respuestas de forma tabulada.

Unido a esto, se inició el proceso de creación de base de datos de posibles empresas constructoras presentes en la ciudad de Villavicencio. Esta labor se logró partiendo de una búsqueda exhaustiva por motores de búsqueda existente en internet con el objetivo de obtener los contactos en sus páginas web y/o perfiles de redes sociales. De esta búsqueda se identificaron 20 empresas constructoras.

Paralelo a este proceso se solicitó el apoyo a CAMACOL REGIONAL META, por medio de una carta oficial donde se indicaba el alcance del proyecto y el apoyo que se requería por parte de la entidad que básicamente era compartir los contactos de las empresas constructoras afiliadas a la cámara. Se logró tener respuesta por parte de la gerente regional, quien compartió la base de datos, en la cual se identificaron 11 empresas constructoras afiliadas.

De esta manera se dio inicio al envío de las encuestas por correo electrónico, sin embargo, por este medio no se obtuvo respuesta de ninguna de estas, a pesar de que se realizaron varios intentos. Se procedió finalmente, a efectuar la visita a las diferentes empresas de la base de datos. Al realizar las visitas se detectaron 12 empresas constructoras más, resultando un total de 43 empresas. A todas se les aplicó la encuesta, sin embargo, sólo se obtuvo información de 17 de éstas, correspondiendo al 40% de la totalidad de las empresas identificadas como existentes en la ciudad de Villavicencio. Los resultados mostrados en este artículo corresponden a las 17 empresas que suministraron información.

2.4. Análisis estadístico SPSS

Se llevó a cabo un análisis estadístico de las preguntas cuantitativas referentes a las barreras e instrumentos para la gestión de los RCD por medio del Software IBM SPSS (Sta-

Tabla 2.
Características de la encuesta

Contenido de las secciones	Variables	Preguntas
Generalidades y caracterización de los RCD en Villavicencio	Actividad llevada a cabo, tipos de residuos generados, entidades involucradas en la gestión de los RCD	1-6
Conocimiento acerca de la problemática y gestión de los RCD	Reciclaje de los RCD, problemática de los RCD, legislación relacionada, sistemas de gestión	7-10
Generación y gestión de los RCD por parte de las empresas constructoras en Villavicencio	Alternativas de gestión, clasificación de los residuos, uso de material reciclado, generación y reutilización de las tierras de excavación, gestión de residuos metálicos, recolección y transporte de residuos	11-20
Coste de gestión de residuos en la ciudad de Villavicencio	Coste de disposición, coste de transporte	21-22
Barreras e instrumentos de gestión de los RCD en Villavicencio	Legislación, conciencia medioambiental, incentivos económicos y tributarios, costes de gestión, sistemas de gestión, creación de mercados, tasas a usuarios	23-25

Fuente: Los autores

tistical Package for the Social Sciences) Statistics 25, con el fin de incidir en la toma de decisiones y planificar las actividades a largo plazo que se derivan de la generación de RCD en esta ciudad.

El programa SPSS, ofrece una gama de posibilidades para llevar a acabo todo el proceso de análisis de información. Genera la información que necesita el investigador para tomar decisiones acertadas, utilizando procedimientos estadísticos y presentando los resultados en tablas y gráficos.

Otra de las ventajas de SPSS es que trabaja con procedimientos estadísticos que facilitan el manejo de bancos de datos de manera eficiente y permite desarrollar perfiles de usuarios, hacer proyecciones y análisis de tendencias que ayudan a planificar actividades a largo plazo, y en general, hacer un mejor uso de la información capturada en forma electrónica. Además, da la opción de crear un archivo de datos en forma estructural y también organiza una base de datos que puede ser analizada con diversas técnicas estadísticas, sin depender de otros programas.

Este programa ha sido usado en otros estudios con muy buenos resultados como es el caso de Iñiguez (2018) quien analiza los datos jerarquizados o multinivel para entender la influencia de las variables a nivel familiar y en el ámbito escolar, en el sector de la educación. El SPSS también ha sido empleado en el análisis de variables para desarrollo de nuevos productos, uno de los trabajos realizados fue el de Alvarado *et al.*, (2018) quien evaluó características sensoriales y de percepción como el color, olor, sabor, textura, entre otros, para un nuevo producto.

Se escogió este programa ya que es uno de los de mayor uso entre las comunidades académicas de América Latina y Estados Unidos. Los procedimientos estadísticos que inclu-

ye el programa permiten adelantar y analizar bases de datos para aplicaciones prácticas o para diversas necesidades de investigación.

De este modo, para realizar el análisis estadístico se tomaron como referencia las respuestas de las constructoras referidas a la calificación de 6 (demasiado importante) y con estos valores se generaron los datos estadísticos (frecuencia, media, mediana, moda y desviación estándar).

2.5. Análisis multiatributo

Parte de las preguntas cuantitativas efectuadas (23-25) fueron analizadas también por el método de atributos múltiples (Domingo, 2017). Esto implicó calcular la calificación media de todas las respuestas particulares a una variable. A los encuestados se les pidió que calificaran cada variable en una escala de 6 puntos (1: "nada importante"; 6: "demasiado importante"). La calificación promedio fue calculada usando la Ecuación 2 (Glaser and Strauss, 1967), que representa el promedio de respuestas para una variable particular.

Ecuación 2

Donde

w_i = punto de calificación, que va de 1 a 6.

f_i = frecuencia de respuesta

n = Número total de encuestados que califican un factor particular en la encuesta.

Una calificación promedio por encima de 4.0 implica que un factor particular es percibido como significativo por los encuestados.

3. Resultados

Antes de mencionar las barreras e instrumentos para la gestión de los RCD en Villavicencio, era necesario conocer el estado actual de la gestión de estos en dicha ciudad. Por ello, en los apartados sucesivos se muestran los resultados obtenidos de las encuestas realizadas que incluyen: la caracterización de los RCD, el conocimiento acerca de la problemática y gestión, la gestión actual de los RCD y los costes de gestión de estos residuos. Posteriormente, se analiza en detalle las barreras e instrumentos para la gestión de los RCD en esta ciudad por medio del análisis multiatributo y el análisis estadístico SPSS.

3.1. Caracterización de los RCD en Villavicencio

Los resultados mostrados a continuación se refieren a las 17 empresas que suministraron información.

Según las encuestas realizadas, se identificaron 17 empresas o generadores de RCD, de los cuales 13 se dedican a actividades de construcción, 3 a actividades de construcción y demolición y 1 a otra actividad no detallada por la empresa. Es así como el 72% de las empresas consultadas se dedican a actividades constructivas.

Como resultado de las encuestas se obtuvo que el lugar donde se genera la mayor cantidad de RCD es en la zona urbana como consecuencia de las actividades constructivas. Una vez se realizó esta caracterización de cada uno de los generadores, se procedió a identificar qué tipo de RCD son los que se generan con mayor frecuencia según las actividades mencionadas anteriormente.

La Figura 2. muestra que los residuos que se generan en mayor proporción son las tierras de excavación y el concreto, ambos en un 39%. Esto puede deberse a que gran parte de las empresas efectúan actividades de construcción y en estas predominan los residuos de tierra de excavación. La gran cantidad de concreto generado se debe quizás a la cultura de tecnologías estructurales tradicionales inmersas en la ciudad de Villavicencio.

