



Revista EIA  
ISSN 1794-1237  
e-ISSN 2463-0950  
Año XIX/ Volumen 22/ Edición N.44  
Julio - diciembre 2025  
Reia4404 pp. 1-16

Publicación científica semestral  
Universidad EIA, Envigado, Colombia

## PARA CITAR ESTE ARTÍCULO / TO REFERENCE THIS ARTICLE /

Pardo Álvarez, N. S.; Quintero García,  
K. L. y Arboleda López, S. A.

Influencia de la Resolución 1257 de  
2021 en las Emisiones del Sector  
Constructor Colombiano: Parte 2 -  
Análisis de Transporte

Revista EIA, 22(44), Reia4404 pp. 1-16  
<https://doi.org/10.24050/reia.v22i43.1788>

✉ *Autor de correspondencia:* Correa  
Pardo Álvarez, N. S.  
Ingeniero de Materiales y Magíster  
en Ingeniería de Materiales  
Correo electrónico:  
[nicolas.pardo.alvarez@gmail.com](mailto:nicolas.pardo.alvarez@gmail.com)

**Recibido:** 28-05-2024

**Aceptado:** 10-06-2025

**Disponible online:** 01-07-2025

# Influencia de la Resolución 1257 de 2021 en las Emisiones del Sector Constructor Colombiano: Parte 2 - Análisis de Transporte

✉ NICOLÁS STEVEN PARDO ÁLVAREZ<sup>1</sup>  
KELLY LEANI QUINTERO GARCÍA<sup>1</sup>  
SERGIO ANDRÉS ARBOLEDA LÓPEZ<sup>1</sup>

1. Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Colombia.

## Resumen

Actualmente se reconoce que el sector constructor es uno de los principales consumidores de materiales y generadores de residuos y emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a nivel mundial. En Colombia existe la Resolución 1257 de 2021 (modificación de la Resolución 0472 de 2017) para llevar a cabo una adecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Sin embargo, es importante analizar la influencia de la gestión de los RCD en la huella de carbono de las edificaciones, en sus diferentes etapas. Por esta razón, la presente investigación tiene como objetivo complementar la valoración técnica de la relación entre el componente normativo de gestión de RCD y la huella de carbono asociada al transporte de materiales hasta la obra y de RCD hasta sitios de aprovechamiento o disposición final, utilizando como estudio de caso una edificación en altura ubicada en la ciudad de Medellín. La edificación fue analizada anteriormente para la etapa de extracción y manufactura de materiales. En este sentido, se plantearon cuatro escenarios de cumplimiento de Programa de Manejo Ambiental (PMA) en función de diferentes diseños de mezcla de concreto de 24 MPa de resistencia a la compresión, analizando el transporte de todos materiales hasta la obra y de los RCD hasta sitios de aprovechamiento o disposición final. Los resultados mostraron que el escenario 4, de mayor

reducción en la huella de carbono en la etapa de materiales (338,1 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> frente a 438,1 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> del escenario base), presentó un incremento en la etapa de transporte (16,7 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> frente a 13,6 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> del escenario base). Lo anterior demuestra la importancia de llevar a cabo análisis en varias etapas del ciclo de vida de las edificaciones, para que la toma de decisiones permita una reducción en la huella de carbono de los proyectos constructivos.

**Palabras claves:** Residuos de construcción y demolición (RCD), huella de carbono, construcción sostenible, ciclo de vida constructivo, Gases de Efecto Invernadero (GEI), transporte

---

## Influence of Resolution 1257 of 2021 on the Emissions of the Colombian Construction Sector: Part 2 - Transport Analysis

### Abstract

It is currently recognized that the construction sector is one of the primary consumers of materials and generators of waste and greenhouse gas (GHG) emissions worldwide. In Colombia, Resolution 1257 of 2021 (a modification of Resolution 0472 of 2017) exists to ensure the proper management of Construction and Demolition Waste (CDW). However, it is crucial to analyze the influence of CDW management on the carbon footprint of buildings across different stages. For this reason, the present research aims to complement the technical assessment of the relationship between the regulatory component of CDW management and the carbon footprint associated with the transport of materials to the construction site and CDW to recovery or final disposal sites, using a high-rise building in the city of Medellín as a case study. The building was previously analyzed for the extraction and manufacturing stage of materials. In this context, four scenarios of compliance with Programa de Manejo Ambiental (PMA) were proposed based on different concrete mix designs of compressive strength 24 MPa, analyzing the transport of all materials to the construction site and the CDW to recovery or final disposal sites. The results showed that Scenario 4, which had the greatest reduction in the carbon footprint during the materials stage (338.1 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> compared to 438.1 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> in the baseline scenario), presented an increase in the transport stage (16.7 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> compared to 13.6 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> in the baseline scenario). This demonstrates the importance of conducting analyses across multiple stages of the building lifecycle, ensuring that decision-making leads to a reduction in the carbon footprint of construction projects.

**Keywords:** Construction and demolition waste (CDW), carbon footprint, sustainable construction, constructive life cycle, greenhouse gases (GHG), transport.

