

RECIBIDO EL 16 DE SEPTIEMBRE DE 2021 - ACEPTADO EL 17 DE DICIEMBRE DE 2021

CAPACIDAD DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON AGREGADOS ALTERNATIVOS ALIGERANTES EN CONCRETO CONVENCIONAL

COMPRESSIVE STRENGTH CAPACITY WITH ALTERNATIVE LIGHTWEIGHTING AGGREGATES IN CONVENTIONAL CONCRETE

JA Cárdenas-Gutiérrez¹

José Leonardo Jácome Carrascal²

Mawency Vergel Ortega³

RESUMEN

La industria de la construcción es una de las industrias más contaminantes que existen a nivel global, debido a la empleabilidad de los materiales que se necesitan y la cantidad de procedimientos industriales para su

conformación, lo cuales generan altos índices de CO₂ a nuestra atmosfera contribuyen de manera sustancial a la problemática actual del calentamiento global.

Así mismo, los productos plásticos son una amenaza inminente para los ecosistemas, por lo tanto, la utilización de estos productos como el poliestireno expandido permiten atacar dos problemas ambientales mientras se solucionan problemáticas específicas como una problemática social que se solucione mediante una obra de ingeniería civil.

Por lo tanto, en esta investigación se determina el aporte que realiza este material reciclable con respecto a las propiedades mecánicas del concreto, tratando de evidenciar los niveles de aporte o disminución que existen al cambiar

1. *Universidad Francisco de Paula Santander*
Cúcuta, Colombia, Orcid: 0000-0002-9894-0177

Email: javieralfonsocg@ufps.edu.co

2. *Universidad Francisco de Paula Santander*
Cúcuta, Colombia, Orcid: 0000-0002-6022-6891

Email: jose.jacome@ufps.edu.co

3. *Universidad Francisco de Paula Santander*
Cúcuta, Colombia, Orcid: 0000-0001-8285-2968

Email: Mawencyvegel@ufps.edu.co

parte del agregado grueso por este material alternativo.

PALABRAS CLAVE: Concreto aligerado, materiales alternativos, aligerante, resistencia a la compresión, contaminación, construcción.

ABSTRACT

The construction industry is one of the most polluting industries that exist globally, due to the employability of the materials needed and the amount of industrial procedures for its conformation, which generate high rates of CO₂ to our atmosphere contributing substantially to the current problem of global warming.

Likewise, plastic products are an imminent threat to ecosystems, therefore, the use of these products such as expanded polystyrene allows attacking two environmental problems while solving specific problems as a social problem to be solved by a civil engineering work.

Therefore, this research determines the contribution made by this recyclable material with respect to the mechanical properties of concrete, trying to evidence the levels of contribution or decrease that exist when changing part of the coarse aggregate for this alternative material.

KEY WORDS: Lightened concrete, alternative materials, lightener, compressive strength, contamination, construction.

INTRODUCCIÓN

La utilización de materiales alternativos (Cabrera Paredes & Paredes Rivera, 2021; Cáceres & Quispe, 2018; Hurtado-Figueroa et al., 2018) que puedan brindarle todo tipo de características al concreto convencional ha sido un tema de investigación bastante robusto por parte de la comunidad científica relacionada con la industria de la construcción (Campos Mera, 2017), sobre todo por el hecho de los

altos niveles de contaminación que genera la creación del concreto. (Mayta Ponce, 2019).

La construcción es la industria que tiene mayor impacto ambiental en el mundo, puesto que esta extrae recursos naturales (Aspiazu & Espinoza, 2017; Marrugo Navarro, 2019; Muñoz Gaviria, 2019), realiza procedimientos de transporte de todo tipo de material, genera una gran cantidad de desperdicios y produce cantidades significativas de cemento (Amico Benvenuto & Amico León, 2021), siendo este último el mayor contaminante de la industria debido a las altas emisiones de CO₂ que genera la calcinación de la piedra caliza y la arcilla (León-Velez & Guillén-Mena, 2020).

Por lo tanto, existe una necesidad imperativa de bajar estos altos niveles de emisión de gases contaminantes y una de estas alternativas es la implementación de materiales reciclados como los mismos desechos que produce la industria de la construcción (Romero Hermida, 2020), así mismo, la utilización de materiales de bajo impacto ambiental (Ramón & Moreno, 2018) que permitan apalancar un tipo de economía circular (Guarin et al., 2017), así, como innovar el sistema constructivo mediante la preservación del medio ambiente, aumentando la durabilidad de la construcción mientras se ahorran materiales y se disminuyen costos (Valverde & Castellanos, 2017).