3.2. Conocimiento acerca de la problemática y gestión de los RCD

En la Figura 3 (a) se observa que la tendencia actual de la mayoría de empresas encuestadas apunta a conocer el concepto del reciclaje de los RCD (65% de las empresas encuestadas). Así mismo, los procesos de certificación de las empresas y las características normativas que rigen en la ciudad permiten entender que un 67% de las empresas

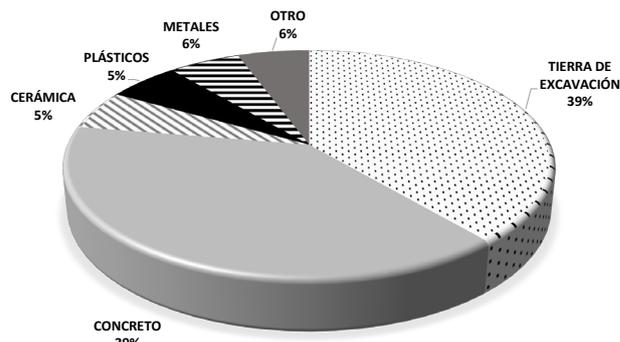


Figura 2. Tipo de residuos generados por las empresas constructoras. Fuente: Los autores

encuestadas conozca las problemáticas de los RCD (Figura 3 (b)).

Por otro lado, el 75% de las empresas encuestadas evidenciaron un desconocimiento en la reglamentación del manejo de los RCD, lo que se convierte en una problemática para cualquier proceso de mejoramiento que se busque en este ámbito (Figura 3 (c)). Se detecta en la Figura 3 (d) que el 66% de las empresas encuestadas no están informados sobre los sistemas de gestión de RCD propios en sus áreas de intervención inmobiliaria.

3.3. Gestión de los residuos de construcción y demolición

De todas las alternativas de gestión existentes, las empresas constructoras de Villavicencio emplean como mayor medida la disposición de los mismos en la escombrera municipal (50%). El 16% de las empresas reutilizan este material en la misma obra; es decir, las tierras de excavación. El 11% de las empresas lo depositan en sitios de disposición ilegales como son los lotes baldíos, con el fin de ahorrar coste de gestión y transporte de estos residuos. Sólo el 6% de las empresas encuestadas afirman reciclar los RCD; es decir; los metales, los cuales clasifican y venden ya que en la actualidad no existe ninguna planta de reciclaje de materiales pétreos en Villavicencio. El 16% de las empresas que suministraron información no dieron información precisa acerca de la gestión de sus residuos (Figura 4.).

Se detecta en la Figura 5. que el valor de clasificar y separar los diferentes RCD en la mayoría de las empresas no se tienen en cuenta, ya que sólo el 22% de las encuestadas realiza este proceso. Dichos resultados, dificulta a futuro el proceso de selección y reciclaje de los diferentes materiales, ya que gran parte de las veces son mezclados insitu.

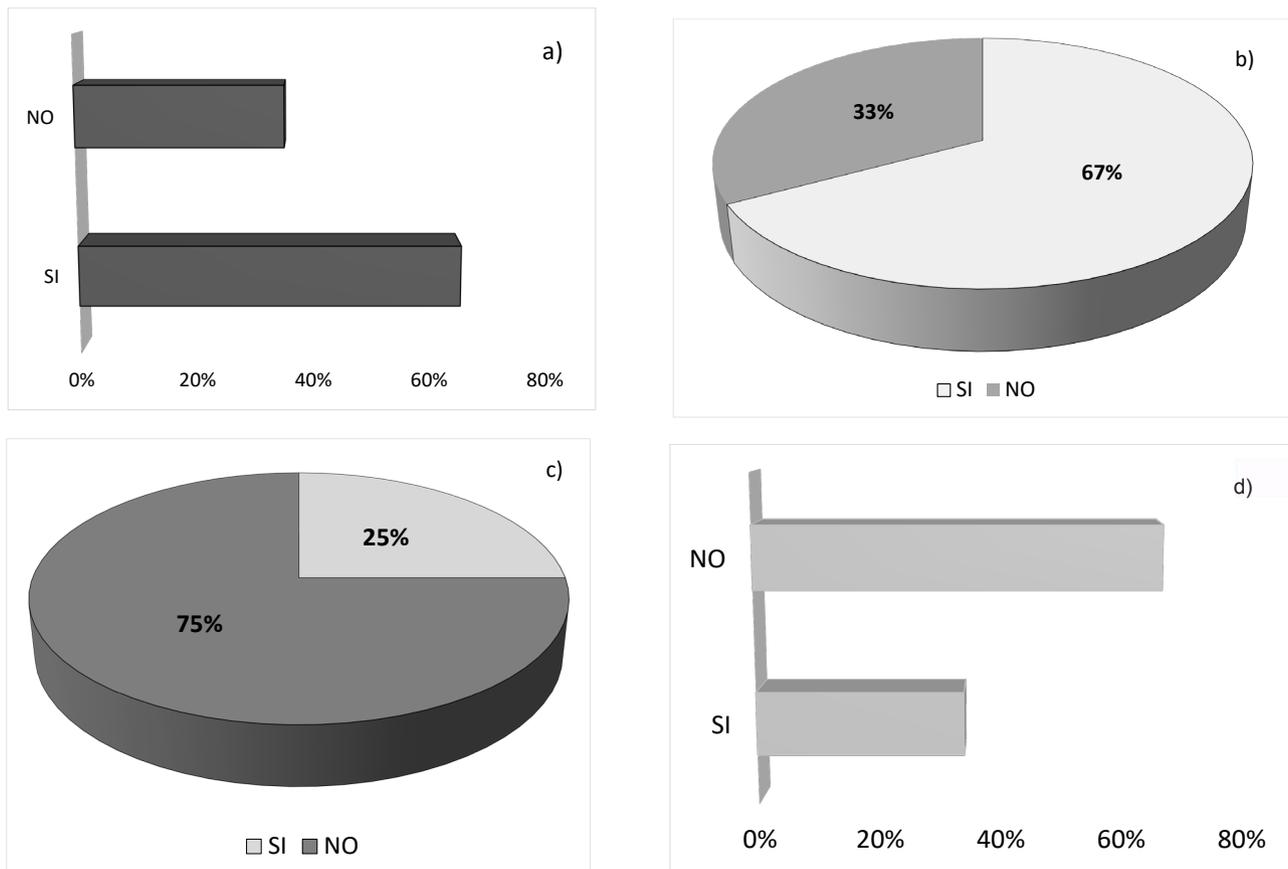


Figura 3. Conocimiento acerca de la problemática y gestión de los RCD en Villavicencio. a) Conocimiento del reciclaje de los RCD; b) Conocimiento de la problemática; c) Conocimiento acerca de la legislación relacionada; d) Conocimiento de los sistemas de gestión. Fuente: Los autores

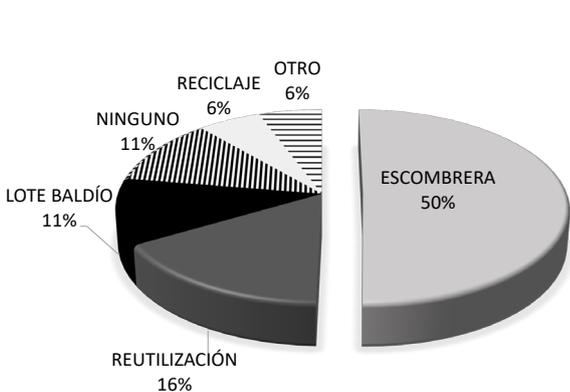


Figura 4. Alternativas de gestión de los RCD en Villavicencio. Fuente: Los autores

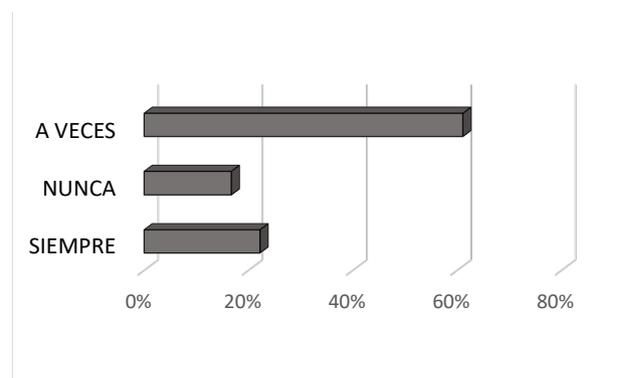


Figura 5. Separación de los residuos en la misma obra por parte de las empresas. Fuente: Los autores

En la Figura 6. se observa que las tierras de excavación son los residuos que presentan mayor frecuencia de separación (5), pero también es importante recalcar que el concreto es uno de los materiales que tiene mayor predominancia a no ser separado (2).

