

RECIBIDO EL 10 DE SEPTIEMBRE DE 2021 - ACEPTADO EL 11 DE DICIEMBRE DE 2021

# MANEJABILIDAD DEL CONCRETO CONVENCIONAL MEDIANTE IMPLEMENTACIÓN DE AGREGADOS ALTERNATIVOS

## MANAGEMENT OF CONVENTIONAL CONCRETE THROUGH IMPLEMENTATION OF ALTERNATIVE AGGREGATES

JA Cárdenas-Gutiérrez<sup>1</sup>

José Leonardo Jácome Carrascal<sup>2</sup>

Mawency Vergel Ortega<sup>3</sup>

Colombia

### RESUMEN

La manejabilidad del concreto es una característica de suprema importancia para la elaboración de estructuras esbeltas y exigentes que demanda la sociedad actual, por lo tanto, es indispensable que se reciclen o desarrollen nuevos materiales dentro de la industria de la construcción que tengan bajo impacto medio ambiental, pero que a su vez cumplan con cada

una de las propiedades mínimas que debe tener el concreto como piedra artificial.

En esta investigación se realizaron diferentes dosificaciones de material reciclado de la industria cerámica con el fin de determinar el nivel de asentamiento del concreto con agregado reciclado respecto al concreto convencional.

### PALABRAS CLAVE

Concreto convencional, áridos, áridos alternativos, impacto medioambiental, construcción sostenible.

### ABSTRACT

The workability of concrete is a characteristic of supreme importance for the elaboration of slender and demanding structures demanded by

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: Mawencyvergel@ufps.edu.co

today's society. Therefore, it is essential to recycle or develop new materials within the construction industry that have a low environmental impact, but that at the same time comply with each of the minimum properties that concrete must have as artificial stone.

In this research, different dosages of recycled material from the ceramic industry were carried out in order to determine the slump level of concrete with recycled aggregate with respect to conventional concrete.

**KEY WORDS.** Conventional concrete, aggregates, alternative aggregates, environmental impact, sustainable construction.

## INTRODUCCIÓN

El concreto es el material mas importante para realizar cualquier tipo de procedimiento constructivo (Cordero Estévez et al., 2018), por lo tanto, su desempeño y aplicaciones en todo tipo de proyectos de infraestructura radica principalmente en su versatilidad, de tal forma que, el desarrollo de nuevas tecnologías y procedimientos permiten alcanzar nuevos niveles en su utilidad (Cabrera Paredes & Paredes Rivera, 2021).

El concreto se define como una mezcla homogénea de áridos, agua, aire y cemento portland (Cárdenas-Gutiérrez et al., 2020), el cual, al momento de secarse completamente logra convertirse en una roca artificial que a simple vista puede parecer de poca complejidad, sin embargo, su naturaleza le permite resistir cambios bruscos de temperatura, es un material permeable y logra tener periodos largos de vida mediante poca inversión y mantenimiento (Hernández Barinas, 2021).

Desde el momento en que se realiza la mezcla del concreto, este pasa por una serie de procesos físico – químicos los cuales permiten al material que adquiera cada una de sus propiedades (Hurtado-Figueroa et al., 2018). De tal forma,

uno de los parámetros más importantes es su manejabilidad, puesto que esta ofrece una correcta deposición del mismo en cada uno de sus moldes, permitiendo también poder transportarlo e instalarlo de manera óptima y eficaz (Tovar et al., 2021).

Esta manejabilidad se mide mediante el nivel de asentamiento del concreto, evaluado por medio de un ensayo técnico, el ensayo del cono de Abrams, el cual mide la fluidez del concreto antes de su fase de fraguado en la que se desarrollarán las características que le permiten brindar todo el apoyo mecánico a las obras de infraestructura (Pacheco Flores, 2017).

La industria de la construcción cada vez en un sector de la economía más exigente, que busca un equilibrio entre economía, productividad y bajo impacto ambiental (Hurtado Figueroa et al., 2018), tiene una demanda que crece de manera exponencial, especialmente en países en vía de desarrollo como Colombia. Sin embargo, la alta explotación de los recursos naturales dificulta de manera contundente un desarrollo sostenible de sus civilizaciones (Enshassi et al., 2018).