## 1. Introducción

En la actualidad, la normativa asociada a la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) en Colombia, regulada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, es la Resolución 1257 del 2021 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021) la cual modifica y adopta otras disposiciones respecto a la Resolución 0472 de 2017 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Uno de los principales cambios en la actualización de la norma se encuentra asociado al cálculo y cumplimiento de las metas de aprovechamiento de RCD, para las cuales los grandes generadores deberán aprovechar un porcentaje en peso del total de los RCD generados en la obra. A diferencia de la Resolución anterior, enfocada a la incorporación de RCD aprovechables en las edificaciones en porcentajes incrementales anuales, la Resolución actual se enfoca en la gestión de los RCD generados en la obra, con porcentajes y años determinados, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Metas de aprovechamiento de RCD (en %) por año (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

Categoría especial	Categoría 1, 2, 3	Categoría 4, 5, 6	Cumplimiento de meta
25%	15%	5%	1° de enero de 2023
50%	30%	20%	1° de enero de 2026
75%	60%	40%	1° de enero de 2030

Por otra parte, el sector constructor es responsable de al menos el 34% del total del consumo de energía y 37% del total de las emisiones de CO<sub>2</sub>e a nivel mundial. En estos porcentajes se incluye la participación de edificaciones a nivel residencial y no residencial,

discriminando entre emisiones directas e indirectas (operación de las edificaciones) y el consumo de materiales (extracción de materia prima y fabricación de materiales de construcción). Sin embargo, se menciona que son al menos estos porcentajes, ya que, bajo enfoque de ciclo de vida, también presentan participaciones importantes en sectores como el transporte (transporte de materiales a obra y de residuos de construcción y demolición a disposición) y otras industrias (UNEP, 2022, 2023, 2024). Teniendo en cuenta que el incremento en la cantidad de gases de efecto invernadero - GEI se relaciona de manera directa con el aumento en el calentamiento global y el número de desastres naturales (Cappelli et al., 2021), el sector constructor es de vital importancia para cumplir con las aspiraciones globales de mitigación del cambio climático.

La huella de carbono en el ciclo de vida de las edificaciones abarca todas las emisiones de GEI asociadas a las diferentes fases del proceso constructivo, desde la extracción de materias primas hasta la disposición final de residuos (Área metropolitana del Valle de Aburrá et al., 2018; Atmaca & Atmaca, 2022; Cho & Chae, 2016; Huang et al., 2024; Labaran et al., 2021; Moussavi Nadoushani & Akbarnezhad, 2015; Pardo et al., 2017; Rabani et al., 2021; Seo et al., 2016; Sinha et al., 2016; Sizirici et al., 2021; Wu et al., 2017). La etapa de transporte de materiales a la obra, así como el transporte de RCD hasta un sitio de aprovechamiento o disposición final es relevante, dado que las emisiones de GEI generadas pueden variar considerablemente, dependiendo de la distancia recorrida, el tipo de combustible utilizado y la eficiencia de los vehículos de transporte. La optimización de las rutas de transporte, el uso de vehículos de bajas emisiones y la selección de proveedores locales son estrategias fundamentales para reducir el impacto ambiental en esta etapa (Abdullah & Usman, 2022; Antunes et al., 2024; Bošković & Radivojević, 2023; Sezer & Fredriksson, 2021).

Sin embargo, debido a que las emisiones asociadas al transporte de materiales hasta la obra y RCD hasta sitios de aprovechamiento o disposición final son bajas en comparación con otras etapas del ciclo de vida de las edificaciones, se evidencia poca información bibliográfica relacionada a nivel local. Debido a lo anterior, en esta investigación se llevó a cabo el análisis del impacto en el

transporte de materiales hasta la obra y de RCD hasta los sitios de aprovechamiento o disposición final, en función del cumplimiento de la normativa colombiana de gestión de RCD. La investigación tomó como partida la información y el artículo publicado por Pardo et al (2022) en relación a la edificación analizada, los escenarios de programa de manejo ambiental y la generación de emisiones por metro cuadrado para la etapa de materiales.

## **2. Materiales y métodos**

### ***2.1. Edificación analizada***

Para el análisis se eligió una obra civil denominada “Proyecto X”. La obra está comprendida por una edificación en altura correspondiente a 23.007,46 m<sup>2</sup> construidos, ubicada en el municipio de Medellín, Antioquia. La obra comenzó actividades de construcción en febrero del año 2019 y finalizó actividades en noviembre de 2021, periodo en el cual aún se encontraba vigente la Resolución 0472 de 2017 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). En este caso, y para Medellín como municipio de categoría especial, el cumplimiento de la meta se encuentra asociado a la gestión del 25% del total de los RCD generados en la obra.

