



Revista CEA
ISSN: 2390-0725
ISSN: 2422-3182
revistacea@itm.edu.co
Instituto Tecnológico Metropolitano
Colombia

Aproximación a la gestión de los residuos de construcción y demolición en el área metropolitana del Valle de Aburrá

Acevedo Agudelo, Harlem; Ruiz Loaiza, María Camila

Aproximación a la gestión de los residuos de construcción y demolición en el área metropolitana del Valle de Aburrá

Revista CEA, vol. 8, núm. 18, e2129, 2022

Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=638172707004>

DOI: <https://doi.org/10.22430/24223182.2129>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Aproximación a la gestión de los residuos de construcción y demolición en el área metropolitana del Valle de Aburrá

Exploratory Study of Construction and Demolition Waste Management in the Metropolitan Area of the Aburrá Valley

Harlem Acevedo Agudelo harlemacevedo@itm.edu.co

Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia

 <https://orcid.org/0000-0002-6574-855X>

María Camila Ruiz Loaiza mariacamilaruiz0612@gmail.com

Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia

 <https://orcid.org/0000-0002-0822-2770>

Revista CEA, vol. 8, núm. 18, e2129, 2022

Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia

Recepción: 14 Agosto 2021
Aprobación: 19 Septiembre 2022

DOI: <https://doi.org/10.22430/24223182.2129>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=638172707004>

Resumen: En la actualidad, los residuos de construcción y demolición (RCD) representan grandes retos para la industria de la construcción. Esto se debe en buena medida a los impactos ambientales negativos que conlleva su alta disposición en vertederos, los bajos niveles de aprovechamiento y el desconocimiento generalizado sobre prácticas de circularidad en el sector. Las estrategias con enfoque de economía circular (EC) brindan una serie de oportunidades para mejorar la gestión de estos residuos en las diferentes fases de un proyecto constructivo. En Colombia, la normativa para el manejo, control y aprovechamiento de los RCD está estipulada en la Resolución No. 0472 de 2017, la cual se convierte en un hito para la implementación de medidas de EC en el país. En este orden de ideas, el presente artículo tuvo como propósito discutir el potencial de la EC como dinamizadora en la gestión de los RCD y examinar tanto los procesos como las percepciones de los gestores de los RCD que se encuentran inscritos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), Colombia. Para ello, se llevó a cabo un estudio cualitativo y descriptivo en la revisión de las prácticas de circularidad en el ámbito regional y mediante enfoque exploratorio, se recurrió a la aplicación de entrevistas semiestructuradas y análisis documental para conocer la situación y la madurez de las empresas gestoras de los RCD. Como resultados se presentaron la descripción de los procesos y las materialidades gestionadas en el área metropolitana, las limitaciones y los avances percibidos por los gestores de RCD en el AMVA. De este modo, se encontró una región con un gran potencial de aprovechamiento donde actualmente casi todos los RCD son direccionados a la disposición final (aprox. 99.5 %); por tanto, se requiere de más actores que ingresen a este ecosistema y que desde la esfera estatal se brinden las condiciones para evitar las limitaciones descritas en este estudio.

Palabras clave: residuos de construcción y demolición, gestión de residuos, ciclo de vida de los materiales, economía circular, industria de la construcción, Clasificación JEL: Q01, Q38, Q3, N16.

Abstract: Currently, Construction and Demolition (C&D) waste poses great challenges for the construction industry. To a great extent, this is because of the negative effects of the massive disposal of C&D waste in landfills, low utilization of this waste, and a generalized lack of knowledge of circular practices in said sector. Circular Economy (CE) initiatives provide opportunities to improve C&D waste management at different stages of construction projects. In Colombia, the management, control, and utilization of C&D waste is regulated by Resolution 0472 of 2017—which is a milestone for the implementation of CE measures in said country. This article discusses the potential of the CE as a driver of C&D waste management. It also examines

the processes and perceptions of C&D waste management companies registered with the Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) in Antioquia, Colombia. For that purpose, the circularity practices of these companies were studied adopting a qualitative, descriptive, and exploratory approach. Semi-structured interviews and document analysis were conducted to learn about the situation and maturity of said companies. The results include a description of the processes and materials managed in this metropolitan area, as well as the limitations and progress perceived by C&D waste management companies registered with the AMVA. It was found that this region has great potential for C&D waste utilization because most of its C&D waste (approximately 99.5%) undergoes final disposal. Therefore, more actors should enter this business ecosystem, and the national government should create conditions to overcome the limitations described here.

Keywords: construction and demolition waste, waste management, life cycle of materials, circular economy, construction industry, JEL classification: Q01, Q38, Q53, N16.

Highlights

- Los RCD representan grandes retos para toda la industria de la construcción.
- La región presenta una escasez de empresas dedicadas a la recuperación de los RCD.
- Los grandes trayectos de transporte pesado de los RCD a disposición final repercuten en la calidad del aire de la región.
- El área metropolitana del Valle de Aburrá presenta un gran potencial de aprovechamiento de los RCD.
- La gestión de los RCD requiere de una estrategia de economía circular a mayor escala que articule a los actores y a las políticas públicas en la región.

Highlights

- Construction and Demolition (C&D) waste poses great challenges for the construction industry.
- In the metropolitan area of the Aburrá Valley, there is a scarcity of companies devoted to C&D waste recovery.
- The long trips of heavy load vehicles that perform the final disposal of C&D waste have consequences for air quality in this region.
- The metropolitan area of the Aburrá Valley has great potential for C&D waste utilization.
- C&D waste management in this region requires a bigger circular economy strategy that articulates actors and public policy.

1. INTRODUCCIÓN

El consumo de materiales requerido por la industria de la construcción en el mundo es cada vez mayor (Meglin et al., 2021). Esto obedece, en gran medida, a la demanda de edificaciones e infraestructuras por

el incremento de la población y al aumento del nivel de ingresos en muchos países (Bilal et al., 2020; Reza Esa et al., 2017a). De este modo, el planeta se encuentra enfrentado un ritmo acelerado de agotamiento de materias primas que no va acorde con el modelo de desarrollo sostenible (Díaz-García et al., 2017; Chen et al., 2021). Paralelamente, y como consecuencia de la realización, modificación y desmonte de los desarrollos constructivos, se encuentran los residuos de construcción y demolición, llamados también RCD, con unas implicaciones muy altas para el medio ambiente (Rahla et al., 2021). Un ejemplo de lo anterior, son los elevados porcentajes de estos residuos que son depositados en los vertederos diariamente. En lo que respecta a la Unión Europea, se estima que aproximadamente el 35 % de todos los residuos generados corresponden a RCD (Taboada et al., 2020). En este mismo orden, a escala global, se encuentra que también el 35 % de todos los residuos que son dispuestos en vertederos son RCD (Ghaffar et al., 2020; Kabirifar et al., 2020). Según Paschoalin Filho et al. (2020), en el mundo se estima que la generación de los RCD sobrepasa los 10 mil millones de toneladas por año en esta última década.