Un material que puede complementar al concreto es el poliestireno expandido, este posee características termoplásticas que se aprovechan en diferentes campos industriales (Cárdenas-Gutiérrez et al., 2020), principalmente como aislantes y recubrimientos de productos para su embalaje. Por lo tanto, al ser un material liviano puede utilizarse de manera parcial reemplazando al agregado grueso o fino de un diseño de mezcla de concreto normal (Cordero Estévez et al., 2018).

De tal forma que, en esta investigación se pretende conocer los resultados de resistencia a la compresión de concreto aligerado por poliestireno expandido mediante dos diseños de mezcla con cantidades diferentes y conocer su diferencia con respecto a la resistencia evidenciada por una mezcla convencional.

METODOLOGÍA

La metodología de esta investigación consistió en primera instancia con la recopilación de poliestireno expandido en diferentes centros de venta de electrodomésticos de la ciudad de Cúcuta, donde generalmente este material se desecha y termina en vertedero siendo un material altamente reciclable.

Posteriormente, se determina un diseño de mezcla convencional y dos diseños de mezcla experimentales para finalmente determinar la resistencia a la compresión de dichas dosificaciones a los 7, 14 y 28 días.

DESARROLLO

El poliestireno expandido es un material plástico espumado derivado del poliestireno, destacado principalmente por su capacidad de higiene debido a que no es un material nutritivo para microorganismos. Por lo tanto, no se descompone, no se pudre, no se enmohece.

Adicionalmente es un material ligero y resistente a la humedad, con alta capacidad de resistencia frente a impactos, el cual tiene múltiples usos en la industria de la construcción, como aislante térmico, aligeramiento (como lo es en el caso de esta investigación) y utilizado también para la construcción de fachadas, cubiertas y múltiples obras civiles y de edificación como se aprecia en la figura 1.



Figura 1. Poliestireno expandido en losas aligeradas.

De tal forma, que, para recoger este material de manera reciclada en la ciudad de Cúcuta, fue necesario dirigirse hacia el centro de la ciudad entrando directamente a los negocios que venden principalmente productos electrónicos y básicos del hogar como neveras, lavadoras, televisores, hornos microondas, etc.



Figura 2. Centro de la Ciudad de Cúcuta

El diseño de mezcla que se determinó para el concreto convencional se puede observar en la tabla 1, donde se especifican las cantidades y los volúmenes de cada uno de sus materiales.

Componente	Agua	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento
Densidad Gr/cm ³	1	2,43	2,4	3,13
Peso húmedo Kg/m ³	237,3	921,33	680,27	394,23
Volumen Para 1m ³	0,229	0,379	0,283	0,126

De la misma manera, también se realizan los diseños de mezcla para las adiciones del poliestireno expandido reemplazando parcialmente al agregado grueso, por lo tanto,

en la tabla 2 encontramos el mismo diseño de mezcla de la tabla 1 con el ligero cambio en el volumen de agregados gruesos y la adición que se realizará de poliestireno expandido.

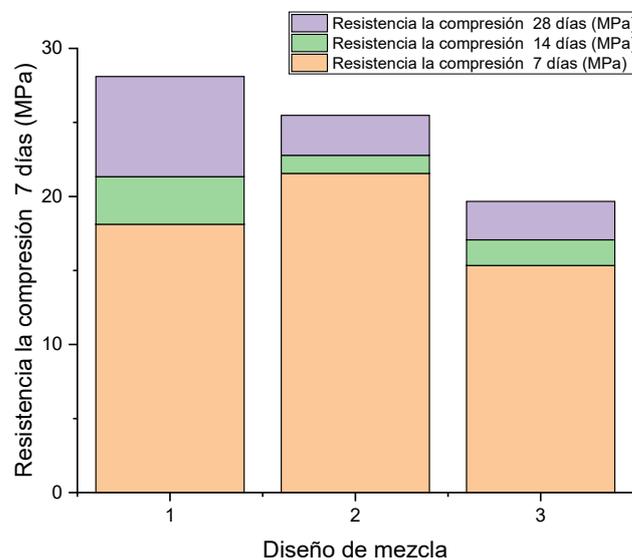
Identificador de mezcla	Porcentaje de poliestireno expandido %	Poliestireno Expandido (m ³)	Agregado grueso (m ³)
1	0%	0,000	0,379
2	10%	0,038	0,341
3	20%	0,076	0,303

Tabla 2. Diseños de mezcla según la cantidad de poliestireno

RESULTADOS

En la siguiente figura podemos ver los resultados de los ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días, cabe resaltar que para la obtención de esta información se realizaron todos los procedimientos técnicos y siguiendo

las especificaciones establecidas dentro de las diferentes normativas técnicas colombianas (NTC) así como la implementación del método ACI – 211 para el diseño de mezcla y la utilización de una maquina universidad IBERTEST para los ensayos de resistencia.