En cuanto a la tierra de excavación generada en las obras constructivas, gran parte de estas son reutilizadas en la misma obra (61%), un 17% son empleadas en obras de construcción cercanas, un 17% depositadas en lotes baldíos y un 5% son llevadas a vertederos legales o autorizados para

tal fin (Tabla 3). De este modo, se evidencia que un 22% de estas están siendo llevadas a sitios de disposición final, sin darles ningún tipo de aprovechamiento o recuperación.

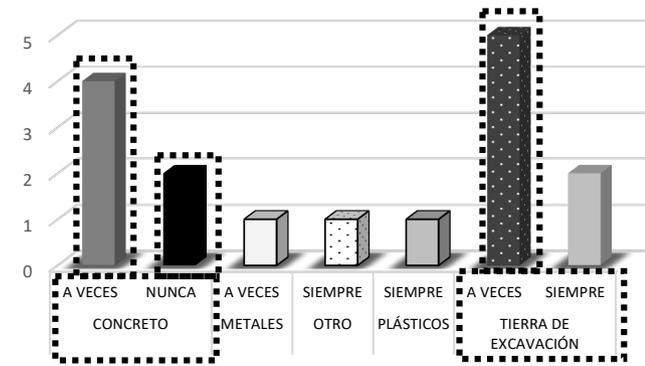


Figura 6. Clasificación de los residuos generados
Fuente: Los autores

Tabla 3. Destino de las tierras de excavación generadas.

Respuestas de empresas	Frecuencia	Porcentaje
Misma obra	11	61
Futuro proyecto	3	17
Lotes baldíos	2	17
Vertedero autorizado	1	5
Total	17	100

Fuente: Los autores

De los residuos metálicos generados en las obras constructivas, el 50% de las empresas constructoras que suministraron información, lo venden a otras empresas para su posterior clasificación y reciclaje (fundición y producción de nuevo metal), el 25% lo llevan directamente a plantas clasificadoras de metal existentes en Villavicencio y el otro 25% lo dispone en vertedero (Tabla 4). Por lo anterior, se constata que no se está haciendo una buena gestión de este residuo por parte de todas las empresas constructoras, ya que se está desperdiciando un recurso de mucho valor que podría fácilmente recuperarse y reincorporarse a un nuevo ciclo productivo. La mayoría de las empresas venden el metal debido a la alta recuperación monetaria que tienen al comercializar este material con las plantas clasificadoras localizadas en Villavicencio.

3.4. Coste de la gestión de los residuos

La información obtenida acerca de los costes económicos de la gestión de los RCD por parte de las empresas constructoras fue bastante limitada. No obstante, se pudo recolectar que los costes de transporte y disposición en

vertedero oscilan entre los \$100.000- \$200.000 por m³. Presentado este rango la mayor frecuencia en las empresas encuestadas.

3.5. Barreras e instrumentos para la gestión de los RCD en Villavicencio

3.5.1. Análisis estadístico

El análisis estadístico de las preguntas cuantitativas referentes a las barreras e instrumentos para la gestión de los RCD se realizó por medio del Software IBM SPSS Statistics 25. Se tomaron para efectuar los cálculos, sólo los valores referentes a la calificación de 6, correspondiente a “demasiado importante”. La Tabla 5 muestra el análisis estadístico global de estas preguntas.

Tabla 4. Destino de los residuos metálicos

Respuestas de empresas	Frecuencia	Porcentaje
Venta	13	50
Reciclaje	2	25
Vertedero	2	25
Total	17	100

Fuente: Los autores

En el análisis general de estas preguntas realizadas a las empresas (Tabla 5), se demuestra que el promedio más alto o media muestral la obtuvo la pregunta referida a las barreras o limitantes en la gestión integral de los RCD en Villavicencio (pregunta 24), con 4.94 de promedio. Lo anterior, sugiere que el nivel de coincidencias en esta pregunta es mayor y que las barreras en la gestión de los residuos en Villavicencio son generalizadas a nivel de la industria de la construcción.

En el cálculo de la mediana y la moda, se observa que la tendencia central se encuentra en las preguntas sobre las barreras y sobre los instrumentos (preguntas 24 y 25), con resultados de 5 para la mediana y 6 para la moda. El detalle de los análisis se observa en la Figura 8 y Figura 9.

Los datos de desviación estándar y varianza demuestran la frecuencia de los datos respecto a la totalidad de las variables cualitativas tenidas en cuenta según las respuestas de las empresas encuestadas. Las preguntas 24 y 25 obtuvieron la desviación estándar y varianza mayores con intervalos de entre 2.0 y 2.2 para la desviación estándar y entre 4.2 y 4.6 para la varianza. A mayor valor de la medida de dispersión, mayor es su variabilidad. En cambio, a menor valor, más homogeneidad en las respuestas, como ocurre con los resulta-

dos de la pregunta 23 (reducción de los residuos y mejora de su gestión), la desviación estándar y varianza se encuentran entre 1.1 y 1.3 respectivamente.

En los párrafos sucesivos se detalla el análisis estadístico para cada una de las preguntas referidas a las barreras para la gestión de los RCD en Villavicencio (preguntas 23,24 y 25 de la encuesta aplicada).

Tabla 5.

Análisis estadístico global de las preguntas acerca de las barreras e instrumentos de gestión

Barreras e instrumentos para la gestión de los RCD	Reducción de los residuos y mejora de su gestión		Barrerar o límites	Instrumentos
	Válidos	Perdidos		
N	17	0	17	17
Media	2.24		4.94	4,71
Mediana	2		5	5
Moda	1		6	6ª
Desviación	1.147		2.164	2.054
Varianza	1.316		4.684	4.221

Fuente: Los autores

Las variables tenidas en cuenta en la pregunta acerca de la reducción de los residuos y mejora en su gestión (Tabla 6 y Figura 7), evidencian que la respuesta con más frecuencia entre las empresas encuestadas fue “planificar los materiales a emplear”, en cuestión, esta variable se refiere a que la industria de la construcción en la ciudad de Villavicencio requiere desde la planificación y diseño de los proyectos arquitectónicos, contemplar los materiales a emplear e involucrar los que se generen durante la ejecución de la obra. De esta manera, la frecuencia de la variable reutilización y reciclaje sería mayor y aumentaría la efectividad de la valorización de los RCD.

En la Tabla 7 y Figura 8 referida a las barreras o limitantes en la gestión de los RCD, la variable con la frecuencia más

alta es “Altos costos en la gestión de los RCD” con una frecuencia de 4, le siguen con frecuencias de 3 las variables “Falta de conciencia medioambiental” y “Falta de control en el cumplimiento de la legislación”. Se evidencia una barrera potencial en la gestión de los RCD, debido a los inadecuados marcos legales que se perciben en la industria de la construcción y a la poca vigilancia en el cumplimiento de los mismos.

En la Tabla 8 se identifican las variables que se tuvieron en cuenta en la pregunta acerca de los instrumentos que pueden ayudar a la gestión de los residuos. Las frecuencias más representativas obedecen a la creación de mercados y planes de manejo ambiental, lo cual demuestra la necesidad de integrar mejores prácticas desde la escala nacional, regional y local.