Es debido a esta problemática relacionada al uso insostenible de recursos finitos que nuevos enfoques y conceptos como es el caso de la economía circular (EC) entran a jugar un papel relevante en los ámbitos gubernamental, académico y organizacional (Ellen Macarthur Foundation, s. f.; Hahladakis et al., 2020). La implementación de este concepto ofrece la oportunidad de reducir el uso de materias primas y sus impactos ambientales asociados (Bilal et al., 2020). De este modo, se puede lograr mitigar la extracción excesiva de materiales, disminuir la contaminación de cauces, evitar la degradación de los ecosistemas, y brindar una alternativa diferente al modelo de la economía lineal de «tomar-hacer-consumir-desechar».

Mediante la reincorporación de los RCD al ciclo productivo, no solo se contribuye a la gestión adecuada de los residuos, sino que también se estarían creando nuevas fuentes de materiales para la industria. No obstante, debido a la presunción generalizada de que los recursos se encuentran disponibles y en abundancia, la mayoría de los actores del sector constructor, especialmente en los países en desarrollo, consideran que es más económico deshacerse de los materiales empleados que procurar soluciones para su adecuada gestión (Reza Esa et al., 2017b). Por consiguiente, se hace necesario implementar estrategias articuladas en la línea de la EC a lo largo del ciclo de vida de los proyectos constructivos con los diferentes actores que hacen parte de estos, para contribuir a la prevención, reducción, reúso, reciclaje y tratamiento de los RCD. Adicionalmente, la adecuada gestión de los RCD puede redundar en una menor presión sobre el medio ambiente, mejoras en el suministro de materias primas, aumento de la competitividad, fomento de la innovación, mayor crecimiento económico y generación de nuevas fuentes de empleo (Bao y Lu, 2020).

En Colombia, el documento de política nacional (CONPES, 2016) sobre la gestión integral de residuos sólidos incluyó dentro de sus objetivos

rectores el «...fomento de la economía circular, desarrollo sostenible, adaptación y mitigación al cambio climático» (p. 46). De esta manera, se publicó al año siguiente la Resolución No. 0472, por la cual «se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD» (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2017, p. 2). En esta resolución, se estableció por primera vez en el país un marco regulatorio con metas incrementales de aprovechamiento de RCD desde el 2 % en su primer año de vigencia, hasta alcanzar un 30 % de estos sobre el peso total de los materiales usados en el proyecto constructivo. En la región del área metropolitana del Valle de Aburrá, donde se realizó una disposición final de 4 164 465 m³ (5 830 251 ton) en el año 2016, el porcentaje de aprovechamiento fue del 0.94 % (Área Metropolitana del Valle de Aburrá [AMVA], 2017). Para el año 2020, la autoridad ambiental del AMVA, contó con ocho gestores inscritos para la realización de las actividades establecidas en la resolución en lo referente al punto limpio (almacenamiento), aprovechamiento y disposición final. Sin embargo, a pesar de informes de la entidad, no se tiene total claridad de los procesos, las estrategias, tipos y cantidades de materiales gestionados por las empresas inscritas y, asimismo, de las barreras y logros que han presentado.

El presente estudio tuvo como finalidad analizar las prácticas de circularidad de los RCD en el contexto regional y examinar los procesos y las percepciones de los gestores de los RCD que se encuentran inscritos en el AMVA. Para ello, se trató inicialmente el concepto de la EC y su papel como dinamizador de la gestión de los RCD. Posteriormente, se formularon y realizaron unas entrevistas semiestructuradas a los ocho gestores de RCD, que conformaron la población total de las empresas inscritas en la autoridad ambiental de AMVA en 2020. Con esto se buscó tener las percepciones de todos los gestores que prestan sus servicios desde el ámbito formal. Las preguntas de estas entrevistas estuvieron principalmente direccionadas a conocer los procesos, tipos y cantidades de materiales gestionados, las barreras que se han presentado, los logros que se han alcanzado y el relacionamiento con la autoridad ambiental, todo esto, en las etapas de generación, separación, recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final de los RCD.

Con el fin de orientar la investigación y definir el alcance del presente artículo, se establecieron los siguientes dos objetivos: analizar el concepto de la EC y su papel dentro de la gestión de los RCD y examinar los procesos y las percepciones de los gestores de los RCD que se encuentran inscritos en la autoridad ambiental del AMVA.

2. MARCO TEÓRICO

El concepto de economía circular ha tomado gran relevancia internacional en las esferas social, cultural y política (Tomaszewska, 2020). Gran parte de su reconocimiento se debe a que permite instrumentalizar negocios bajo el enfoque de desarrollo sostenible (López Ruiz et al., 2020). Según Munaro et al. (2020), los tres pilares del

desarrollo sostenible (social, económico y ambiental) se relacionan bastante con la EC, ya que los avances tecnológicos contribuyen a resolver problemáticas ambientales y económicas, mientras que también se busca abordar desde este concepto, un comportamiento más consiente en las personas con respecto a sus patrones de consumo (Mejía et al., 2021) y la relación existente con el cierre del ciclo de vida en cada uno de los productos que consumen.

La incorporación de la EC se ha dado en agendas políticas de gobiernos, tanto locales como regionales; ejemplo de estas integraciones se presentan en Japón, Reino Unido y la Unión Europea, donde se han lanzado iniciativas, tales como: «Hacia una economía circular: un programa de cero residuos para Europa», «Cerrando el ciclo. Un plan de acción de la UE para la economía circular» que se centran en planes de acción y propuestas legislativas en la cadena de valor de cinco sectores prioritarios, incluido, la construcción y demolición (Bao y Lu, 2020; López Ruiz et al., 2020).