CONCLUSIONES

Los resultados fueron bastante dispersos con respecto de una cantidad a otra, sin embargo, se podría decir que por sentido común era algo fácil de esperar, debido a que literalmente se estaba cambiando roca por plástico. Generando así, una especie de concreto aligerado, pero que posiblemente no tendría capacidades de resistencia mecánica a la compresión, debido a que el 20 y 10% de su agregado grueso fue cambiado.

Sin embargo, lo interesante es que la relación entre la disminución del agregado grueso es directamente proporcional con respecto a la disminución de su resistencia a la compresión debido a que una disminución del 20% de agregado grueso significó cerca de una disminución del 30% de la capacidad de resistencia a la compresión del concreto convencional.

De tal forma, evidentemente la mezcla convencional obtuvo la mayor resistencia a los 28 días, tomando ventaja solo al final, debido a que la mezcla utilizada con el 10% de poliestireno, mantuvo siempre una mayor resistencia antes del fraguado total.

Por lo tanto, se puede utilizar este tipo de material, cuando se necesiten elementos ligeros y que no deban someterse a grandes cargas mecánicas, debido a que lastimosamente no soportarán el peso. Ideal para aprovechar todos los residuos existentes de poliestireno y emplearlos de manera ecológica evitando al mismo tiempo la sobre explotación de áridos para estructuras que realmente no requieran de tanta resistencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amico Benvenuto, A., & Amico León, A. A. (2021). *Determinación de los costos del concreto premezclado para las viviendas de interés social de la ciudad de Piura, 2018*.
- Aspiazu, E. E. V., & Espinoza, L. E. C. (2017). Impactos ambientales producidos por la construcción de vivienda a gran escala en la ciudad de Guayaquil. *Dominio de Las Ciencias*, 3(3), 1066–1085.
- Cabrera Paredes, J. N., & Paredes Rivera, Y. P. (2021). *Mejoramiento de la permeabilidad de un concreto incorporando diferentes materiales. Revisión sistemática*.
- Cáceres, S. H., & Quispe, G. B. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 20(2), 225–234.
- Campos Mera, E. (2017). *Determinación de las propiedades físico mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Josecito" y "Manuel Olano" y su influencia en la calidad de concreto F' C= 250 kg/cm², en la ciudad de Jaén*.
- Cárdenas-Gutiérrez, J., Molina-Salazar, L., & Medrano Lindarte, C. T. (2020). *Costos y Presupuestos en la Industria de la Construcción*. Eco Ediciones.
- Cordero Estévez, G. D., Cárdenas-Gutiérrez, J., & Rojas Suárez, J. P. (2018). *Diseño de Mezclas de Concreto Aplicando el Método ACI*. Eco Ediciones. 978-958-771-705-1
- Guarin, A. S., Molina, J. S., & Díaz, J. C. L. (2017). Uso de nutrientes tecnológicos como materia prima en la fabricación de materiales de construcción en el paradigma

de la economía circular. *Respuestas*, 22(1), 6–16.

Hurtado-Figueroa, O., Rojas-Suarez, J. P., & Cárdenas-Gutiérrez, J. A. (2018). Implementation of Hospital Waste Replacing Stony Aggregates in Non-Structural Concrete Mixes of Low Resistance. *Contemporary Engineering Sciences*, 11(100), 4985–4993.

León-Velez, A., & Guillén-Mena, V. (2020). Energía contenida y emisiones de CO2 en el proceso de fabricación del cemento en Ecuador. *Ambiente Construido*, 20, 611–625.

Marrugo Navarro, A. M. (2019). *Gestión ambiental en la construcción*.

Mayta Ponce, D. L. (2019). *Evaluación de nuevos materiales aligantes alternativos al cemento portland tradicional para su potencial aplicación en la construcción de viviendas*. Universidad Católica de Santa María.

Muñoz Gaviria, G. A. (2019). El estudio de impacto ambiental como elemento de construcción de realidad. El caso de la central hidroeléctrica Porce III. *Territorios*, 41, 223–243.

Ramón, B., & Moreno, J. (2018). Estudio de materiales precursores del reciclaje y sus atributos mecánicos con aplicación al diseño y fabricación de ladrillo ecológico. *REVISTA AMBIENTAL AGUA, AIRE Y SUELO*, 9(1).

Romero Hermida, I. (2020). *Mineralización del CO2 con residuos industriales para la fabricación de nuevos materiales de construcción: estructura y propiedades*.

Valverde, J. A. V., & Castellanos, N. T. (2017). Propiedades mecánicas, eléctricas y de durabilidad de concretos con agregados reciclados. *Revista de La Escuela Colombiana de Ingeniería*, 108.