### ***2.2. Escenarios analizados para el consumo de combustibles durante la etapa de transporte de materiales y RCD***

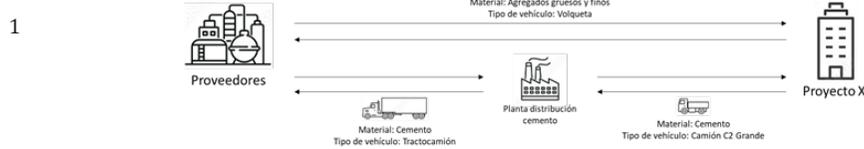
Los escenarios analizados toman como partida las mezclas de concreto planteadas por Pardo et al (2022). El análisis del transporte se llevó a cabo tomando en cuenta el lugar de extracción de la materia prima y fabricación de cada material, el transporte hasta un centro de distribución o lugar de premezclado del concreto y posteriormente hasta la obra, teniendo en cuenta los transportes de ida y regreso (Tabla 2).

**Tabla 2.** Descripción de los procesos de transporte por escenario.

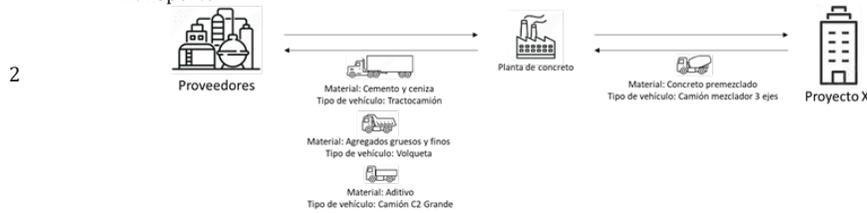
**Escenarios**

**Características de las mezclas, transporte de materiales y tipos de vehículos**

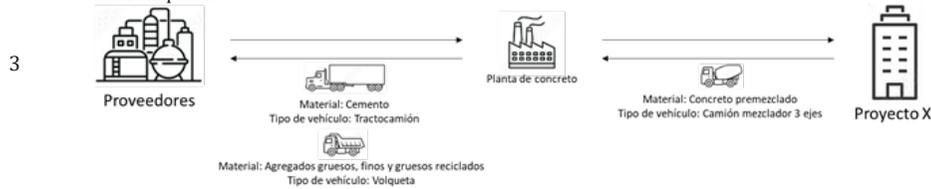
- Descripción tipo de mezcla: Mezcla de concreto básica, es decir, sin la incorporación de agregado reciclado, superplastificante o ceniza volante
- Transporte:



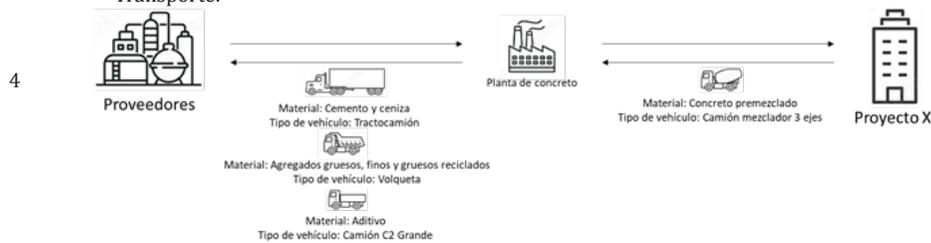
- Descripción tipo de mezcla: Mezcla de concreto modificada con la incorporación de 1,5% de superplastificante y una sustitución del 30% de cemento por ceniza volante tipo C
- Transporte:



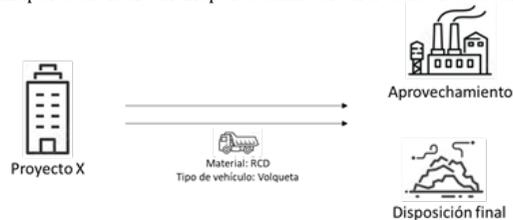
- Descripción tipo de mezcla: Mezcla de concreto modificada con la sustitución del 20% de agregado virgen por agregado reciclado generado a partir de RCD, sin inclusiones de aditivos o adiciones
- Transporte:



- Descripción tipo de mezcla: Mezcla de concreto modificada con la incorporación de 1,5% de superplastificante), sustitución del 30% de cemento por ceniza volante tipo C y sustitución del 20% de agregado virgen por agregado reciclado generado a partir de RCD
- Transporte:



- Transporte de RCD: Transporte transversal a todos los escenarios



### 2.3. Implicaciones del cambio de normativa

Como se mencionó en la introducción, la Resolución 1257 de 2021 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021) actualiza la Resolución 0472 de 2017 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017) respecto a la gestión de RCD, dejando de lado la incorporación de material reciclado y enfocando el cálculo a la gestión de los RCD generados. Por lo tanto, el Programa de Manejo Ambiental (PMA) fue actualizado para cada escenario de acuerdo a la normativa vigente. No obstante, a pesar del cambio de normativa, las tipologías de RCD analizados fueron RCD 1.1 correspondientes a productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno, RCD 1.2 relacionados a productos de cimentaciones y pilotajes, RCD 1.3 correspondientes a pétreos y RCD 1.4 relacionados a no pétreos.

