



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2026,
Volumen 10, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2

PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETO LIGERO CON OBSIDIANA COMO AGREGADO GRUESO

**MECHANICAL PROPERTIES OF LIGHTWEIGHT
CONCRETE WITH OBSIDIAN AS COARSE AGGREGATE**

Axel Israel Becerra Trejo

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

José Carlos Hernández Castelán

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Luis Daimir López Leon

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rem.v10i2.23643

Propiedades Mecánicas de Concreto Ligero con Obsidiana como Agregado Grueso

Axel Israel Becerra Trejo¹be375818@uaeh.edu.mx<https://orcid.org/0009-0004-6630-2519>Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México**José Carlos Hernández Castelán**he38032@uaeh.edu.mx<https://orcid.org/0009-0007-1677-4368>Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México**Luis Daimir López Leon**luis_lopez@uaeh.edu.mx<https://orcid.org/0000-0001-5871-7707>Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

RESUMEN

El presente estudio evalúa el comportamiento del concreto ligero al incorporar obsidiana en distintos porcentajes como sustituto parcial del agregado grueso convencional, comparándolo con una mezcla de concreto ligero tradicional, con especial énfasis en su resistencia a la compresión. Para ello, se diseñaron y elaboraron mezclas con proporciones de obsidiana del 25%, 50% y 75%, las cuales fueron contrastadas con un concreto ligero convencional utilizado como referencia. Los ensayos experimentales realizados incluyeron pruebas de resistencia a la compresión conforme a la norma ASTM C39, así como la determinación de la densidad y la absorción de agua de cada mezcla. Los resultados obtenidos muestran que la incorporación de obsidiana genera una reducción significativa en el peso del concreto, lo cual representa una ventaja importante en aplicaciones donde se busca disminuir cargas estructurales. Sin embargo, también se observó una disminución moderada en la resistencia mecánica en comparación con la mezcla convencional. A pesar de esta reducción, los valores de resistencia obtenidos se mantienen dentro de rangos aceptables para ciertos usos estructurales y no estructurales. En este sentido, el uso de obsidiana como agregado grueso alternativo se presenta como una opción viable, especialmente en proyectos que priorizan la ligereza del material. En general, los resultados fueron satisfactorios en todas las dosificaciones evaluadas, ya que las propiedades mecánicas obtenidas muestran un comportamiento similar al del concreto ligero convencional.

Palabras clave: concreto ligero, sustituto, obsidiana, resistencia, agregados.

¹ Autor principal.

Correspondencia: he38032@uaeh.edu.mx

Mechanical Properties of Lightweight Concrete with Obsidian as Coarse Aggregate

ABSTRACT

The present study evaluates the behavior of lightweight concrete when obsidian is incorporated in different percentages as a partial replacement for conventional coarse aggregate, comparing it with a traditional lightweight concrete mix, with a particular focus on its compressive strength. To achieve this, mixtures were designed and prepared with obsidian proportions of 25%, 50%, and 75%, which were compared against a conventional lightweight concrete used as a reference. The experimental tests conducted included compressive strength tests in accordance with ASTM C39, as well as the determination of density and water absorption for each mixture. The results obtained show that the incorporation of obsidian leads to a significant reduction in the weight of the concrete, representing an important advantage in applications where the reduction of structural loads is required. However, a moderate decrease in mechanical strength was also observed in comparison to the conventional mix. Despite this reduction, the strength values obtained remain within acceptable ranges for certain structural and non-structural applications. In this regard, the use of obsidian as an alternative coarse aggregate is presented as a viable option, especially in projects that prioritize material lightness. Overall, satisfactory results were obtained for all evaluated proportions, as the mechanical properties show behavior similar to that of conventional lightweight concrete.

Keywords: lightweight concrete, substitute, obsidian, strength, aggregates.