El sector de la construcción, si bien es uno de los motores de la economía global que genera millones de empleos en el mundo, es uno de los mayores consumidores de materias primas y, a su vez, uno de los grandes generadores de residuos en el planeta (de Carvalho Araújo et al., 2019). Se estima que aproximadamente un 40 % de materias primas son extraídas para este sector y que el 33 % del total de las emisiones de CO₂ son producidas igualmente por este (Hahladakis et al., 2020). Por su parte, la gestión sostenible de los RCD es incipiente en muchos países. Mientras que en muchas economías desarrolladas como Holanda, Reino Unido, Alemania, Dinamarca, las tasas de recuperación de los RCD se encuentran por encima del 80 %, en economías emergentes como China, donde se generó 1130 millones de toneladas en el año 2014, la recuperación se halló cercana al 5 % (Gálvez-Martos et al., 2018; Kabirifar et al., 2020; Villoria Sáez y Osmani, 2019). Por consiguiente, se hace necesario una integración de la EC en las actividades de la industria de la construcción que permita significativas reducciones de residuos como las que ya se vienen dando en países con una madurez en la implementación de este concepto.

Para enfrentar las dificultades asociadas al desarrollo de la industria de reciclaje de RCD en economías en desarrollo, tales como la alta inversión inicial, el alto riesgo y la baja rentabilidad, se han desarrollado asociaciones público-privadas con el ánimo de buscar nuevas estrategias, tal como ocurre en algunas ciudades de China, en donde se han formado colectivos empresariales que junto al gobierno y el apoyo de la academia ya han conseguido avances en materia de incentivos tributarios y modificaciones normativas (Bao et al., 2019). Por su parte, la Fundación Ellen MacArthur (2018) promueve un marco de seis acciones llamado ReSolve, enfocado a apoyar a las empresas y a los gobiernos en la búsqueda hacia la transición de la EC; para ello, este marco intenta brindar estrategias articuladas a las acciones de: regenerar (protección de los ecosistemas y energías renovables), compartir (reutilización y prolongación de vida útil), optimizar (incremento rendimiento y eficiencia del producto final),

bucle (prefabricar y reciclar materiales), virtualizar (desmaterializar) e intercambiar (nuevas tecnologías y sustitución de materias).

En el ámbito de la industria de la construcción, los agregados reciclados son los productos más comunes provenientes del aprovechamiento de los RCD; con su uso, se puede reemplazar los agregados naturales en múltiples materialidades del sector constructor, evitando así, su vertido y el agotamiento de recurso (Hahladakis et al., 2020). Adicionalmente, existe también un gran potencial de aprovechamiento con otros materiales constitutivos de los RCD. Un ejemplo de esto es el material de excavación, que corresponde a una proporción cercana al 40 % del total de los RCD (Passos et al., 2020).

Si bien la implementación de la EC trae consigo una serie de desafíos, estos pueden ser resueltos mediante la integración de actores alineados con estrategias y medidas de circularidad, dentro de iniciativas tanto públicas como privadas, y soportadas por actividades de innovación e investigación.

3. METODOLOGÍA

El enfoque metodológico del presente estudio es cualitativo y el alcance es descriptivo en la revisión enmarcada de las prácticas de circularidad de los RCD en el ámbito regional y es exploratorio en lo relacionado con la indagación de la situación y madurez de las empresas gestoras de los RCD en el área metropolitana del Valle de Aburrá en Colombia. Para el logro de esto último, se formularon y realizaron entrevistas semiestructuradas a las empresas inscritas en la autoridad ambiental y se llevó a cabo un análisis documental normativo e institucional asociado a la gestión de los residuos de construcción y demolición en la región. La Figura 1 describe los pasos llevados a cabo para el abordaje de la investigación.

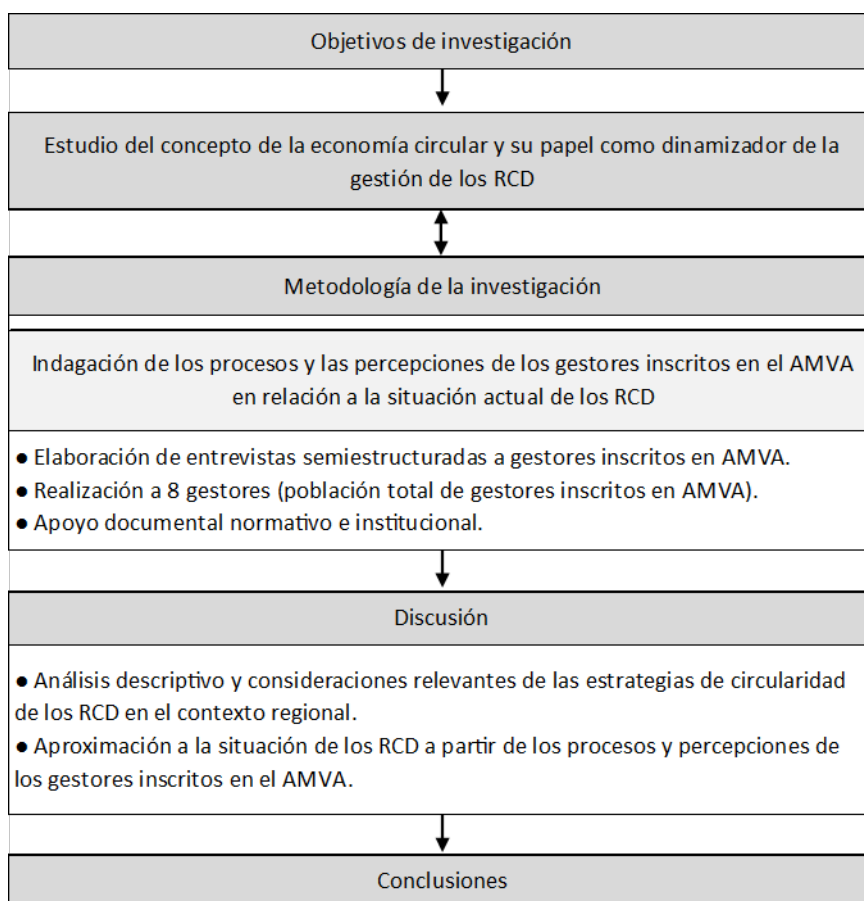


Figura 1. Metodología de la investigación

Figure 1. Methodology adopted in this study

Fuente: elaboración propia.

La ampliación del abordaje metodológico se detalla a continuación.

Formulación de entrevistas

Las entrevistas semiestructuradas son un método de investigación cualitativa que permite, a través de preguntas abiertas, pero con un carácter organizado y planificado, llegar a respuestas detalladas para su posterior sistematización. Debido a su versatilidad, este instrumento de investigación se ha convertido en un medio de recopilación bastante usado para la investigación cualitativa (Bao et al., 2019). De este modo, se realizaron entrevistas semiestructuradas a los gestores inscritos en el AMVA con la finalidad de conocer sus percepciones entorno a la situación actual de la gestión de los RCD en su región y comprender más en profundidad los procesos y funciones de cada uno de ellos dentro del sistema.