Tabla 6.

Análisis de frecuencia acerca de la reducción de los residuos y mejora de su gestión

Reducción de los residuos y mejora de su gestión	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Planificar los materiales a emplear	6	35.3	35.3	35.3
Separarlos en la fuente	4	23.5	23.5	58.8
Reutilizarlos	4	23.5	23.5	82.4
Reciclarlos	3	17.6	17.6	100
Total	17	100	100	

Fuente: Los autores

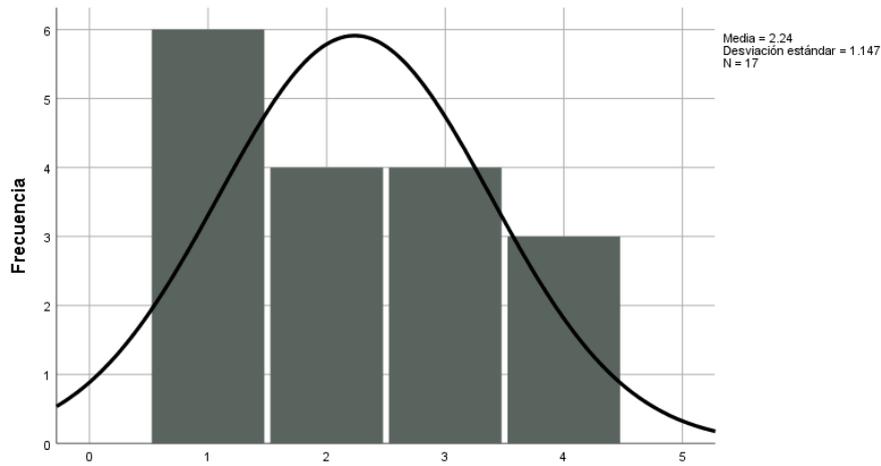


Figura 7. Histograma acerca de la reducción de los residuos y mejora de su gestión
Fuente: Los autores

Tabla 7.
 Análisis de frecuencia acerca de las barreras o limitantes en la gestión de los RCD

Barreras o limitantes	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Falta de conciencia medioambiental	3	17.6	17.6	17.6
Falta de control en el cumplimiento de la legislación	3	17.6	17.6	35.3
Falta de incentivos económicos	1	5.9	5.9	41.2
Falta de conocimiento en los sistemas de gestión	2	11.8	11.8	52.9
Altos costos en la gestión de los RCD	4	23.5	23.5	76.5
Bajos costos de disposición	1	5.9	5.9	82.4
Falta de legislación	3	17.6	17.6	100
Total	17	100	100	

Fuente: Los autores

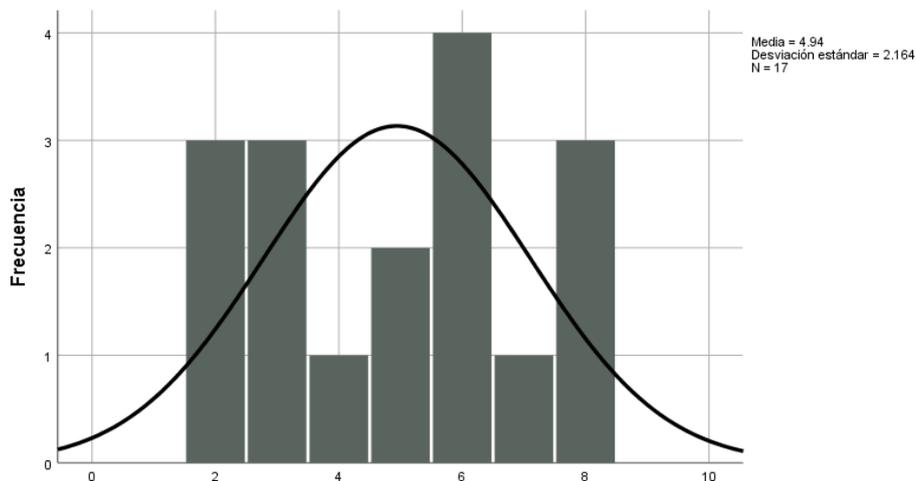


Figura 8. Histograma acerca de las barreras o limitantes en la gestión de los RCD
Fuente: Los autores

Tabla 8.
Análisis de frecuencia acerca de las barreras o limitantes en la gestión de los RCD

Instrumentos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Cargos-Tasas a los usuarios	1	5.9	5.9	5.9
Sistemas de depósito/ reembolso	3	17.6	17.6	23.5
Promulgación de leyes y normas	1	5.9	5.9	29.4
Incentivos tributarios	2	11.8	11.8	41.2
Incentivos económicos	2	11.8	11.8	52.9
Creación de mercados	4	23.5	23.5	76.5
Planes de manejo ambiental	4	23.5	23.5	100
Total	17	100	100	

Fuente: Los autores

Lo anterior demuestra que es necesario incidir en implementar los planes de manejo de RCD acompañados de prácticas de regulación y cumplimiento, o impulsores económicos, como disminución de impuestos, creación de mercados, entre otros. Lo anterior se vincula directamente con la variable sistemas de depósito y reembolso, esta fue la segunda variable en importancia como se observa en la Figura 9, lo cual se relaciona directamente con oportunidades para incentivar el mercado de los RCD y la reincorporación de los mismos a la cadena de valor, de esta forma se contribuiría en la sostenibilidad de la industria de la construcción.

3.5.2. Análisis multiatributo

Debido a que las respuestas cuantitativas (23-25 del Anexo I), correspondientes a las barreras e instrumentos para la gestión de los RCD se evaluaron en una escala de 6 puntos (1-6), estas fueron sometidas también a un análisis multiatributo (Domingo, 2017), con el fin de obtener datos más precisos. De este modo, se tuvieron en cuenta- a diferencia del análisis estadístico- todas las calificaciones dadas para cada variable por parte de cada una de las empresas.

Como resultado del análisis multiatributo, se obtuvo una calificación media para cada pregunta y una calificación media para cada variable o respuesta a dicha pregunta. Estos resultados se muestran en la Tabla 9.

De este modo, se observa (Tabla 9) que todas las variables o respuestas correspondientes a la pregunta relacionada con la reducción de los residuos y mejora en su gestión presentan una calificación media por encima de 4, lo que implica que todas las respuestas consideradas son significativas; es

decir, las empresas constructoras consideran que hace falta planificar los materiales a emplear, separar los residuos en la fuente, reutilizar y reciclar los residuos, con el fin de reducir su generación en las obras y mejorar su gestión. Las empresas dieron mayor importancia a la etapa de prevención, debido a que la planificación de los materiales a emplear presentó la mayor calificación.

Con respecto a las barreras o limitantes en la gestión de los RCD en Villavicencio, las empresas consideraron como significativa la falta de conciencia medioambiental y la falta de control en el cumplimiento de la legislación. Las demás variables o respuestas relacionadas a esta pregunta presentaron una calificación por debajo de 4 (Tabla 9), lo que indica que las empresas no las consideraron como barreras o limitantes relevantes en esta ciudad. Es por esto que la calificación media promedio resultó ser de 3.

Finalmente, los instrumentos que consideraron las empresas que podrían ayudar a que la gestión de los residuos en Villavicencio fuera más sustentable fueron los incentivos tributarios. Fue la única variable o respuesta que obtuvo una calificación media por encima de 4 (Tabla 9). Todas las demás variables: cargos/tasas a usuarios, sistemas de depósito/ reembolso, promulgación de leyes o normas, incentivos tributarios, incentivos económicos, creación de mercados, planes de manejo ambiental, resultaron poco significativas para las empresas constructoras entrevistadas de Villavicencio. Los cargos o tasas a los usuarios fue la variable que presentó menos calificación entre todas (1.5). La calificación media de todas las variables asociadas a los instrumentos que podrían ayudar a la gestión de los RCD fue de 3.0 (Tabla 9.).