Artículo recibido 20 marzo 2026
Aceptado para publicación: 15 abril 2026



INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es uno de los sectores con mayor impacto ambiental a nivel global, debido a su alto consumo de recursos naturales y la generación de emisiones de CO₂ asociadas a la producción de cemento y la extracción de agregados pétreos (Scrivener, John, & Gartner, 2018). En los últimos años, la búsqueda de materiales alternativos y estrategias de diseño sustentables ha cobrado relevancia para reducir la huella ambiental de las edificaciones. En este contexto, el concreto ligero ha emergido como una solución viable para disminuir el peso estructural de las construcciones, mejorar su eficiencia energética y facilitar la optimización de materiales en la industria de la construcción (Bogas, Nogueira, & Guedes, 2021).

El concreto ligero se caracteriza por tener una menor densidad en comparación con el concreto convencional, lo que lo hace ideal para diversas aplicaciones, tales como elementos prefabricados, estructuras de baja carga (Neville, 2011). Para lograr esta reducción de peso, se han empleado diferentes tipos de agregados ligeros, incluyendo materiales naturales y sintéticos. Entre los agregados naturales más utilizados se encuentran la piedra pómez, la perlita y la vermiculita, los cuales presentan estructuras porosas que favorecen la reducción de peso y mejoran el aislamiento térmico del concreto (Domínguez et al., 2022).

A pesar del amplio estudio sobre concretos ligeros con estos materiales, existe una brecha en la investigación sobre el uso de obsidiana, una roca volcánica vítrea de origen natural, como agregado grueso en concreto ligero. La obsidiana es un material abundante en regiones volcánicas y presenta propiedades físicas que podrían ser favorables en la construcción. Estudios recientes han analizado su aplicación en la fabricación de materiales cerámicos y en mezclas de mortero, pero aún son limitados los trabajos que exploran su comportamiento en concretos ligeros (Martínez-Ruiz et al., 2023).

Desde el punto de vista ambiental y económico, la utilización de obsidiana como agregado grueso en concreto podría representar múltiples beneficios. Su empleo permitiría disminuir la explotación de agregados pétreos convencionales, lo que ayudaría a reducir el impacto ambiental derivado de la extracción minera y el transporte de materiales (Jiménez-Millán et al., 2021). Además, debido a su estructura amorfa, la obsidiana podría contribuir a mejorar la trabajabilidad del concreto, favoreciendo la reducción del consumo de agua en la mezcla (Yang et al., 2020).



No obstante, antes de proponer su aplicación generalizada en la construcción, es necesario evaluar su impacto en las propiedades mecánicas del concreto. La resistencia a compresión es un parámetro fundamental para garantizar la seguridad y funcionalidad del material en distintas aplicaciones constructivas (Domone, 2010). Por lo tanto, es imprescindible realizar estudios experimentales que permitan comparar el desempeño mecánico del concreto ligero con obsidiana frente a concretos convencionales.

El concreto ligero ha sido estudiado como una alternativa para disminuir la carga estructural en edificaciones, facilitando su aplicación en elementos prefabricados y sistemas constructivos eficientes (Neville, 2011). Sin embargo, la mayoría de los concretos ligeros se obtienen a partir de materiales sintéticos o costosos, lo que limita su implementación a gran escala (Chandra & Berntsson, 2003). En este contexto, la obsidiana, una roca volcánica de origen natural y abundante en diversas regiones, podría representar una solución viable al sustituir el agregado grueso tradicional en la mezcla de concreto. A pesar de su disponibilidad y bajo costo, la obsidiana no ha sido ampliamente estudiada como agregado grueso en concreto ligero, por lo que es necesario evaluar su impacto en las propiedades mecánicas (resistencia a compresión). Según estudios previos, los materiales volcánicos pueden mejorar la relación peso-resistencia del concreto (Mindess, Young, & Darwin, 2003).

La obsidiana, una roca volcánica ampliamente disponible en diversas regiones, presenta propiedades físicas que podrían favorecer la reducción del peso del concreto sin comprometer significativamente su resistencia mecánica. Según Delgado González (2024) los agregados de origen volcánico y textura vítrea cumplen con algunas características físicas para ser utilizados como agregados para la fabricación de mezclas de concreto utilizando en proporciones menores, sin omitir al 100% el agregado grueso convencional.

Además, al utilizar un material natural y de fácil acceso, se podría disminuir la demanda de agregados pétreos tradicionales, reduciendo el impacto ambiental asociado a su extracción.