Las preguntas realizadas a los gestores inscritos en el AMVA fueron enfocadas en las etapas de generación, separación, recolección, transporte, almacenamiento (punto limpio), aprovechamiento y disposición final de los RCD. Las preguntas se encontraron direccionadas a conocer los procesos, tipos de materiales gestionados, las cantidades gestionadas y

sus tarifas, información asociada al transporte, las barreras que se han presentado, los logros que se han alcanzado, el relacionamiento con la autoridad ambiental y aspectos asociados a la normativa actual de los RCD. En la Figura 2 se detalla la estructuración de las preguntas de acuerdo con la etapa y la función específica de los gestores.

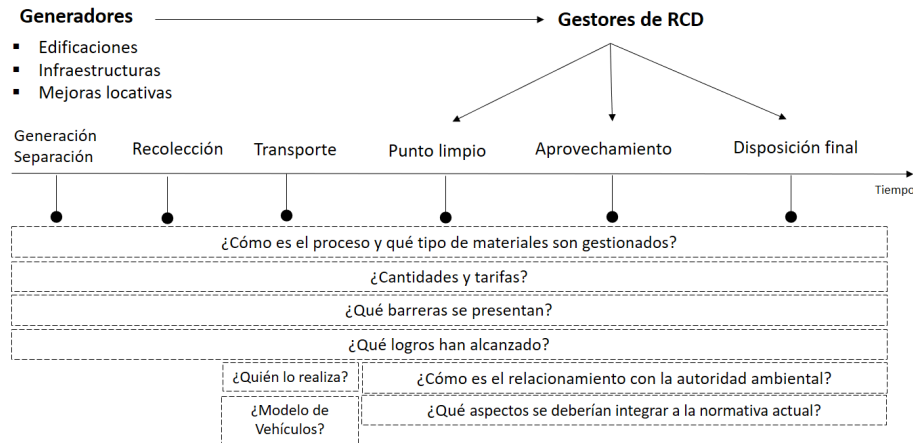


Figura 2. Formulación de las entrevistas semiestructuradas realizadas a los gestores inscritos en el AMVA

Figure 2. Formulation of the semi-structured interviews conducted at the C&D waste management companies registered with the AMVA

Fuente: elaboración propia.

Para este estudio, se realizaron ocho entrevistas semiestructuradas a los gestores inscritos en el AMVA. Es de mencionar que los ocho gestores entrevistados conformaron la población total de las empresas inscritas en la autoridad ambiental en el año 2020. Por esta razón, las respuestas que se presentan en este artículo permiten comprender en muy buena medida la situación actual de la gestión de los RCD en el Área Metropolitana, ya que se indaga sobre las perspectivas y percepciones de todos los inscritos. En la Tabla 1 se especifican los gestores entrevistados.

Tabla 1. Empresa, cargo del entrevistado, localización y función del gestor en el AMVA

Table 1. C&D waste management company, position of the interviewee, company location, and function of the company registered with the AMVA

No.	Gestores	Cargo	Municipio	Punto limpio	Aprovechamiento	Disposición final
1	Conasfaltos S. A.	Jefe de sostenibilidad y minería	Bello	-	-	X
2	Conesco S. A. S.	Gerente	Bello	-	X	-
3	Industrial Concreto S. A. S.	Residente ambiental	Girardota	-	-	X
4	Ingeniería y contratos S. A. S.	Directora ambiental	La Estrella	-	-	X
5	Kontrolgrün S. A. S.	Gerente	Envigado	-	X	-
6	MG Excedentes Industriales S. A. S.	Gerente	La Estrella	X	-	-
7	Recilcopros S. A. S.	Gerente	Copacabana	X	-	-
8	Sinesco S. A. S.	Coordinadora técnica	Medellín	X	-	-

Fuente: elaboración propia.

Cada una de las entrevistas tuvo una duración entre cuarenta y noventa minutos. Adicionalmente, se realizaron grabaciones de audio de todas las entrevistas, bajo el consentimiento informado de cada uno de los entrevistados, para facilitar la transcripción de la información suministrada. Las entrevistas semiestructuradas se llevaron a cabo en el mes de octubre de 2020. Algunas de estas entrevistas se realizaron de forma presencial, mientras que otras fueron realizadas mediante video llamadas debido a la pandemia del COVID-19.

4. RESULTADOS

En la Tabla 2 se describen las cantidades gestionadas según la actividad de la empresa y las tarifas asociadas a sus servicios. En este cuadro se observa la disparidad de los volúmenes de RCD que son dispuestos en escombreras con respecto al material aprovechado o gestionado en los puntos limpios para el periodo de 2019. La situación es más preocupante si se analiza el dato en relación con el año 2016, en el que se dispusieron en escombreras la cantidad de 5 830 251 toneladas (18 687ton/día), con un aprovechamiento solo de 91.5ton/día (0.49 %) (AMVA, 2017). Un factor relevante que dificulta encontrar las cantidades totales gestionadas en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, obedece a que varios actores importantes en la gestión de los RCD no se encuentran inscritos o registrados como gestores en la autoridad ambiental del AMVA, tal es el caso de INDURAL S. A. S., PROCOPAL S. A., PAVIMETAR

S. A., las cuales se encuentran inscritas ante la autoridad ambiental de Corantioquia, una corporación autónoma regional que posee otra jurisdicción, pero que permite el registro de empresas establecidas en el área metropolitana. Lo anterior expone una desarticulación entre las corporaciones autónomas regionales para brindar información integrada que permita conocer los materiales totales aprovechados y dispuestos para la formulación de programas orientados a su reaprovechamiento y la mejor toma de decisiones.