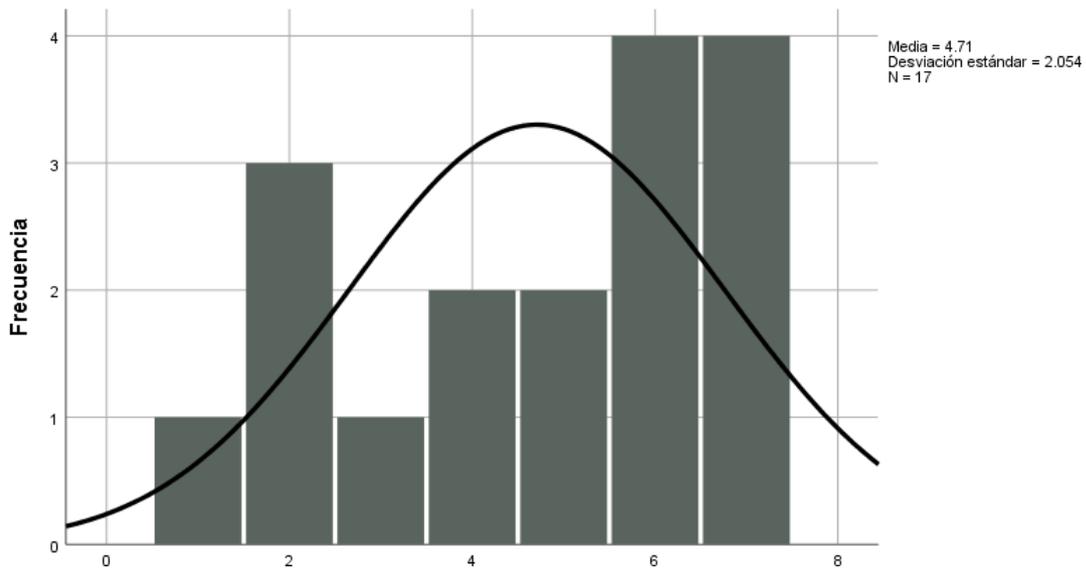


Figura 9. Histograma acerca de los instrumentos que podrían ayudar a la gestión de los RCD
Fuente: Los autores

Tabla 9. Resultados del análisis multiatributo

Barreras / instrumentos para la gestión de los RCD en Villavicencio	Calificación media	Calificación media promedio	
Reducción de los residuos y mejora de su gestión	Planificar los materiales a emplear	6.2	5.3
	Separar los residuos en la fuente	6.0	
	Reutilizar los residuos	4.5	
	Reciclar los residuos	4.4	
Barreras o limitantes en la gestión integral de los RCD en Villavicencio	Falta de legislación	2.2	3.0
	Falta de conciencia medioambiental	4.6	
	Falta de control en el cumplimiento de la legislación	4.1	
	Bajos costos de disposición	2.9	
	Falta de incentivos económicos	2.6	
	Falta de conocimiento en los sistemas de gestión	2.0	
	Altos costes de gestión de los RCD	2.3	
Instrumentos que podrían ayudar a que la gestión de los residuos sea más sustentable	Cargos/Tasas a usuarios	1.5	3.0
	Sistemas de depósito/ reembolso	2.9	
	Promulgación de leyes o normas	2.6	
	Incentivos tributarios	4.2	
	Incentivos económicos	3.2	
	Creación de mercados	2.9	
	Planes de manejo ambiental	3.6	

Fuente: Los autores

4. Discusión

En cuanto a la caracterización de los RCD provenientes de las obras constructivas de Villavicencio, destaca la gran cantidad de concreto generado, presentando similitud con los resultados encontrados por Varela *et al.*, (2014) en esta misma ciudad.

Se constató también una falta de conocimiento de los diferentes sistemas de gestión aplicados a los RCD, así como un desconocimiento acerca de la legislación relacionada con estos residuos por parte de las empresas. Esto mismo se encontró en otros estudios efectuados en otras ciudades de Colombia como es el caso de Suarez-Silgado *et al.*, (2018); Pacheco *et al.*, (2017); Bermejo (2016) y Jiménez (2013).

Como la mayoría de las empresas no están informadas acerca de los sistemas de gestión existentes para estos residuos, la gran mayoría terminan en sitios de disposición final, sin pasar antes por otra alternativa de gestión. Estos resultados coinciden con lo que afirma Robayo *et al.*, (2015) de que la disposición final de los residuos en sitios no autorizados es hoy día una práctica muy frecuente en la mayoría de las ciudades colombianas, siendo hasta ahora la opción más sencilla para deshacerse de los mismos. Esta situación se presenta de forma parecida en otras ciudades de Colombia como Ibagué, Barranquilla y Bogotá según estudios efectuados (Suárez-Silgado *et al.*, 2018; Castaño *et al.*, 2013).

Pocas empresas realizan la separación de estos residuos en las mismas obras constructivas, bien sea por desconocimiento, o porque en la actualidad no existe ninguna planta de reciclaje para la transformación de dichos residuos en áridos reciclados en Villavicencio. También puede obedecer a una falta de interés y hábito por parte de los generadores de los mismos o a que son residuos que se piensan llevar al sitio de disposición final, sin darles otro tratamiento. Todo esto dificulta a futuro el proceso de selección y reciclaje de los diferentes materiales, ya que gran parte de las veces son mezcladas insitu. Similar situación se constató en los estudios efectuados por Suárez-Silgado *et al.*, (2018) y Pacheco *et al.*, (2017).

En cuanto a los resultados estadísticos la planificación de los materiales a emplear fue la variable más representativa para la reducción de los residuos y para la mejora de su gestión. Esto mismo se encontró al llevar a cabo el análisis multia-tributo. Estos resultados coinciden con los encontrados por Huang *et al.*, (2018) y Pinzón (2014) donde el control en la fuente, el reciclaje o ciclo cerrado también juegan un papel importante para la mejora de la gestión de estos residuos.

Las barreras o limitantes identificadas en la gestión de los RCD tanto para el análisis estadístico, como para el mutiatri-

buto, fueron: la falta de conciencia medioambiental y la falta de control en el cumplimiento de la legislación. A diferencia de los resultados estadísticos, los altos costos no resultaron relevantes entre las barreras y limitantes para la gestión de los RCD. Esto puede deberse a que los datos obtenidos por las empresas referidas a esta pregunta, presentan una alta desviación estándar y una alta varianza; es decir, existe una alta variabilidad entre los factores analizados. También, debido a que sólo se tomaron para el análisis estadístico los valores correspondientes a la calificación máxima (6).

Tam (2008) y Robayo *et al.*, (2015) en sus estudios también consideran que la falta de educación y cultura es otra barrera para la gestión eficaz de estos residuos. Así mismo, Osmani *et al.*, (2007), Pinzón (2014), Robayo *et al.*, (2015) y Castaño *et al.*, (2013) también reportan que la legislación es una de las limitantes en esta gestión.

Por el contrario, estudios como el de Huang *et al.*, (2018) considera como principales barreras: la existencia de un sistema de gestión ineficaz, baja tecnología en los procesos de reciclado, y la presencia de un mercado poco desarrollado para productos reciclados de RCD y bajos costos de disposición de los RCD. La diferencia en las barreras encontradas en el estudio de Huang *et al.*, (2018) con respecto a los resultados encontrados en Villavicencio se debe tal vez a que se trata de un estudio efectuado en China, donde las condiciones económicas y técnicas del país son muy diferentes a las presentadas en Colombia.