### 2.4. Huella de carbono para la etapa de transporte

Para el cálculo de la huella de carbono de la etapa de transporte de materiales y RCD ( $\text{kg CO}_2\text{e/m}^2$ ) se utilizó la norma NTC 14064-1 (ISO 14064-1, 2018) con los factores de emisión de combustibles colombianos (INCOMBUSTION, 2016). En la Tabla 3 se presentan los factores de emisión ( $\text{kg CO}_2/\text{gal}$ ) utilizados para cada combustible, incluyendo el ajuste por emisiones móviles de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ .

**Tabla 3.** Factores de emisión para combustibles colombianos (INCOMBUSTION, 2016).

Combustible	Factor de emisión ( $\text{kg CO}_2\text{e/gal}$ )	Incertidumbre (%)
Diésel B2	10,160	0,205
Diésel B10	9,259	0,205
Gasolina motor	8,824	0,203
Gasolina E10	6,869	0,234
Gas natural genérico	2,101	6,589
GLP genérico	3,051	0,208

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Escenarios analizados para el consumo de combustibles

En la Tabla 4 se presenta un resumen de los principales resultados reportados por Pardo et al (2022). Se puede observar que las densidades de cada diseño de mezcla influyen de manera directa en la cantidad de concreto requerida por la obra, con un rango entre 36.383,81 t para el escenario 2 y 37.904,11 para el escenario 1 siendo constante el consumo de los demás materiales, con un valor reportado de 8.774,92 t. Bajo las condiciones de disposición final de los RCD 1.1 y 1.2 y el aprovechamiento en planta de los RCD 1.3 y los RCD 1.4, la cantidad de RCD recibida en planta de aprovechamiento varía entre 42,29 t para los escenarios 3 y 4 y 1.714,35 t para el escenario 1 y la cantidad de RCD llevado a un sitio de disposición corresponde a 6.531,86 t.

**Tabla 4.** Información referente a la descripción de las mezclas, cantidad de materiales, gestión de RCD y porcentaje de cumplimiento de las normas para el Proyecto X (Pardo Álvarez et al., 2022).

Características	Escenarios			
	1	2	3	4
Diseño de mezcla (kg/m <sup>3</sup> )	C: 369,0	C: 206,0	C: 376,0	C: 202,0
C: cemento, Ag: agua,	Ag: 203,0	Ag: 156,0	Ag: 200,0	Ag: 144,0
Agg: agregado grueso,	Agg: 685,0	Agg: 685,0	Agg: 646,4	Agg: 649,0
Agf: agregado fino, Ad:	Agf: 1.124,0	Agf: 1.146,0	Agf: 998,0	Agf: 1.060,0
aditivo superplastificante,	Ad: 0	Ad: 4,5	Ad: 0	Ad: 4,9
Cn: ceniza volante, Aggr:	Cn: 0	Cn: 88,0	Cn: 0	Cn: 86,0
agregado grueso reciclado	Aggr: 0	Aggr: 0	Aggr: 135,7	Aggr: 162,0
Cantidad de concreto (t/obra)	37.904,11	36.383,81	37.507,72	36.740,40
Cantidad otros materiales (t/obra)	8.774,92			
Cantidad de RCD recibido en planta de aprovechamiento de RCD (t/obra)	1.714,35	198,18	42,29	
Cantidad de RCD llevado a sitio de disposición final de RCD (t/obra)	6.531,86			

En la Tabla 5 se presenta, para cada componente del concreto en los diferentes escenarios, la ubicación de salida y de llegada del transporte, el tipo de vehículo, el rendimiento y la carga estimada

por viaje. Tanto los consumos de combustible como las eficiencias en función de la carga de los vehículos fueron tomados del estudio de Ramiro et al (2021). En general, se puede observar que la ceniza volante, el cemento y el aditivo presentan los mayores desplazamientos, ya que la planta de producción de cemento y aditivo y la termoeléctrica para la ceniza volante se encuentran por fuera del área metropolitana.

**Tabla 5.** Consumo (km/gal), carga por viaje (t) y distancia recorrida (km) para los transportes de materiales desde los diferentes puntos de salida y llegada por material.