Por lo tanto, la utilización de materiales reciclados se vuelve indispensable para disminuir estos índices de explotación de recursos naturales, estableciendo una alternativa viable para poder desarrollar la sociedad con un bajo impacto ambiental que permita conservar este tipo de recursos al sustituir algunos de los componentes base del concreto por otros de manera parcial o completa (Agudelo Moreno & Espinosa Torres, 2017; Huaquisto Cáceres & Belizario Quispe, 2018).

Gran parte de las empresas fabricantes de material cerámico tienen cerca de un 8% de productos de mampostería descompuestos resultado de la elaboración de los mismos. Por lo tanto, el único uso que se le da en la actualidad a ese tipo de residuos es llevarlos a rellenos disposición final dentro de las obras

de ingeniería desperdiciando los beneficios que puede brindar este material (Moreno Carrazco & Fajardo Nuñez, 2018).

Es por eso, que dentro de esta investigación se utilizarán dichos residuos para medir el nivel de asentamiento y poder establecer si ellos aportan en el concreto convencional propiedades plastificantes o diluyentes dentro de la mezcla homogénea, permitiendo reciclar estos elementos, evitando la sobreexplotación de los recursos naturales y garantizando las condiciones mínimas de seguridad y calidad en las obras de ingeniería.

## METODOLOGÍA

La metodología de este proyecto consistió en realizar una mezcla homogénea de concreto

convencional portland tipo I, teniendo en cuenta la normativa técnica colombiana (NTC) con el fin de garantizar la calidad de los áridos. Estos ensayos son de: humedad, densidad, absorción, masa unitaria, vacíos y resistencia a la abrasión.

El material residual fue recogido y triturado con el fin de reducir sus partículas, posteriormente se realizó un análisis granulométrico para poder definir el porcentaje de agregado grueso en la mezcla que será sustituido por el agregado reciclado.

## DESARROLLO

Primero se caracterizaron las propiedades físicas de cada agregado, los naturales y el reciclado en las tablas 1, 2 y 3. Mediante la implementación de las Normas Técnicas Colombianas (NTC) 1776,237,176,92 y 92.

Tabla 1. Propiedades físicas agregado fino

| Propiedades físicas agregado fino |       |
|-----------------------------------|-------|
| Densidad aparente                 | 2,346 |
| Densidad SSS                      | 2,492 |
| Densidad nominal                  | 2,630 |
| Absorción de agua                 | 2,3%  |
| Humedad natural                   | 4,2%  |
| Masa unitaria compactada          | 1,76  |
| Masa unitaria suelta              | 1,53  |
| Vacíos en condición compactada    | 32%   |
| Vacíos en condición suelta        | 36%   |

Tabla 2. Propiedades físicas agregado grueso

| Propiedades físicas agregado grueso |       |
|-------------------------------------|-------|
| Densidad aparente                   | 2,565 |
| Densidad SSS                        | 2,624 |
| Densidad nominal                    | 2,662 |
| Absorción de agua                   | 1,21% |
| Humedad natural                     | 0,22% |
| Masa unitaria compactada            | 1,553 |
| Masa unitaria suelta                | 1,473 |
| Vacíos en condición compactada      | 38%   |
| Vacíos en condición suelta          | 44%   |
| Desgaste a la abrasión 100 vueltas  | 8%    |
| Desgaste a la abrasión 500 vueltas  | 31%   |

Tabla 3. Propiedades físicas agregado reciclado

| <b>Propiedades físicas agregado reciclado</b> |       |
|---|-------|
| Densidad aparente                             | 2,186 |
| Densidad SSS                                  | 2,44  |
| Densidad nominal                              | 2,633 |
| Absorción de agua                             | 8,11% |
| Humedad natural                               | 1,43% |
| Masa unitaria compactada                      | 1,24  |
| Masa unitaria suelta                          | 1,22  |
| Vacíos en condición compactada                | 42%   |
| Vacíos en condición suelta                    | 44%   |
| Desgaste a la abrasión 100 vueltas            | 5%    |
| Desgaste a la abrasión 500 vueltas            | 31%   |

Así mismo, se realizó el correspondiente análisis granulométrico según la NTC 77.