Al identificar los instrumentos que podrían ayudar a que la gestión de los residuos sea más sustentable, en el análisis estadístico, las frecuencias más representativas obedecen a la creación de mercados y planes de manejo ambiental, lo cual demuestra la necesidad de integrar mejores prácticas desde la escala nacional, regional y local.

La elaboración de planes o estrategias de gestión de RCD es un enfoque muy común en otros países, un ejemplo de ello es Europa, donde la elaboración de planes integrados de gestión de residuos es obligatoria. Algunos de los resultados obtenidos demuestran que se ha restringido el uso de materiales vírgenes y aumentado la conciencia ambiental vinculada a una infraestructura confiable de reciclado de RCD (Directiva 2008/56/EC). De igual forma, se han documentado escenarios de éxito en el Reino Unido, donde ha aumentado la tasa de reciclaje hasta en un 90%. El resultado de estos escenarios, se ha basado en la participación de la cadena de suministro de la construcción (Chen y Lu, 2017).

Es evidente que se deben impulsar investigaciones que demuestren la composición de los RCD generados en la ciudad de Villavicencio para desarrollar planes de manejo de

los mismos que respondan a la realidad de la ciudad y a las características propias de las obras según su modalidad (obra nueva, modificación, ampliación, entre otras). Todo esto permitirá que la gestión de los RCD y su valorización sea tan eficiente como en otros casos (Gálvez-Martos, 2018; Wu, *et al.*, 2014; Duan, *et al.*, 2015).

Con el análisis multiatributo los instrumentos identificados para mejorar la gestión de estos residuos, fueron diferentes a los encontrados con el análisis estadístico. En este caso, los incentivos tributarios fueron considerados los más importantes. Esta diferencia, se debe a la alta variabilidad de los factores analizados suministrados por las empresas y a que para el análisis estadístico sólo se tomaron como referencias los valores de la calificación máxima (6, “demasiado importante”). Los cargos o tasas a los usuarios fue la variable que presentó menos calificación. Sin embargo para Pinzón (2014) esta se constituye en uno de los lineamientos importantes a tener en cuenta para la gestión integral de estos residuos.

Las barreras que se deben superar en la gestión de los RCD en Villavicencio son la falta de incentivos para recircular estos residuos y la falta de integración en la gestión sostenible de los RCD desde el momento de la generación hasta su disposición, ya que no motivan a las partes interesadas a consolidar procesos eficientes para avanzar en nuevos mercados (Ritzén y Sandström, 2017; Singh y Ordoñez, 2016).

5. Conclusiones

En la ciudad de Villavicencio no siempre se hace una buena gestión de los residuos de construcción y demolición, ya que la mayoría terminan en sitios de disposición final, sin darles antes ningún tipo de tratamiento a dichos residuos. Muy pocas empresas implementan la separación de los residuos en la fuente, lo que conlleva a que se dificulte la reutilización y el reciclaje de los mismos. El desconocimiento en la reglamentación del manejo de los RCD y la falta de conocimiento de los diferentes sistemas de tratamiento a estos residuos, así como la ausencia de infraestructura de una planta de reciclaje en esta ciudad, contribuyen a que el porcentaje de aprovechamiento de estos residuos sea muy bajo o casi nulo.

Como medida para reducir los residuos y mejorar su gestión, las empresas dieron mayor importancia a la etapa de prevención o planificación de los materiales a emplear.

Las barreras o limitantes encontradas como significantes en la ciudad de Villavicencio para la correcta gestión de los RCD, según el análisis multiatributo fueron: la falta de conciencia medioambiental y la falta de control en el cumpli-

miento de la legislación. El análisis estadístico arrojó como una barrera significativa también los altos costos en la gestión de los RCD.

De acuerdo con el análisis multiatributo, los incentivos tributarios fue el instrumento que consideraron las empresas que podría ayudar a que la gestión de los RCD en Villavicencio fuera más sustentable. Según el análisis estadístico, la creación de mercados y los planes de manejo ambiental, son instrumentos importantes a tener en cuenta para mejorar la gestión de los RCD.

Los resultados obtenidos pueden llegar a generar un avance en la gestión integral de estos residuos en Villavicencio, ya que los actores del sector de la construcción, pueden llegar a implementar estrategias, que contribuyan a la reducción de la problemática derivada de la generación de los RCD en esta ciudad. Así mismo, dichos resultados, pueden llegar a generar cambios en la normativa relacionada. ≡

6. Recomendaciones

Se debe trabajar de manera integral desde la academia, gobierno y empresa para generar programas educativos que conlleven a la obtención de una conciencia medioambiental, que permita a los agentes de la construcción implementar planes de gestión de residuos en las obras constructivas.

Sería interesante generar cambios legislativos con el fin de reconocer y validar el uso de materiales reciclados dentro de la industria de la construcción y promover la reutilización y el reciclaje de los RCD, como por ejemplo, la creación de incentivos. Así mismo, implementar y desarrollar tecnología que permita y ayude a la recuperación de los residuos provenientes de las obras constructivas.

En cuanto a las políticas ambientales y estrategias efectivas para la gestión de los RCD en la ciudad de Villavicencio, se debe integrar la mejora de instrumentos regulatorios, económicos, educativos e informativos, que constituyan las dimensiones de la gestión integral de los RCD en esta ciudad.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. ALDANA, J; SERPELL, A. Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un meta análisis. *En*: Revista de la Construc-