Material	Transporte	Tipo vehículo	Punto salida	Punto de llegada	Consumo (km/gal)	Carga por viaje (t)	Distancia (km)
Cemento	Ida	Tractocamiones	Planta Argos Río Claro	Planta Argos La Estrella	5,5	40	156,8
	Regreso	Tractocamiones	Planta Argos La Estrella	Planta Argos Río Claro	6,3	-	158,6
	Ida	Camiones C2 Grandes	Planta-Argos La Estrella	Proyecto X	11,0	20	10,6
	Regreso	Camiones C2 Grandes	Proyecto X	Planta Argos La Estrella	12,3	-	8,11
Agregado grueso	Ida	Volquetas	Cantera Conasfaltos	Proyecto X	4,8	25	26,8
	Regreso	Volquetas	Proyecto X	Cantera Conasfaltos	5,3	-	26,9
	Ida	Volquetas	Cantera Mincivil	Planta Argos La Estrella	4,8	25	42,9
	Regreso	Volquetas	Planta Argos La Estrella	Cantera Mincivil	5,3	-	44,6
Agregado fino	Ida	Volquetas	Cantera Conasfaltos	Proyecto X	4,8	25	26,8
	Regreso	Volquetas	Proyecto X	Cantera Conasfaltos	5,3	-	26,9
	Ida	Volquetas	Cantera Mincivil	Planta Argos La Estrella	4,8	25	42,9
	Regreso	Volquetas	Planta Argos La Estrella	Cantera Mincivil	5,3	-	44,6
Agregado grueso reciclado	Ida	Volquetas	Planta de reciclaje Conesco	Planta Argos La Estrella	4,8	25	31
	Regreso	Volquetas	Planta Argos La Estrella	Planta de reciclaje Conesco	5,3	-	32,1
Aditivo	Ida	Camiones C2 Grandes	Planta Sika Rionegro	Planta Argos La Estrella	11,0	25	51,4
	Regreso	Camiones C2 Grandes	Planta Argos La Estrella	Planta Sika Rionegro	12,3	-	57
Ceniza volante	Ida	Tractocamiones	Planta-Termoeléctrica La Sierra	Planta Argos La Estrella	5,5	40	199
	Regreso	Tractocamiones	Planta Argos La Estrella	Planta-Termoeléctrica La Sierra	6,3	-	246
Concreto premezclado	Ida	Camión mezclador 3 ejes	Planta Argos La Estrella	Proyecto X	7,0	10	10,6
	Regreso	Camión mezclador 3 ejes	Proyecto X	Planta Argos La Estrella	8,0	-	8,11

### 3.2. Implicaciones del cambio de normativa

En la Tabla 6 se incluyen los nuevos indicadores por escenario y en la Tabla 7 se incluyen los porcentajes de cumplimiento de las normas asociados al PMA. Se observa que para el cumplimiento bajo la Resolución 0472 de 2017 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), el escenario más sostenible es el 4, con un cumplimiento del 17,2% respecto al escenario base con 11,3%. Este porcentaje fue calculado en función del total de materiales e incluyó los materiales fabricados con residuos incorporados, certificados por el fabricante. Sin embargo, bajo la Resolución 1257 de 2021 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021), los porcentajes varían significativamente, ya que el porcentaje de cumplimiento es calculado a partir del total de RCD generados, excluyendo los productos de excavación (RCD 1.1) y sobrantes de la adecuación de terreno (RCD 1.2), como lo indica el artículo 9°, con un valor total de 6.505,23 t. En este sentido, los porcentajes de cumplimiento para los escenarios 2, 3 y 4 con valor de 88,2% y calculados respecto a 224,81 t de RCD son inferiores al del escenario base con 98,5% y calculado a partir de 1.740,97 t de RCD. Si bien todos los porcentajes de cumplimiento superan significativamente los exigidos por la normativa vigente, la modificación de una Resolución a otra eleva la preocupación de no exigir la incorporación de material reciclado, ya que deja de lado la sostenibilidad orientada a la circularidad de las edificaciones.