Tabla 2. Tarifas y cantidades gestionadas según la actividad de la empresa

Table 2. Fees and quantity of materials managed by different companies classified by type of activity

No.	Gestores	Punto limpio		Aprovechamiento		Disposición final	
		Cantidad	tarifas	Cantidad	tarifas	Cantidad	tarifas
1	Conasfaltos S. A.	-	-	-	-	300 000m ³ /año	COL\$ (30 800/viaje-49 280/viaje) *
2	Conesco S. A. S.	-	-	80 841m ³ /año	n/a	-	-
3	Industrial Concreto S. A. S.	-	-	-	-	921 868m ³ /año	COL\$ (30 000/viaje-40 000/viaje)
4	Ingeniería y contratos S. A. S.	-	-	-	-	55 000m ³	n/a
5	Kontrolgrün S. A. S.	-	-	No aprovecha directamente		-	-
6	MG Excedentes Industriales S. A. S.	250 ton/año	COL\$ (17 000/m ³ - 59 000/m ³)	-	-	-	-
7	Recilcopros S. A. S.	30 m ³ /mes	n/a	-	-	-	-
8	Sinesco S. A. S.	7000m ³ /mes**	COL\$ (30 000/m ³ - 40 000/m ³)	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

Nota: RT: *Dato tomado del PGIRS (2017); **Tiene en cuenta también el material recogido en los contenedores en las obras de construcción. 10USD=COL\$35 000 (nov.2020).

Con la finalidad de conocer las limitaciones y los avances asociados a la gestión que han venido realizando los diferentes gestores de los RCD inscritos en el AMVA, se indagó acerca de las barreras que han presentado y los logros que han alcanzado, incluyendo, también, consideraciones con respecto a la normativa y el relacionamiento con la autoridad ambiental. La Tabla 3 presenta las respuestas comunes más recurrentes entre los gestores entrevistados.

Tabla 3. Barreras presentadas y logros alcanzados por los gestores inscritos en el AMVA
 Table 3. Barriers and achievements for C&D waste management companies registered with the AMVA

¿Qué barreras se han presentado?	No.
a. Inadecuada separación en la fuente de los RCD por parte de los generadores.	6
b. Falta de acompañamiento y asistencia por parte de la autoridad ambiental.	5
c. La normatividad actual no permite la inclusión de materiales reciclados en ciertas actividades de edificación e infraestructura.	4
d. No hay una demanda establecida en el mercado de estos residuos o de productos derivados.	3
e. Desconocimiento o falta de aplicación de las exigencias normativas por parte de los motocargueros.	2
f. Falta mayor exigencia por parte de la autoridad ambiental para el cumplimiento de las metas de aprovechamiento.	1
g. Los puntos limpios, especialmente los que se encuentran a cielo abierto, son rechazados por la comunidad aledaña.	1
h. Existen "puntos limpios" o botaderos informales que dificultan la gestión sin que se tomen medidas al respecto.	1
i. Sobrecarga e inadecuada utilización de los contenedores.	1
¿Qué logros se han alcanzado?	No.
a. Cumplimiento de todas las exigencias de las autoridades ambientales.	6
b. Difusión y capacitación de buenas prácticas a generadores y/o transportadores.	4
c. Producción de producto de excelente calidad a partir de los RCD.	1
d. Demostrar que la minería urbana a partir de los RCD es un negocio viable.	1
e. Disminución de huella de carbono por eliminación de transporte de RCD a escombreras.	1
f. Relacionamiento con un número mayor de constructoras.	1
g. Desarrollo conjunto de proyectos con entidades oficiales.	1
h. Creación de línea de innovación para el desarrollo de nuevos productos.	1
i. Desarrollo de aplicativo móvil para apoyar la gestión de los RCD de los pequeños y grandes generadores.	1

Fuente: elaboración propia.

5. DISCUSIÓN

Descripción de los procesos y las materialidades gestionadas

Como ya se ha mencionado, la Resolución 0472 de 2017 clasifica las actividades de gestión integral de los RCD que son realizadas por gestores inscritos en las autoridades ambientales. Estas actividades son punto limpio, aprovechamiento y disposición final.

Los puntos limpios hacen referencia a los espacios autorizados por la autoridad ambiental destinados para la separación y el almacenamiento temporal de los RCD (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2017). Para esta función se encontraron registradas tres empresas en el Área Metropolitana, como son MG Excedentes Industriales S. A. S. (municipio de La Estrella), Recilcopros S. A. S. (municipio de Copacabana) y la empresa Sinesco S. A. S. (Medellín). En el caso de las dos primeras empresas se hace una gestión de materiales como vidrio, metales (acero, cobre aluminio, chatarra), plásticos, madera. Por su parte, Sinesco S. A. S. gestiona, adicionalmente, los materiales anteriormente mencionados y todos aquellos que provienen de modificaciones locativas de menor tamaño al igual que obras de construcción (escombros de

residuos de concreto, mortero, ladrillos, entre otros). Los residuos especiales como sacos de cemento, poliestireno expandido y drywall son gestionados también por MG Excedentes Industriales S. A. S.

En las medidas de aprovechamiento se encontraron registradas dos empresas en el listado de la autoridad ambiental, Conesco S. A. S. y Kontrolgrün S. A. S. En el primer caso, Conesco S. A. S. presta el servicio de aprovechamiento de los RCD en su planta de procesamiento en el municipio de Bello, con un 90 %, aproximadamente, de materiales provenientes de excavaciones y demoliciones de las vías, y un 10 % restante, de materiales de edificación. A partir de estos RCD aprovechables que recibe este gestor se producen ecoagregados pétreos y materias primas, tales como afirmados, base granular y subbase granular. Por su parte, el funcionamiento de la empresa Kontrolgrün S. A. S. es bastante diferente a la de Conesco S. A. S., ya que esta organización presta sus servicios enfocados al alquiler y venta de maquinaria (zarandas y minicargadores) para el aprovechamiento in situ de sus clientes en la clasificación de agregados y reutilización de material de excavación. Por consiguiente, Kontrolgrün S. A. S. no cuenta con ninguna planta de aprovechamiento.

En lo referente a la disposición final, se hallaron registradas tres empresas: Conasfaltos S. A., Industrial Conconcreto S. A. S. e Ingeniería y Contratos S. A. S. Las dos primeras empresas tienen ubicadas sus escombreras al norte del Área Metropolitana y reciben solamente material de excavación y derivados pétreos de la construcción. Lo anterior se debe al tipo de consolidación del lleno que se encuentra realizando en sus antiguas plantas de extracción de materiales de construcción. En el caso de la empresa Ingeniería y Contratos S. A. S. se da una situación bastante particular, ya que esta empresa acudió a la figura de gestor de disposición final ante AMVA para gestionar los RCD provenientes de un proyecto de construcción que está a su cargo. De este modo, la empresa dispone su RCD en los mismos terrenos del proyecto. Con lo anterior, la empresa buscaba ahorrar los costos de transporte y los impactos ambientales de transportar estos RCD desde el sur del área metropolitana hacia el norte.