Figura 1. Granulometría de agregado fino

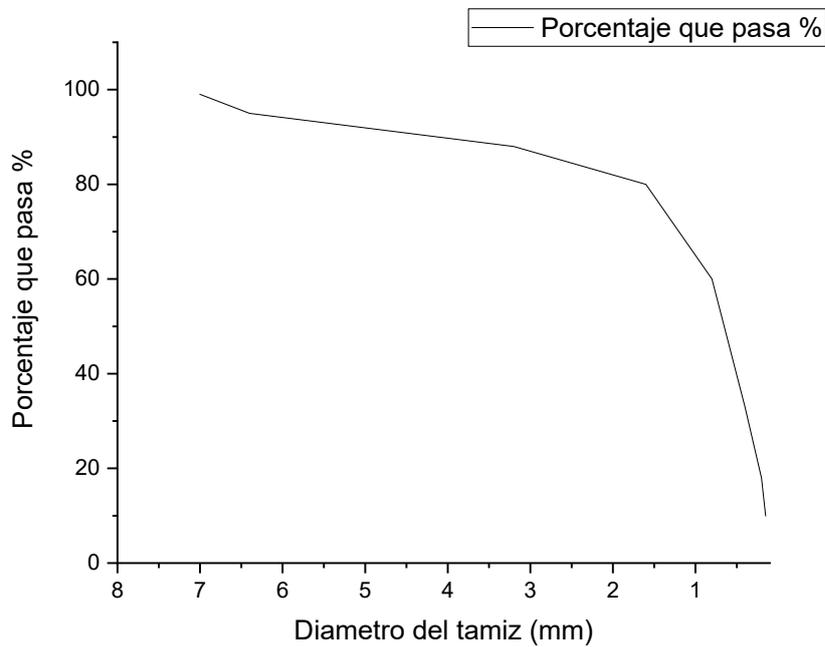


Figura 2. Granulometría de agregado grueso

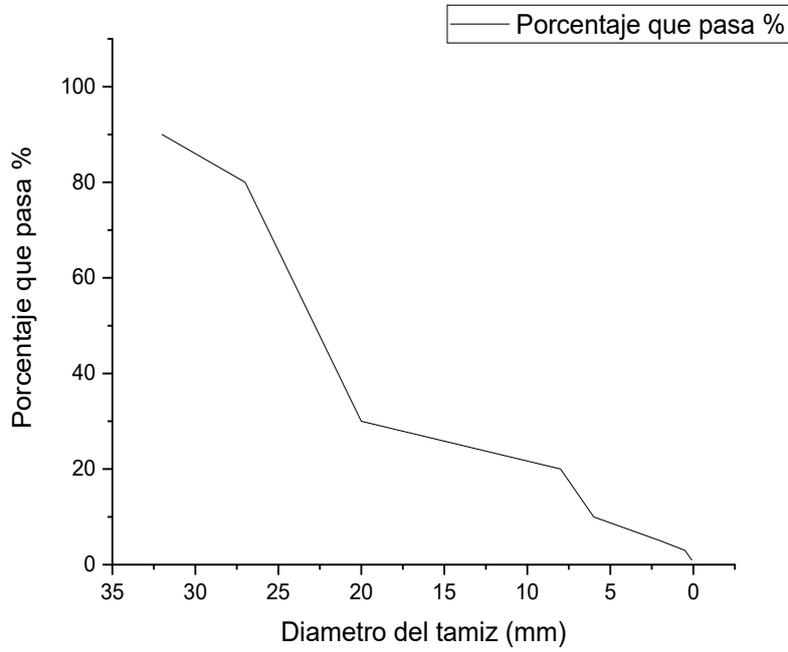
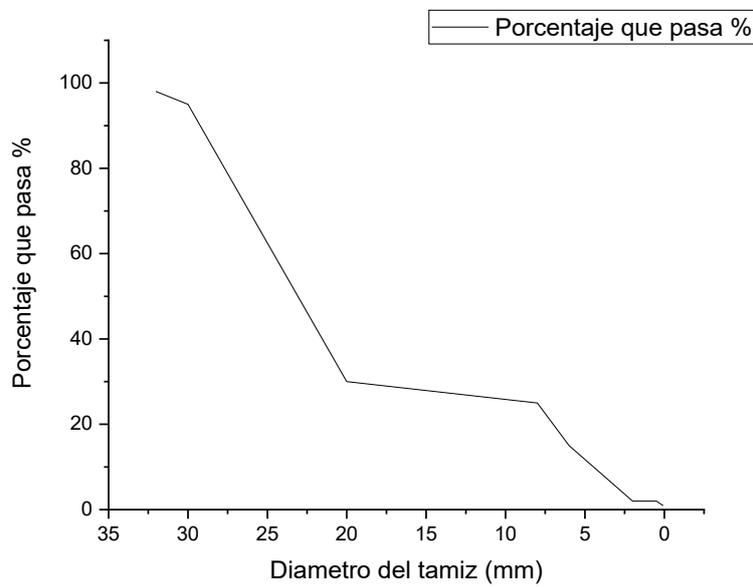