Por otro lado, la evaluación de la resistencia mecánica del concreto ligero con obsidiana es fundamental para determinar su viabilidad estructural y sus posibles aplicaciones en la industria de la construcción. Mediante pruebas de compresión, se podrá conocer su desempeño y establecer su aplicabilidad en elementos como muros, losas o prefabricados.



A partir de esta necesidad, la presente investigación se centra en analizar las propiedades mecánicas del concreto ligero elaborado con obsidiana como agregado grueso, con el propósito de determinar su viabilidad en el ámbito de la construcción sostenible.

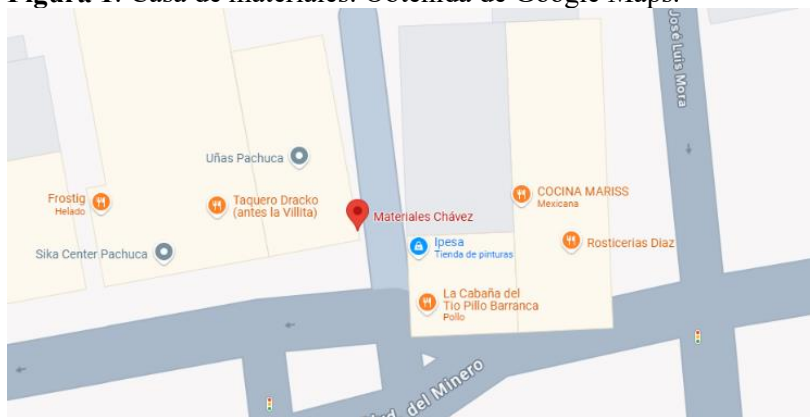
Para ello, se diseñarán mezclas de concreto con diferentes proporciones de obsidiana de 0%, 25%, 50% y 75%, a las cuales se les realizarán ensayos de resistencia a compresión conforme a las normas técnicas vigentes. Los resultados obtenidos servirán como base para establecer posibles aplicaciones del concreto ligero con obsidiana en edificaciones y estructuras de bajo impacto ambiental.

METODOLOGÍA

Materiales necesarios

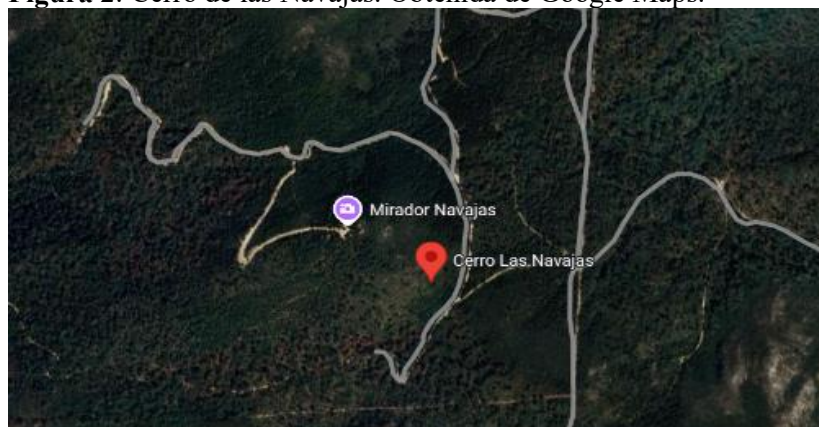
Para la ejecución de esta investigación se utilizaron todos los materiales básicos para cualquier concreto convencional, los cuales fueron: cemento Portland Gris de cincuenta kilogramos marca HOLCIM APASCO, el cemento que se eligió para la realización de las muestras es de la línea EcoPlanet de la marca Holcim, el cual es un cemento sustentable, para el agregado fino (arena) y agregado grueso (grava) fueron obtenidos de una casa de materiales ubicada en el Bulevar del Minero, Venustiano Carranza #400, Código postal 42030 (Figura 1), el agua se obtuvo de la red hidráulica de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Figura 1: Casa de materiales. Obtenida de Google Maps.