**Tabla 6.** Indicadores por escenario.

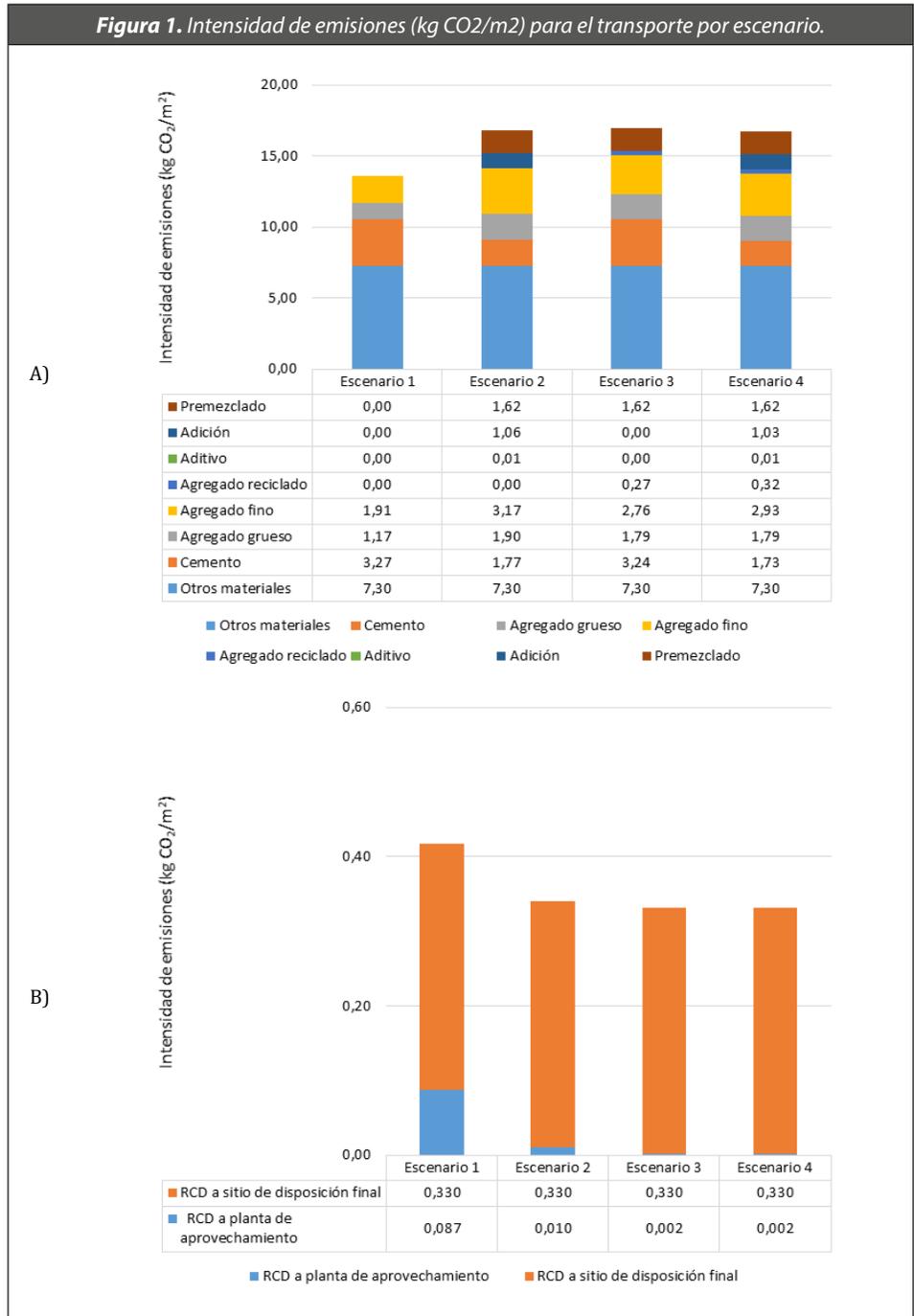
Nombre del indicador	Escenarios (t/obra)			
	1	2	3	4
Cantidad de RCD generado en la obra (t)	1.740,97	224,81	224,81	224,81
Cantidad de RCD aprovechado en la obra (t)	0,00	0,00	155,89	155,89
Cantidad de RCD recibido en punto limpio (t)	0,00	0,00	0,00	0,00
Cantidad de RCD recibido en planta de aprovechamiento de RCD (t)	1.714,35	198,18	42,29	42,29
Cantidad de RCD gestionado por receptor (t)	0,00	0,00	0,00	0,00
Cantidad de RCD llevado a sitio de disposición final de RCD (t)	26,62	26,62	26,62	26,62
Meta total de aprovechamiento	1.714,35	198,18	198,18	198,18

**Tabla 7.** Comparación porcentajes de cumplimiento en función de cada normativa.

Normativa analizada	Escenarios			
	1	2	3	4
Porcentaje de cumplimiento Resolución 0472 de 2017 (PMA)	11,3%	11,4%	13,2%	17,2%
Porcentaje de cumplimiento Resolución 1257 de 2021 (PMA)	98,5%	88,2%	88,2%	88,2%

### 3.3. Huella de carbono para la etapa de transporte por escenario

En las Figuras 1a y 1b se presenta la intensidad de emisiones (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) del transporte de materiales hasta la obra y de RCD hasta el sitio de aprovechamiento o de disposición final respectivamente. Debido al tipo de vehículo, capacidad y distancia recorrida, se puede observar que los escenarios 2, 3 y 4 presentan valores totales de transporte similares con 16,8, 17,0 y 16,7 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> respectivamente, y superiores al escenario base con 13,64 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. Los resultados muestran que el transporte de concreto (componentes más premezclado) en los escenarios 2, 3 y 4 con 9,5, 9,7 y 9,4 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> respectivamente es superior al transporte de todos los demás materiales juntos (7,3 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>). De manera específica en el concreto, el material de mayor cantidad de emisiones durante su transporte es el cemento con valores entre 1,7 y 3,3 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, seguido por los agregados con valores entre 1,2 y 3,2 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. Por otra parte, el transporte de RCD no genera un impacto ambiental significativo.