Figura 3. Granulometría agregado grueso reciclado



Finalmente se establecieron las cantidades en que se iba a reemplazar el agregado grueso del concreto convencional por agregado grueso reciclado como se evidencia en la tabla 4.

Tabla 4. Dosificación de agregados.

| Dosificación de agregado grueso                    |         |           |
|--|---------|-----------|
| Relación agregado grueso/agregado grueso reciclado | Natural | Reciclado |
| 100-0  | 100%    | 0         |
| 75-25  | 75%     | 25%       |
| 50-50  | 50%     | 50%       |
| 25-75  | 25%     | 75%       |
| 0-100  | 0       | 100%      |

**RESULTADOS**

Como resultado de las dosificaciones realizadas para los agregados gruesos, se pudieron realizar los siguientes diseños de mezcla teniendo en

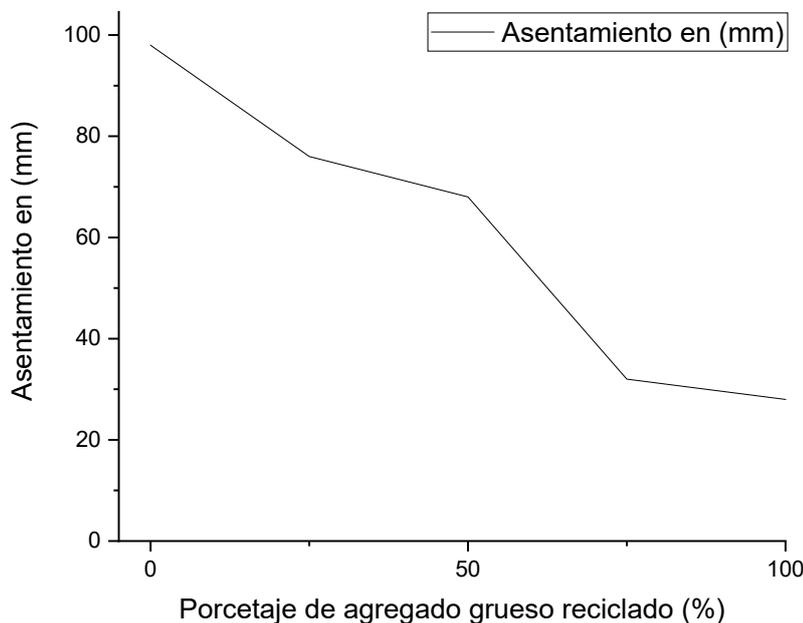
cuenta cada uno de sus elementos, el resultado final de estos diseños de mezcla fueron los siguientes, los cuales se evidencian en la tabla 5.