En lo que refiere al transporte, se encontró que la empresa Sinesco S. A. S. contó con ocho volquetas propias para transportar sus 43 contenedores que dispone en obras de construcción, la MG Excedentes Industriales poseía dos camiones para su funcionamiento, mientras que Recilcopros S. A. S. dispuso de un camión para su servicio de recolección. De manera diferente, se implementa el servicio de transporte pesado de los otros gestores, ya que este es prestado por terceros en su totalidad. Según el informe de actualización de inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá (AMVA; Universidad Pontificia Bolivariana, 2020), en el año 2018 se encontraban registradas 4963 volquetas en esta jurisdicción. De este número de volquetas, el 31.55 % tenía un cilindraje mediano entre 3000 y 6000, y un 68.45 % con un cilindraje mayor a 6000. Este mismo informe registró que el combustible empleado para todas estas volquetas fue diésel y se halló que la antigüedad de estos vehículos tenía una proporción significativa mayor a los 25 años, y que, por tanto, poseían

tecnologías sin sistemas de control de emisiones. Lo anterior repercutió principalmente en el 29.7 % de todas las emisiones de PM_{2.5} y el 8.2 % de las emisiones de NO_x de toda el Área Metropolitana, con el agravante de que el porcentaje de este tipo de vehículos correspondió al 0.32 % del todo el parque automotor (AMVA; Universidad Pontificia Bolivariana, 2020). De este modo, se encuentra una problemática subyacente que repercute en la calidad del aire, el tráfico vehicular y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Valle de Aburrá. De ahí que la búsqueda de soluciones en este ámbito de transporte se convierta en una oportunidad de mejora para la región en materia ambiental, de movilidad y de salud pública.

Limitaciones y avances percibidos por los gestores de los RCD en el AMVA

La barrera a la que se encuentran enfrentados la mayoría de los gestores (6 de 8) está relacionada a la inadecuada separación en la fuente de los RCD por parte de los generadores. Esta es una actividad de gran repercusión en el ciclo de vida de los residuos, ya que los costos y los tiempos para separar los materiales de construcción, ya sea en planta de aprovechamiento o en punto limpio, son muy altos. Por lo tanto, esto hace inviable el aprovechamiento y/o reutilización de muchos materiales. El gerente de Recilcopros S. A. S. menciona en la entrevista que:

“realmente, el problema más frecuente con el que nosotros nos hemos topado es la separación en la fuente, muchas veces se pierde mucho reciclaje por el desconocimiento de las empresas”

Si bien el AMVA realiza capacitaciones y hace un seguimiento a las empresas, la segunda barrera más recurrente mencionada por los gestores fue la falta de acompañamiento y asistencia por parte de la autoridad ambiental (5 de 8). Varios de los gestores mencionan que la comunicación no se da de una manera constante y que se limita solo a la entrega de informes. Otros gestores son más enfáticos al referirse a que no se sienten acompañados por la autoridad ambiental, y que, incluso, han recibido más apoyo de otras instituciones como sanidad o el departamento de bomberos.

La tercera barrera más frecuente (4 de 8) se refiere a que la normatividad actual no incluye el uso de materiales reciclados en ciertas actividades de edificación e infraestructura. Esta es una de las barreras de mayor importancia dentro del ecosistema de la EC, debido a que la reglamentación no facilita la incorporación de muchos de los materiales de construcción, incluso, en obras civiles o de edificación de carácter estatal. En este aspecto, la coordinadora técnica de Sinesco S. A. S. menciona que:

«Nosotros sí hacemos todo un proceso de transformación del residuo, sí sacamos unos ecoagregados, pero como a las constructoras no les exigen que tengan un porcentaje de materiales ecológicos dentro de sus construcciones, ellos no optan por usarlos».

De manera similar a la anterior, se presenta la limitación que expresa la ausencia de una demanda establecida en el mercado de estos residuos

o de productos derivados en el sector constructor. Con respecto a esta, el gerente de Conesco S. A. S. comenta que:

«Aunque nosotros cumplimos especificaciones de normas Invías, las interventorías, al ver que es material que ellos llaman reciclado, así cumpla todo lo de la norma, tienden a decir que nunca he trabajado con eso, no le tengo confianza, no se lo recibo; entonces, cada venta de nosotros es ir a convencer a la interventoría».

Posteriormente, se encuentran algunas barreras de carácter más particular, pero que evidencian igualmente aspectos importantes a tener en cuenta. Ejemplo de esto son los relacionados a los puntos limpios cuando se menciona que existen "puntos limpios" o botaderos informales que dificultan la gestión sin que se tomen medidas al respecto por parte de autoridades ambientales o entes de control, lo cual es muy grave porque no se realizan registros y trazabilidad de los materiales que se están disponiendo en estos lugares. De igual modo, se presentan transportadores que prestan sus servicios hacia estos puntos sin que haya un seguimiento y control.

Desde el punto de vista de los logros alcanzados, se destaca la labor que los mismos gestores se encuentran realizando al manifestar el cumplimiento de todas las exigencias de las autoridades ambientales. Es de entender esta posición debido a la serie de barreras que se describen en la Tabla 3 y a muchas otras que ponen en riesgo la continuidad, e incluso, la viabilidad económica de las empresas. De esta manera, los gestores ven también en el camino que han recorrido un avance y un reconocimiento para continuar con una labor que es tan esencial para la circularidad de la región.

Un importante logro que destacan los gestores (4 de 8) es una respuesta a la principal barrera asociada a la inadecuada separación. De este modo, las empresas gestoras están tomando un rol de difusión y capacitación de buenas prácticas a generadores y/o transportadores. Esta difusión se da a través de charlas y capacitaciones a personal de obra, motocargueros o volqueteros con la finalidad de poder aprovechar todo el material separado sin tener que llevarlo a disposición final. Similar a esta línea, la empresa Sinesco S. A. S. menciona que:

«Tenemos una línea que es apoyar todo el tema de las constructoras en el cumplimiento de la Resolución 0472, el diseño del plan de manejo ambiental (PMA) de RCD y hacemos todo el tema de acompañamiento, implementación y elaboración de dicho plan para que las constructoras puedan cumplir la meta de aprovechamiento de este año».

Es de resaltar también, de esta empresa, el logro relacionado al desarrollo de un aplicativo móvil para apoyar la gestión de los RCD de los pequeños y grandes generadores. Este aplicativo ofrece el servicio interconectado con transportadores en convenio con las empresas que poseen capacitación y que disponen los residuos en los lugares autorizados, como lo es el punto limpio.