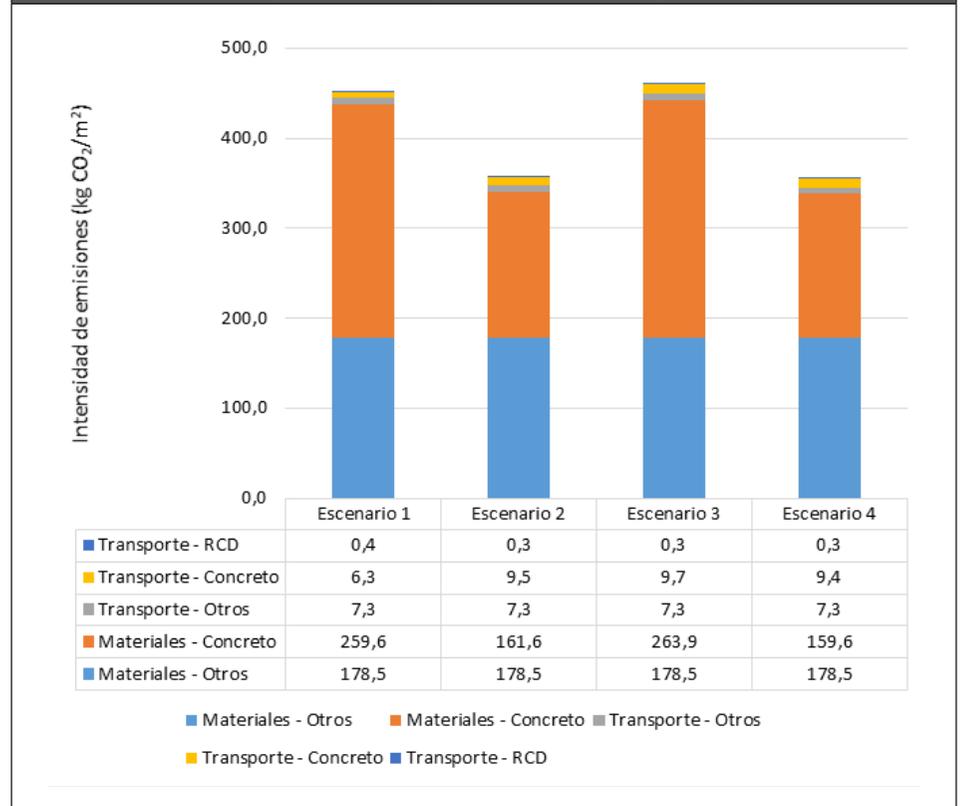


### 3.4. Huella de carbono para las etapas de materiales y transporte por escenario

En la Figura 2 se muestra la intensidad de emisiones (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) para las etapas de materiales, transporte a la obra y transporte de RCD. Para las etapas de materiales y transporte, se encuentra discriminado para el concreto y los demás materiales. Como lo presentó Pardo et al

(2022), en función de la huella de carbono en la etapa de materiales son los escenarios 2 (340,1 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) y 4 (338,1 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) los que presentan menor cantidad de emisiones por metro cuadrado respecto al escenario base con 438,1 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, debido a las estrategias de sostenibilidad en los concretos. Sin embargo, la sustitución parcial de cemento por ceniza volante incluyendo superplastificante, debido a la localización de los lugares de suministro, incrementan la huella de carbono en la etapa de transporte para los escenarios 2 (16,8 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) y 4 (16,7 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) respecto al escenario base con 13,6 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

**Figura 2.** Intensidad de emisiones (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) para las etapas de materiales y transporte a la obra, discriminado para el concreto y los demás materiales, y el transporte de RCD.



#### 4. Conclusión

- La actualización de la Resolución 0472 de 2017 a la Resolución 1257 de 2021 representa un retroceso en los indicadores de sostenibilidad para las edificaciones colombianas. Se observa que los porcentajes de cumplimiento de la actual

normativa, al calcularse en función del total de RCD generados, excluyendo los productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno, son relativamente fáciles de cumplir. La no incorporación de material reciclado a la edificación desestimula el mercado de los proveedores de materiales que han apuntado a este tipo de estrategias.

- El transporte de cada uno de los componentes del concreto, debido a la localización de los proveedores, para los escenarios 2, 3 y 4 con valores entre 9,4 y 9,7 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> es superior al transporte de todos los demás materiales, con un valor de 7,3 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. En este sentido, la inclusión de estrategias de sostenibilidad en el concreto para el escenario 4, el más sostenible para la etapa de materiales, presenta un incremento en las emisiones para la etapa de transporte respecto al escenario base. Sin embargo, la huella de carbono total con valor de 353,6 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> sigue siendo muy inferior respecto al escenario base con 452,2 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.
- La etapa de transporte de materiales hasta la obra y de RCD hasta los sitios de aprovechamiento o disposición final no constituye una contribución significativa a la huella de carbono bajo enfoque de ciclo de vida. En los escenarios evaluados, valores para la etapa de transporte entre 13,64 y 16,97 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> son muy inferiores respecto a los indicadores para materiales con valores entre 338,1 y 442,4 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

## 5. Referencias

Abdullah, K.; Usman, A.M. (2022). Development of comprehensive carbon footprint and environmental impact indicators for building transportation assessment. *Frontiers in Engineering and Built Environment*, 2(3), pp. 167–183. <https://doi.org/10.1108/febe-11-2021-0053>

Antunes, A.; Silvestre, J.; Costa, H.; Carmo, R. do; Júlio, E. (2024). Reducing the environmental impact of the end-of-life of buildings depending on interrelated demolition strategies, transport distances and disposal scenarios. *Journal of Building Engineering*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.108197>

Área Metropolitana del Valle de Aburrá; Camacol Antioquia; One Planet Build with Care - UNEP. (2018). *Implementación de la Política Pública de Construcción Sostenible*.