El único material adicional que se utilizó es la obsidiana, el cual es el más importante para esta investigación, se obtuvo de del Cerro de las Navajas, el cual consideramos como banco de material. El cerro de Las Navajas está ubicado en el ejido del Nopalillo, municipio de Epazoyucan, en Hidalgo, México, a unos 20 km al este de la ciudad de Pachuca (Figura 2).

Figura 2: Cerro de las Navajas. Obtenida de Google Maps.



Diseño de la mezcla

Para el diseño de las mezclas con diferentes proporciones de sustitución de agregado grueso por obsidiana (0%, 25%, 50% y 75%), se utilizó el software Concrete Mix Design, el cual permitió realizar una dosificación precisa de los componentes del concreto, considerando las propiedades deseadas para un concreto ligero, ver Tabla 1.

Tabla 1: Dosificación de concreto con obsidiana como agregado grueso.

Sistema con obsidiana	0%	25%	50%	75%
Agua kg/cm ³	260.26	260.26	260.26	260.26
Cemento kg/cm ³	297.1	297.1	297.1	297.1
Agregado Grueso kg/cm ³	1054	790.5	527	263.5
Agregado Fino kg/cm ³	788.9	788.9	788.9	788.9
Obsidiana kg/cm ³	0	263.5	527	790.5
Relación A/C	0.69	0.69	0.69	0.69

Para el diseño de la mezcla con una resistencia a la compresión especificada de $f_c=200$ kg/cm², y considerando los parámetros, ver Tabla 2. Con base en estos datos, el programa generó la siguiente dosificación de materiales:

Tabla 2: Parámetros para la mezcla de concreto.

Parámetro	
Revenimiento (mm)	75 máximo
Tamaño máximo del agregado (mm)	25 mínimo 19
Cantidad de agua de mezcla (kg/cm ³) de acuerdo con el tamaño máximo de agregado	205
Porcentaje de aire en mezcla sin entada de aire	2
Relación agua cemento de acuerdo con la resistencia a compresión	0.69
Módulo de finura agregado fino	2.8
Porcentaje de absorción de agregado grueso	1.5
Porcentaje de absorción de agregado fino	5

Para la elaboración de los especímenes se realizó con base lo dictado por la norma NMX-C-159-ONNCCE-2016 (ONNCCE, 2017):

- Se elaboraron especímenes cilíndricos de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura para la prueba de compresión (mínimo 3 cilindros por cada sistema).
- Se elaboraron especímenes cilíndricos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura para el ensayo de tracción indirecta (mínimo 3 cilindros por cada sistema).
- Debido a limitaciones de tiempo en la obtención de obsidiana, se optó por considerar un único tiempo de fraguado de 28 días para todos los especímenes, descartando la elaboración de cilindros para distintos tiempos de fraguado.

Considerando las dosificaciones de cada sistema y las medidas de los moldes cilíndricos, se hizo el cálculo de proporciones de material, en el caso de los cilindros pequeños ver Tabla 3 y en el caso de los cilindros grandes ver Tabla 4.

Tabla 3: Proporciones para cilindros pequeños.

Porcentaje	Agua (lt)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Obsidiana (kg)
0%	0.41	0.47	1.24	1.66	0
25%	0.41	0.47	1.24	1.24	0.42
50%	0.41	0.47	1.24	0.83	0.83
75%	0.41	0.47	1.24	0.42	1.24

Tabla 4: Proporciones para cilindros grandes.

Porcentaje	Agua (lt)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Obsidiana (kg)
0%	1.38	1.6	4.2	5.6	0
25%	1.38	1.6	4.2	4.2	1.4
50%	1.38	1.6	4.2	2.8	2.8
75%	1.38	1.6	4.2	1.4	4.2

Preparación de los materiales

Antes de realizar la mezcla es importante la correcta preparación de nuestros materiales, esto porque el agregado fino y el agregado grueso se encuentran contaminados, contienen basura o materia orgánica, las cuales no tienen que formar parte de la mezcla, ya que podrían afectar las características del concreto.