Uno de los temas a tratar con varios gestores fue la búsqueda de alianzas que les permitiera ampliar su campo de actuación dentro del ámbito empresarial o con el sector público. De este modo, el relacionamiento con

un mayor número de empresa constructoras o el trabajo en conjunto de proyectos con entidades oficiales se reconoció como un logro a destacar.

Finalmente, el mejoramiento constante relacionado con la calidad de los productos aprovechados se convirtió en un aliciente para la creación de líneas de innovación para el desarrollo de nuevos productos que pudieran satisfacer nuevas demandas bajo el cumplimiento de estándares actuales y, asimismo, competitivos en el mercado para mostrar la viabilidad de la minería urbana a partir de los RCD.

6. CONCLUSIONES

Este artículo propone un análisis sobre las prácticas de circularidad de los RCD, tanto desde una revisión en el contexto regional, como desde un estudio caso con los gestores de los RCD que se encontraron inscritos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en el año 2020, a partir de la formulación y realización de entrevistas semiestructuradas.

De la indagación de las entrevistas semiestructuradas y análisis documental, se halló, con respecto a la descripción de los procesos que existen, muy pocos puntos limpios oficiales en el Área Metropolitana, en especial que reciban escombros de residuos de concreto, mortero, ladrillos, que son los materiales más masivos de las obras de construcción y modificaciones locativas, lo cual ha promovido la proliferación de escombreras ilegales. De las dos empresas de aprovechamiento, solo una de ellas cuenta con una planta de producción, ya que únicamente la segunda presta servicios de venta y alquiler de equipo para aprovechamiento in situ; lo anterior denota una gran escasez de empresas dedicadas a la recuperación de los RCD en la región. Las empresas que realizan la disposición final en el AMVA cuentan con adecuaciones que permiten llevar a cabo las actividades de disposición sin ningún inconveniente; no obstante, la mayoría de las escombreras se encuentran en el norte del área metropolitana, lo que hace que se empleen grandes trayectos de transporte pesado que repercuten en la calidad del aire de la región.

En lo relacionado a las percepciones de los gestores de los RCD sobre las limitaciones y los avances en el AMVA, los resultados indican que las barreras más relevantes son la inadecuada separación en la fuente de los RCD por parte de los generadores, la falta de acompañamiento y asistencia por parte de la autoridad ambiental, la imposibilidad, debido a los lineamientos de la normatividad actual, de incluir materiales reciclados en ciertas actividades de edificación e infraestructura, y la ausencia de una demanda establecida en el mercado de los RCD o de productos derivados. Asimismo, los avances más comunes se relacionan con el cumplimiento de todas las exigencias de las autoridades ambientales, y la difusión y capacitación de buenas prácticas a generadores y/o transportadores que les permite afrontar en parte la barrera mencionada sobre la inadecuada separación en la fuente.

Se identificó un gran potencial de aprovechamiento en el área metropolitana del Valle de Aburrá, región donde actualmente casi todos los residuos son direccionados a la disposición final. Si bien

los gestores de los RCD se encuentran haciendo una gran labor, se requiere de más actores que ingresen a este ecosistema y que desde la esfera estatal se brinden las condiciones para evitar las limitaciones descritas en el estudio. Se cuenta con muchas prácticas de circularidad documentadas internacionalmente, desde lo privado y lo gubernamental, que permitirían fortalecer y estructurar un entorno más incluyente, consciente y contextualizado para un alto grado de recuperación de los RCD en el AMVA. Las estrategias de gestión no deben ser pensadas desde la generación de los residuos, sino desde la misma planificación y el diseño de las construcciones. Por esta razón, los gestores no deben ser los únicos responsables de la gestión de los RCD, ya que esto involucra a todos los actores de la industria de la construcción desde sus funciones y roles específicos. Es así, que se hace relevante la participación de los gestores en las mesas de trabajo realizadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el ámbito nacional, al igual que las autoridades ambientales regionales en materia de EC y gestión de residuos sólidos. De esta manera, las solicitudes presentadas pueden ser más fáciles de escalar y de articular con la creación de nuevas políticas direccionadas a fomentar acciones concretas que puedan ayudar a viabilizar más el aprovechamiento y la adecuada gestión de estos residuos en el país.

El alcance de esta investigación estuvo enmarcado en el grupo de gestores inscritos en la autoridad ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, lo que permitió tener una panorámica actual sobre la gestión de los RCD en la región. No obstante, si bien se discutió parte de la incidencia de los procesos que se presentan desde la informalidad en la región y, asimismo, sobre la desarticulación presente entre las corporaciones autónomas regionales en la gestión de la información de los gestores que actúan sobre el territorio, se recomienda, para una próxima investigación, detallar los procesos que se llevan a cabo desde los gestores informales y los efectos que acarrearán en el Valle de Aburrá. Igualmente, indagar a las corporaciones autónomas AMVA y Corantioquia para integrar su visión al análisis y la discusión.

Agradecimientos

Este proyecto se realizó en el Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM y contó con el financiamiento del Departamento de Ciencias Ambientales y de la Construcción y el programa de Investigación Formativa de la Oficina de Automedición y Control - CTI, con Resolución No. 375 de 2020.

REFERENCIAS

Área Metropolitana del Valle de Aburrá; Universidad Pontificia Bolivariana. (2020). *Actualización inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá - año 2018*. AMVA, UPB. <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Documents/Inventario-de-emisiones/Inventario-de-Emisiones-2018.pdf>