- Atmaca, A.; Atmaca, N. (2022). Carbon footprint assessment of residential buildings, a review and a case study in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 340. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130691>
- Bošković, I.; Radivojević, A. (2023). Life cycle greenhouse gas emissions of hemp-lime concrete wall constructions in Serbia: The impact of carbon sequestration, transport, waste production and end of life biogenic carbon emission. *Journal of Building Engineering*, 66. <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.105908>
- Cappelli, F.; Costantini, V.; Consoli, D. (2021). The trap of climate change-induced “natural” disasters and inequality. *Global Environmental Change*, 70, 102329. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102329>
- Cho, S.H.; Chae, C.U. (2016). A study on life cycle CO2 emissions of low-carbon building in South Korea. *Sustainability (Switzerland)*, 8(6), pp. 1–19. <https://doi.org/10.3390/su8060579>
- Huang, Z.; Zhou, H.; Miao, Z.; Tang, H.; Lin, B.; Zhuang, W. (2024). Life-Cycle Carbon Emissions (LCCE) of Buildings: Implications, Calculations, and Reductions. *Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2023.08.019>
- INCOMBUSTION. (2016). *Consultoría técnica para el fortalecimiento y mejora de la base de datos de factores de emisión de los combustibles colombianos - FECOC*. [http://www.upme.gov.co/Calculadora\\_Emisiones/aplicacion/Informe\\_Final\\_FECOC.pdf](http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones/aplicacion/Informe_Final_FECOC.pdf)
- ISO 14064-1. (2018). *Greenhouse gases - Part 1. Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas*. Switzerland.
- Labaran, Y.H.; Mathur, V.S.; Farouq, M.M. (2021). The carbon footprint of construction industry: A review of direct and indirect emission. *Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies*, 6(3), pp. 101–115. <https://doi.org/10.29187/jscmt.2021.66>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Resolución 0472 de 2017*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-0472-de-2017.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Resolución 1257 de 2021*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/12/Resolucion-1257-de-2021.pdf>
- Moussavi Nadoushani, Z.S.; Akbarnezhad, A. (2015). Effects of structural system on the life cycle carbon footprint of buildings. *Energy and Buildings*, 102, pp. 337–346. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.05.044>
- Pardo Álvarez, N.S.; López Castaño, D.J.; Rico Pérez, M.A. (2022). Influencia de la Resolución 0472 de 2017 en las emisiones del sector constructor colombiano. *Revista EIA*, 19(38). <https://doi.org/10.24050/reia.v19i38.1554>

- Pardo, N.; Penagos, G.; González, A.; Botero, A. (2017). Calculation of greenhouse gases in the construction sector in the Aburrá Valley, Colombia. *Proceedings of 33rd PLEA International Conference: Design to Thrive, PLEA 2017*, 1, pp. 932–939.
- Rabani, M.; Madessa, H.B.; Ljungström, M.; Aamodt, L.; Løvvold, S.; Nord, N. (2021). Life cycle analysis of GHG emissions from the building retrofitting: The case of a Norwegian office building. *Building and Environment*, 204. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108159>
- Ramiro, J.; Santamaría, A.; Demanda, S.; Rangel, L.E. (2021). *Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC+) Fase 2.1: Determinación de los factores de emisión de vehículos pesados de carga (camiones y tractocamiones) a la altitud del área metropolitana de Bucaramanga*. [https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Informe\\_final\\_FECOC\\_fase\\_21.pdf](https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Informe_final_FECOC_fase_21.pdf)
- Seo, M.S.; Kim, T.; Hong, G.; Kim, H. (2016). On-Site measurements of CO2 emissions during the construction phase of a building complex. *Energies*, 9(8), pp. 1–13. <https://doi.org/10.3390/en9080599>
- Sezer, A.A.; Fredriksson, A. (2021). Environmental impact of construction transport and the effects of building certification schemes. *Resources, Conservation and Recycling*, 172. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105688>
- Sinha, R.; Lennartsson, M.; Frostell, B. (2016). Environmental footprint assessment of building structures: A comparative study. *Building and Environment*, 104, pp. 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.05.012>
- Sizirici, B.; Fseha, Y.; Cho, C.S.; Yildiz, I.; Byon, Y.J. (2021). A review of carbon footprint reduction in construction industry, from design to operation. *Materials*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/ma14206094>
- UNEP. (2022). *2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*. [www.globalabc.org](http://www.globalabc.org)
- UNEP. (2023). *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*.
- UNEP. (2024). *2023 Global Status Report for Buildings and Construction: Beyond foundations - Mainstreaming sustainable solutions to cut emissions from the buildings sector*. United Nations Environment Programme. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/45095>
- Wu, X.; Peng, B.; Lin, B. (2017). A Dynamic Life Cycle Carbon Emission Assessment on Green and Non-Green Buildings in China. *Energy and Buildings*, 149, pp. 272–281. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.041>