Para el proceso de limpieza y selección del material, en el caso del agregado grueso se utilizaron un tamiz de $\frac{3}{4}$ " , un fondo de tamices, recipientes plásticos (botes) y agua. El tamiz de $\frac{3}{4}$ " se empleó con el fin de garantizar que el tamaño máximo del agregado grueso cumpliera con los requisitos establecidos en el diseño de mezcla y se basó en las normas NMX-C-077-ONNCCE-2019 (ONNCCE, 2020), NMX-C-164-ONNCCE-2014 (ONNCCE, 2019) y NMX-C165-ONNCCE-2020 (ONNCCE, 2021), ya que se buscaba una granulometría adecuada para la elaboración de concreto ligero a través del análisis granulométrico, selección y determinación de propiedades.

La limpieza del material se llevó a cabo mediante un procedimiento de triple enjuague (Figura 3). Se llenaron tres botes con agua limpia y se sumergieron los agregados de forma secuencial con ayuda del fondo de tamiz.

Figura 3: Lavado del material.



Elaboración de los especímenes

El primer paso es integrar los agregados pétreos a nuestro cemento (Figura 4. a), este proceso puede variar dependiendo de que porcentaje de agregado grueso de obsidiana se necesite, a excepción del caso del sistema con 0% de agregado de obsidiana donde la incorporación del material volcánico vítreo será omitido. Una vez que los agregados están integrados con el cemento se procede a agregar la cantidad de agua antes estipulada (las proporciones de cada material se encuentran en las Tablas 3 y 4).

Posteriormente a la incorporación de los materiales pétreos y el agua, se revuelve correctamente para obtener una mezcla homogénea (Figura 4. b).

Figura 4: a) Mezcla de agregados pétreos y cemento b) Mezcla homogénea.



Una vez fabricada la mezcla con las propiedades necesarias, se procede a colocarla dentro de moldes y esperar 24 horas para poder desmoldar, inmediatamente después que se desmolden los cilindros se deben meter estos moldes en un bote que lo cubra con agua en un 100% de su totalidad, para que se realice el proceso de curado por inmersión, el cual durara exactamente 28 días de acuerdo al procedimiento y fórmulas que establece la norma NMX-C-159-ONNCCE-2016. El fraguado es importante ya que es el proceso necesario para que el concreto logre alcanzar su capacidad de resistencia máxima.

En el caso de esta investigación se realizaron un total de 28 cilindros, 12 cilindros grandes y 12 cilindros pequeños, de cada tamaño se cuentan con 3 cilindros de cada uno de los porcentajes de agregado grueso de obsidiana (0%, 25%, 50% y 75%) (Figura 5).

Figura 5: Cilindros en el proceso de fraguado.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión se determinó con base en el procedimiento de ensayo dictado por la norma NMX-C83-ONNCCE-2014 (ONNCCE, 2015) y las pruebas se realizaron con la máquina de tronado de cilindros ubicado en el laboratorio de ingeniería civil, del área académica de ingeniería y arquitectura, en Ciudad del Conocimiento de la UAEH (ver Figura 6). Los resultados pueden visualizarse en la Tabla 5.

Figura 6: Tronado de cilindros.



Con el objetivo de evaluar el comportamiento mecánico del concreto ligero elaborado con obsidiana como agregado grueso, se llevaron a cabo ensayos de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos a los 28 días de curado, resultados desglosados en la Tabla 5.

Esta propiedad es fundamental para determinar la viabilidad estructural del material y su posible aplicación en elementos constructivos, ya que representa la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión sin fallar.

Tabla 5: Resultados de pruebas de resistencia a compresión en especímenes con 0%, 25%, 50% y 75%.