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2017). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos regional del Área Metropolitana del Valle de Aburrá*.
- Bao, Z., Lu, W. (2020). Developing efficient circularity for construction and demolition waste management in fast emerging economies: Lessons learned from Shenzhen, China. *Science of the Total Environment*, v. 724, 138264. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138264>
- Bao, Z., Lu, W., Chi, B., Yuan, H., Hao, J. (2019). Procurement innovation for a circular economy of construction and demolition waste: Lessons learnt from Suzhou, China. *Waste Management*, v. 99, 12-21. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.08.031>
- Bilal, M., Ahmad Khan, K. I., Thaheem, M. J., Nasir, A. R. (2020). Current state and barriers to the circular economy in the building sector: Towards a mitigation framework. *Journal of Cleaner Production*, v. 276, 123250. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123250>
- Chen, Y., Ma, L., Zhu, Z. (2021). The environmental-adjusted energy efficiency of China's construction industry: A three-stage undesirable SBM-DEA model. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 28, n. 41, 58442-58455. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14728-2>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2016, 21 de noviembre). *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>
- de Carvalho Araújo, C. K., Salvador, R., Moro Piekarski, C., Sokulski, C. C., de Francisco, A. C., de Carvalho Araujo Camargo, S. K. (2019). Circular economy practices on wood panels: A bibliographic analysis. *Sustainability*, v. 11, n. 4, 1057. <https://doi.org/10.3390/su11041057>
- Díaz-García, A., Martínez-García, C., Cotes-Palomino, T. (2017). Properties of residue from olive oil extraction as a raw material for sustainable construction materials. Part I: Physical properties. *Materials*, v. 10, n. 2, 100. <https://doi.org/10.3390/ma10020100>
- Ellen MacArthur Foundation. (2018). *Hacia Una Economía Circular: Motivos económicos para una transición acelerada*. <http://repositorio.ampf.org.ar/greenstone/sites/localsite/collect/economia/index/assoc/D219.dir/hacia-una-economia-circular.pdf>
- Ellen Macarthur Foundation. (s.f.). *What is a circular economy?* <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Gálvez-Martos, J. -L., Styles, D., Schoenberger, H., Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 136, 166-178. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016>
- Ghaffar, S. H., Burman, M., Braimah, N. (2020). Pathways to circular construction: An integrated management of construction and demolition waste for resource recovery. *Journal of Cleaner Production*, v. 244. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118710>
- Hahladakis, J. N., Purnell, P., Aljabri, H. M. S. J. (2020). Assessing the role and use of recycled aggregates in the sustainable management of construction and demolition waste via a mini-review and a case study. *Waste Management and Research*, v. 38, n. 4, 460-471. <https://doi.org/10.1177/0734242X19897816>
- Kabirifar, K., Mojtahedi, M., Wang, C., Tam, V. W. Y. (2020). Construction and demolition waste management contributing factors coupled with

- reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review. *Journal of Cleaner Production*, v. 263, 121265. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121265>
- López Ruiz, L. A., Roca Ramón, X., Gassó Domingo, S. (2020). The circular economy in the construction and demolition waste sector – A review and an integrative model approach. *Journal of Cleaner Production*, v. 248, 119238. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119238>
- Meglin, R., Kytzia, S., Habert, G. (2021). Regional circular economy of building materials: Environmental and economic assessment combining Material Flow Analysis, Input Output Analyses, and Life Cycle Assessment. *Journal of Industrial Ecology*, v. 26, n. 2, 562-576. <https://doi.org/10.1111/jiec.13205>
- Mejía, J. C., Currás-Pérez, R., Córdoba-Segovia, C. M. (2021). Influencia de la religiosidad, la norma subjetiva y la efectividad percibida del consumidor en el consumo socialmente responsable. *Revista CEA*, v. ., n. 14, e1809. <https://doi.org/10.22430/24223182.1809>
- Munaro, M. R., Tavares, S. F., Bragança, L. (2020). Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment. *Journal of Cleaner Production*, v. 260, 121134. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121134>
- Paschoalin Filho, J. A., Da Silva Bezerra, C. M., Guerner Dias, A. J. (2020). Environmental indicators proposal for construction solid waste management plans assessment. *Management of Environmental Quality*, v. 31, n. 6, 1623-1645. <https://doi.org/10.1108/MEQ-07-2019-0153>
- Passos, J., Alves, O., Brito, P. (2020). Management of municipal and construction and demolition wastes in Portugal: future perspectives through gasification for energetic valorization. *International Journal of Environmental Science and Technology*, v. 17, 2907-2926. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02656-6>
- Rahla, K. M., Mateus, R., Bragança, L. (2021). Selection criteria for building materials and components in line with the circular economy principles in the built environment—A review of current trends. *Infrastructures*, v. 6, n. 4, 49. <https://doi.org/10.3390/infrastructures6040049>
- Resolución No. 0472. Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones. (2017, 28 de febrero). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.cornare.gov.co/residuos/rcd/res-472-de-2017.pdf>
- Reza Esa, M., Halog, A., Rigamonti, L. (2017a). Developing strategies for managing construction and demolition wastes in Malaysia based on the concept of circular economy. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, v. 19, 1144-1154. <https://doi.org/10.1007/s10163-016-0516-x>
- Reza Esa, M., Halog, A., Rigamonti, L. (2017b). Strategies for minimizing construction and demolition wastes in Malaysia. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 120, 219-229. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.12.014>
- Taboada, G. L., Seruca, I., Sousa, C., Pereira, Á. (2020). Exploratory data analysis and data envelopment analysis of construction and demolition waste

- management in the European economic area. *Sustainability*, v. 12, n. 12, 4995. <https://doi.org/10.3390/su12124995>
- Tomaszewska, J. (2020). Polish transition towards circular economy: Materials management and implications for the construction sector. *Materials*, v. 13, n. 22, 5228. <https://doi.org/10.3390/ma13225228>
- Villoria Sáez, P., Osmani, M. (2019). A diagnosis of construction and demolition waste generation and recovery practice in the European Union. *Journal of Cleaner Production*, v. 241, 118400. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118400>

Notas

- **CONFLICTOS DE INTERÉS**
Los autores declaran que no presentan conflictos de interés financiero, profesional o personal que pueda influir de forma inapropiada en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.
- **CONTRIBUCIÓN DE AUTORES**
Para el desarrollo de este proyecto todos los autores han realizado una contribución significativa especificada a continuación:
Harlem Acevedo Agudelo: Investigador principal, concepción y diseño de la investigación, revisión de literatura, realización y aplicación de instrumentos de recolección de información, análisis de la información y resultados, redacción del artículo, respuesta a las recomendaciones de los evaluadores de la revista y al editor.
María Camila Ruiz Loaiza: Joven investigadora, revisión de literatura, realización y aplicación de instrumentos de recolección de información, redacción del artículo, respuesta a las recomendaciones de los evaluadores de la revista y al editor.
- * Este proyecto se realizó en el Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM y contó con el financiamiento del Departamento de Ciencias Ambientales y de la Construcción y el programa de Investigación Formativa de la Oficina de Automedición y Control - CTI, con Resolución No. 375 de 2020.

Información adicional

Cómo citar / How to cite: Acevedo Agudelo, H., Ruiz Loaiza, M. C. (2022). Aproximación a la gestión de los residuos de construcción y demolición en el área metropolitana del Valle de Aburrá. *Revista CEA*, v. 8, n. 18, e2129. <https://doi.org/10.22430/24223182.2129>