- ción. 24 de julio de 2012. v. 11, n. 2, p. 4-16. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2012000200002>
2. ANDRÉ, Francisco. J., y CERDÁ, Emilio. Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas. *En: Cuadernos económicos de ICE*. 2006. (71), p. 21. Disponible en <http://www.revista.sice.org>.
 3. ARCINIEGA ALVARADO, Gabriela.; JARAMILLO, Fabian.; MUÑOZ GARCÍA, Patricia. Diseño y desarrollo de un producto funcional de consumo (pan) a base de soya, máchica, amaranto y chí. *En: Ciencia Digital*, 2 jun. 2018. v. 2, n. 2, p. 391-404 Disponible en: <http://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital/index.php/CienciaDigital/article/view/103>
 4. BARRERA PEÑALOZA, Angélica Patricia.; LEÓN CORREDOR, Melissa y RUIZ SIERRA, Maria Carolina. Desarrollo de una metodología para el manejo ambiental y financiero de residuos de construcción y demolición (RCD). Caso de estudio: "Obra - Comando del Departamento de Policía Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Trabajo de Especialización. Universidad Católica de Colombia. 2017, p. 77. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15339/1/1.%20Trabajo%20de%20Grado%20-%20RDC%20en%20Obra%20-%20Con%20Cesi%20C3%B3n%20de%20De-recchos.pdf>
 5. BARRIENTOS, Francisco. Los escombros: La gestión de RCD en el mundo. España. CARTIF [online], 12 de mayo de 2016. [Citado el 17 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://blog.cartif.com/los-escombros-la-gestion-de-rccds-en-el-mundo/>
 6. BERMEJO URZOLA, Gustavo. Lineamientos para la gestión ambiental de residuos de construcción y demolición (RCD) generados en Barranquilla. Trabajo de máster. Pontificia Universidad Javeriana facultad de estudios ambientales y rurales. 2016, p. 142. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/20473/BermejoUrzolaGustavoAdolfo2016.pdf?sequence=1>
 7. CASTAÑO, Jesus; RODRÍGUEZ, Rodrigo Misle; LASSO, Leonardo Andres; GÓMEZ, Adriana y OCAMPO, Manuel. Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: Perspectivas y limitantes. *En: Tecnura*. Octubre –diciembre 2013. Vol. 17, n° 38, p.121-129. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v17n38/v17n38a10.pdf>
 8. CHÁVEZ PORRAS, Alvaro; MEJÍA CARDONA, Ana Milena; BERNAL LÓPEZ, Oscar Javier. Análisis de información sobre el manejo y gestión de escombros a nivel nacional e internacional. *En: Publicación de la Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C.*, 2014. p. 1-6. [online], Disponible en: http://www.umng.edu.co/documents/10162/745280/V3NI_11.pdf
 9. CHEN, Xi y LU, Weisheng. Identifying factors influencing demolition waste generation in Hong Kong. *En: Journal of Cleaner Production*, 2017, Vol. 141, p. 799-811. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.164>.
 10. COLOMBIA. BOGOTÁ. ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Decreto 2981 de 2013. Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. Bogotá D.C, Diario Oficial 49010 de diciembre 20 de 2013. p. 1-43.
 11. COLOMBIA.VILLAVICENCIO GOBIERNO DE LA CIUDAD. Decreto 1000 -21 (26 de mayo 2014). Por medio del cual se Regula la Gestión Integral de Escombros en el Municipio de Villavicencio. Publicado el 04 de julio de 2014. N° 069, p. 1-11.
 12. DEL RÍO, Mercedes; IZQUIERDO, Pilar Cristina; SALTO, I; SANTA CRUZ, J. La regulación jurídica de los residuos de construcción demolición (RCD) en España. El caso de la Comunidad de Madrid. *En: Informes de la Construcción*. 2010. Vol. 62, 517, 81-86. ISSN: 0020-0883. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/25932822.pdf>
 13. DNP (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN) Conpes 3797-Política para el desarrollo integral de la Orinoquia: Altillanura – Fase I. 2013. [Citado el 13 de diciembre de 2018]. Disponible en: Consejo Nacional de Política Económica y Social. Colombia. <https://ceo.uniandes.edu.co/images/Documentos/Conpes%20Altillanura%202014.pdf>
 14. DOMINGO, Niluka y HAO Luo. Canterbury Earthquake Construction and Demolition Waste Management: Issues and Improvement Suggestions. *En: International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2017. Vol 22, p. 130–138. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.03.003>.
 15. DUAN, Huabo; WANG, Jiayuan y HUANG, Qifei. Encouraging the environmentally sound management of C&D waste in China: an integrative review and research agenda. *En: Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015. Vol. 43, p. 611-620. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.069>
 16. EPA (Environmental Protection Agency). Estimating 2003. Building-related. Construction and Demolition Materials Amounts. United States Environmental Protection Agency. [online]. 2014. [Citado el 31 de marzo de 2018]. Disponible en: <https://www.epa.gov/smm/estimating-2003-building-related-construction-and-demolition-materials-amounts>
 17. ESCANDÓN MEJÍA, Juan Camilo. Diagnóstico técnico y económico del aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en edificaciones en la ciudad de Bogotá. Trabajo Final de Grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C, Colombia. 2011. p. 91. Disponible en: <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/7516/1/tesis603.pdf>.
 18. GÁLVEZ-MARTOS, Jose Luis; STYLES, David; SCHOENBERGER, Harald y ZESCHMAR-LAHL, Barbara. Construction and demolition waste best management practice in Europe. *En: Resources, Conservation and Recycling*. 2018. Vol. 136, p. 166-178. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016>.
 19. HUANG, Beijia; XIANGYU, Wang; HARN Kua; YONG Geng; RAIMUND, Bleischwitz y JINGZHENG Ren. Construction and Demolition Waste Management in China through the 3R Principle. *En: Resources, Conservation and Recycling*. 2018. Vol. 129, p. 36–44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.029>.

20. IDEA. Consultoría para el Análisis y Evaluación de la situación actual de la internalización de costos ambientales y en salud por la gestión de residuos sólidos en Colombia. Fase II Producto N 2VI–Residuos de Construcción y Demolición. [online]. 2017. [Citado el 11 de diciembre de 2018]. Disponible en: http://www.idea.unal.edu.co/proy_idea/proy_residuos479/prod2/Producto_2RCD_26-09-17.pdf.
21. IÑIGUEZ BERROZPE, Tatiana y MARCALETTI, Francesco. Modelos lineales multinivel en SPSS y su aplicación en investigación educativa. En: Reire. Universitat de Barcelona, España. Institut de Ciències de l'Educació. 2018. Pag.15. Disponible en: <http://doi.org/10.1344/reire2018.11.118984>
22. JIMÉNEZ CORTES, Heidy Esmeralda. Evaluación de la situación actual del manejo de residuos de construcción y demolición (RCD) en el municipio de Madrid (Cundinamarca). Trabajo Final de Grado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D. C., Colombia. 2013. p. 41. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/11829>
23. JIMÉNEZ BOLAÑOS, Leydi; TROCHEZ SÁNCHEZ, Nisol; Z ROSE-RO, Yessica. Estudio para aprovechamiento de RCD en Santiago de Cali como agregado en materiales de construcción. En: Bistua: Revista de la Facultad de ciencias Básicas. 2019, 17, (1), p.87-93. Disponible en: <http://revistas.unipamplona.edu.co>.
24. MENEGAKI, María y DAMIGOS Dimitris. A review on current situation and challenges of construction and demolition waste management. En: Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. 2018. Vol. 13. p. 8–15. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.02.010>
25. ORDÓÑEZ GÓMEZ, Myriam. La experiencia de Colombia en la medición de la emigración internacional, sobre la base de la pregunta sobre hijos emigrantes al exterior. Notas de Población N° 88 [online]. 2009. [Citado el 13 de diciembre de 2018]. p. 187-217. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/12851>.
26. OSMANI, M, J GLASS, y ADF PRICE. Architects' Perspectives on Construction Waste Reduction by Design. In: Waste Management. 2008. Vol. 28, N° 7, p. 1147–58. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.05.011>.
27. PACHECO BUSTOS, Carlos; FUENTES PUMAREJO, Luis; SÁNCHEZ COTTE, Edgar; RONDÓN QUINTANA, Hugo Alexander. Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de Barranquilla desde su modelo de gestión. En: Ingeniería y desarrollo. 2017. Vol. 35, N° 2, p. 1-23. ISSN: 2145-9371. Disponible en: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/viewArticle/8886>.
28. PGIRS (PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PGIRS DE VILLAVICENCIO) Alcaldía de Villavicencio. [online] 2014. [Citado el 11 de diciembre de 2018]. Disponible en: http://antigua.villavicencio.gov.co/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=1664&Itemid=88%208-05-2018.
29. PGIRS (PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PGIRS DE BARRANQUILLA) Alcaldía de Barranquilla. [online] 2016. [Citado el 11 de diciembre de 2018]. Disponible en: http://www.barranquilla.gov.co/informacion-financiera/proyecto-de-presupuesto/doc_download/4312-pgirs-distrito-barranquilla-2016-2027-definitivo
30. PGIRS (PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE MEDELLÍN). Secretaría de Gestión y control territorial. Universidad de Medellín. [online] 2014 [Citado el 1 de octubre de 2018]. Disponible en: https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportalDelCiudadano_2/AtencionCiudadana/ProgramasyProyectos/Shared%20Content/Documentos/2015/DOCUMENTOACTUALIZACIONPGIRS%20MEDELL%C3%8DNPARACONSULTA.pdf.
31. PINZÓN MUÑOZ, Adriana. Isabel. Formulación de lineamientos para la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá. Trabajo Final de Grado. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D. C., Colombia. 2014, p. 1-21. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11004/TRABAJO%20DE%20GRADO%20ADRIANA%20ISABEL%20PINZON%20M...pdf?sequence=1&isAllowed=y>
32. POGOTECH. Cifras mundiales acerca del procesamiento de RCD – Residuos de la construcción y demolición. [online]. 2017. [Citado el 17 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://pogotech.eu/es/rcd/>.
33. POT. Plan de Ordenamiento Territorial. Municipio de Villavicencio. Memoria Justificada. Secretaria de Planeación Municipal [online]. 2015. [Citado el 13 de diciembre de 2018]. Disponible en: http://antigua.villavicencio.gov.co/index.php?option=com_docman&task=&gid=1649&Itemid=136
34. RAMÍREZ TOBÓN, Julio Cesar. Instrumentos para el mejoramiento en la gestión de la política de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en Bogotá D.C. a partir de las percepciones de los constructores de obras públicas. Tesis Doctoral, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C. 2014. p. 38-39. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/13514>
35. RITZÉN, Sofía y SANDSTRÖM, Gunilla Ölundh. Barriers to the Circular Economy—integration of perspectives and domains. En: Procedia CIRP. 2017. Vol. 64, p. 7-12. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.005>
36. ROBAYO, Rafael Andres; MATTEY Pedro Enrique; SILVA Yimmy Fernando; BURGOS Diana Marcela y DELVASTO, Silvio. Los residuos de la construcción y demolición en la ciudad de Cali: un análisis hacia su gestión, manejo y aprovechamiento. En: Tecnura. 2015. Vol. 19, N° 44, pp. 157-170. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.2.a12>
37. SDA (Secretaría Distrital de Ambiente). Escombros, conceptos básicos. Coordinación de Infraestructura y Megaproyectos. [online] 2014 [Citado el 2 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.ambientebogota.gov.co/>
38. SINGH, Jagdeep y ORDÓÑEZ, Isabel. Resource recovery from post-consumer waste: important lessons for the upcoming circular