Tabla 5. Diseño de mezclas

| Relación | Peso en Kilogramos |         |               |                 |                           | Peso total del diseño |
|----------|--------------------|---------|---------------|-----------------|---------------------------|-----------------------|
|          | Agua (lt)          | Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agregado grueso reciclado |                       |
| 100-0    | 208,3              | 392,1   | 714,2         | 923,43          | 0                         | 2238,03               |
| 75-25    | 208,5              | 393,1   | 719,85        | 692,5725        | 230,8575                  | 2246,81               |
| 50-50    | 208,7              | 393,1   | 725,5         | 461,715         | 461,715                   | 2255,59               |
| 25-75    | 210,47             | 393,1   | 729,91        | 230,8575        | 692,5725                  | 2260,39               |
| 0-100    | 212,23             | 393,1   | 734,32        | 0               | 923,43                    | 2265,19               |

Después de realizar la dosificación y mezclar de manera homogénea todos los materiales, se realizó el ensayo de Abrams con el fin de

determinar el nivel de asentamiento del concreto. Obteniendo los siguientes resultados.



## CONCLUSIONES.

Evidentemente se puede observar que la medida de asentamiento del concreto convencional es mucho mejor que la del concreto con cualquier porcentaje de agregado reciclado, esto se demuestra por la capacidad que tiene dicho material residual en su absorción de agua, por lo tanto, el diseño de la mezcla deberá tener en cuenta estas consideraciones para poder producir un asentamiento adecuado si se pretende utilizar para cualquier otro tipo de uso este material alternativo.

De tal forma, se concluye que incorporar residuos de material cerámico afecta de manera directa en la trabajabilidad y manejabilidad de las mezclas de concreto, debido a que posee características físicas diferentes a las de un agregado convencional.

Este tipo de diseño puede ser muy útil para secciones que no tengan tanta esbeltez, permitiendo una manejabilidad adecuada a pocas alturas en elementos considerablemente longitudinales, sin embargo, se recomienda la utilización de vibradores para asegurar una correcta segregación.

Así mismo, se pudo observar que es posible realizar un diseño de mezcla donde el agregado grueso puede ser reemplazado en su totalidad por este material, permitiendo así un elemento alternativo que puede reciclarse y con una correcta dosificación de agua seguramente podría mantener las propiedades mecánicas del concreto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo Moreno, A. A., & Espinosa Torres, B. G. (2017). *Análisis de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adición de ceniza volante de Termopaipa*.
- Cabrera Paredes, J. N., & Paredes Rivera, Y. P. (2021). *Mejoramiento de la permeabilidad de un concreto incorporando diferentes materiales. Revisión sistemática*.
- 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
- Enshassi, A., Ghoul, H. Al, & Alkilani, S. (2018). Exploración de los factores de desarrollo sostenible durante las fases del ciclo de vida de los proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(1), 51–68.
- Hernández Barinas, C. O. (2021). *Calidad y disposición del concreto antes, durante y después de instalado en obra*.
- Huaquisto Cáceres, S., & Belizario Quispe, G. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(2), 225–234.
- 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.
- Hurtado Figueroa, O., Cárdenas Gutiérrez, J. A., & Rojas Suarez, J. P. (2018). Determination of the quality of coarse aggregates for the elaboration of concrete mixes from 3 water sources in the City of Cucuta-Colombia. *Journal of Physics Conference Series*, 1126(1), 12041.

Moreno Carrasco, O. J., & Fajardo Nuñez, J. D. (2018). *Viabilidad técnica para la elaboración de concreto estructural clase D reemplazando cantidades específicas de cemento por residuos de mampostería derivado de demoliciones*. <http://hdl.handle.net/11634/14452>

Pacheco Flores, L. M. (2017). *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido*.

Tovar, C. N. T., Fontalvo, M. B., Ortiz, Á. V., Mercado, F. C., & Arenilla, B. R. (2021). Evaluación del extracto de *Cedrela odorata* Linnaeus en la manejabilidad del concreto y su resistencia a la compresión. *Revista EIA*, 18(36), 11.