- economy. En: Journal of Cleaner Production. 2016. Vol. 134, p. 342-353. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.020>
39. SUÁREZ-SILGADO, Sindy Sofía; MOLINA BENAVIDES, Juan; MAHECHA, Leandro; CALDERÓN, Lucrecia. Diagnóstico y propuestas para la gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Ibagué (Colombia). En: Gestión y Ambiente. Junio 2018. Vol. 21, N° 1, p. 9-21. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/69636/1/69637-393214-1-PB.pdf>
 40. TAM, Vivian WY. On the Effectiveness in Implementing a Waste-Management-Plan Method in Construction. En: Waste Management. 2008. Vol. 28, N° 6, p. 1072-80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2007.04.007>.
 41. TAPIAS MENDIVELSO, Jimmy. Guía de intervención sostenible de los residuos de la construcción. Trabajo de grado Universidad Santo Tomas, Bucaramanga, 2017. P 1-62. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10696/Jimmy%20Alejandro%20Tapias-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 42. UNIÓN EUROPEA. PARLAMENTO EUROPEO. DIRECTIVE 2008/56/CE of the European Parliament and of the Council. Journal. Council Decision. 17 de junio de 2008. p. 19-40.
 43. VALERA, Mateo; RODRÍGUEZ, Juan. Estimación de generación y composición de residuos de construcción en la ciudad de Villavicencio. V Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja. [online] 2014. [Citado el 11 de diciembre de 2018]. 2014. Disponible en: <http://www.ustatunja.edu.co/cong-civil/imagenes/Articulos/-ESTIMACION%20DE%20GENERACION%20Y%20COMPOSICION%20DE%20RESIDUOS%20DE%20CONSTRUCCION%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20VILLAVICENCIO.pdf>
 44. VIDAL RAINHO, Caroline. Estudio comparativo de los sistemas de gestión de RCD's entre España y Brasil. Trabajo fin de grado Universidade da Coruña. Brasil, 2015. P 1-257. Disponible en: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/14184/VidalRainho_Caroline_TFG_2015.pdf?sequence=2
 45. WU, Zezhou; T.W Yu, Ann; SHEN, Liyin y LIU, Guiwen. Quantifying construction and demolition waste: an analytical review. In: Waste Management. 2014. Vol. 34, N°9, p. 1683-1692. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.05.01>

Anexo I

Sección	No.	EMPRESA	INFORMACIÓN				
Caracterización	1	Actividad llevada a cabo	CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	Y	OTRA	
			DEMOLICIÓN	DEMOLICIÓN	REHABILITACIÓN		
	2	Tipo de residuos generados (caracterización)	CONCRETO	TIERRA	DE	PLÁSTICOS	OTRO
			CERAMICA	EXCAVACIÓN	METALES		
	3	Además de estos ¿qué otro tipo de residuos se generan en las obras?				YESO	
	4	¿En qué zona del departamento se genera la mayor cantidad de RCD?	URBANA	SEMI-URBANA		RURAL	
5	Entidad que se encarga del transporte de los RCD						
6	Principales entidades involucradas en la gestión de los RCD						
Conocimiento	7	¿Conoce cómo reciclar los RCD?	SI	NO			
	8	¿Conoce la problemática de los RCD?	SI	NO		UN POCO	
	9	¿Conoce la legislación relacionada con los RCD?	A nivel nacional	A nivel departamental		Ninguna	
	10	¿Conoce los diferentes sistemas de gestión de los residuos generados?	SI	NO		UN POCO	
Gestión	11	¿Qué alternativas de gestión de los RCD aplica?	NINGUNO	RECICLAJE		LOTE BALDIO	
			ESCOMBRERA LEGAL	REUTILIZACIÓN		OTRO	
	12	¿Llevan a cabo la separación/clasificación de los residuos en la propia obra?	SIEMPRE	NUNCA		A VECES	
	13	¿Usan material reciclado?	SIEMPRE	ALGUNA VEZ		NUNCA	
	14	¿Se generan tierras de excavación?	SI			NO	
	15	¿Las reúsan en la misma obra?	SI			NO	
	16	Destino de las tierras de excavación generadas	MISMA OBRA			VERTEDERO	
	17	¿Qué hacen con los residuos metálicos?	Venden	Disponen en vertedero		Planta de reciclaje	
	18	Cantidad de RCD generado por semana (m ³ /semana)					
19	Metodología de almacenamiento y recolección de los residuos						
20	Tipo de transporte empleado para los residuos generados						
Coste	21	Coste de disposición del residuo en escombrera					
	22	Coste de transporte					
Barreras e instrumentos de gestión	23	Barreras o limitantes cree que existen en la gestión integral de los RCD en Villavicencio	Seleccione según su importancia (1, 2, 3, 4, 5) 1: nada importante; 2: poco importante; 3: medianamente importante; 4: importante; 5: muy importante.				
			Falta de conciencia medioambiental				
			Falta de control en el cumplimiento de la legislación				
			Bajos costos de disposición				
			Falta de incentivos económicos				
			Falta de conocimiento en los sistemas de gestión				
	24	¿Qué cree que se debe hacer para reducir los residuos y mejorar su gestión?	Seleccione según su importancia (1, 2, 3, 4, 5) 1: nada importante; 2: poco importante; 3: medianamente importante; 4: importante; 5: muy importante.				
			Planificar los materiales a emplear				
			Separarlos en la fuente				
			Reutilizarlos				
			Reciclarlos				
25	¿Qué instrumentos cree que podrían ayudar a que la gestión de los residuos sea más sustentable?	Seleccione según su importancia (1, 2, 3, 4, 5) 1: nada importante; 2: poco importante; 3: medianamente importante; 4: importante; 5: muy importante.					
		Cargos/Tasas a usuarios					
		Sistemas de depósito/ reembolso					
		Promulgación de leyes o normas					
		Incentivos tributarios					
		Incentivos económicos					
Creación de mercados							
Planes de manejo ambiental							