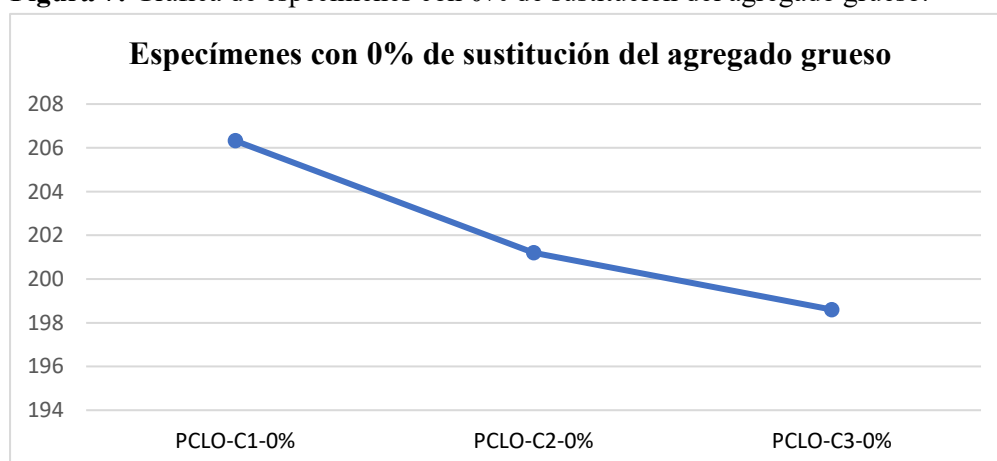
Especímenes con 0% de sustitución del agregado grueso		
Especímen	Clave	Resistencia (kg/cm ²)
100%	PCLO-C1-0%	206.32
200%	PCLO-C2-0%	201.2
300%	PCLO-C3-0%	198.6

Especímenes con 25% de sustitución del agregado grueso		
Especímen	Clave	Resistencia (kg/cm ²)
100%	PCLO-C1-25%	197.37
200%	PCLO-C2-25%	195.46
300%	PCLO-C3-25%	193.6

Especímenes con 50% de sustitución del agregado grueso		
Especímen	Clave	Resistencia (kg/cm ²)
100%	PCLO-C1-50%	182.15
200%	PCLO-C2-50%	177.56
300%	PCLO-C3-50%	173.19

Especímenes con 75% de sustitución del agregado grueso		
Especímen	Clave	Resistencia (kg/cm ²)
100%	PCLO-C1-75%	160.45
200%	PCLO-C2-75%	155.37
300%	PCLO-C3-75%	145.21

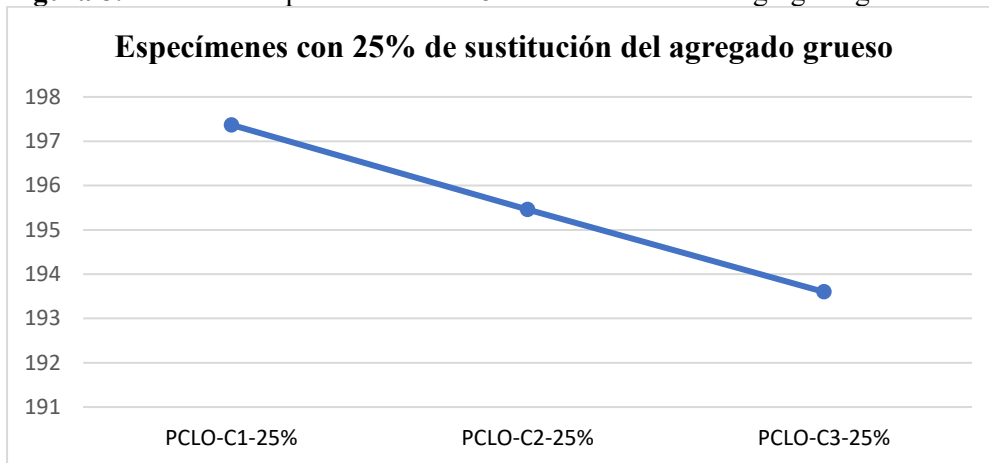
Figura 7: Gráfica de especímenes con 0% de sustitución del agregado grueso.



En base a los resultados obtenidos de resistencia a la compresión, presentados en una gráfica, de lo que en este caso se considera un concreto convencional, con el 0% de agregado de obsidiana, se puede observar lo siguiente:

Estos resultados sirven como referencia base para comparar el efecto de la sustitución progresiva del agregado grueso por obsidiana. La resistencia promedio de este grupo establecerá el punto de partida para evaluar si la inclusión del agregado volcánico compromete o conserva la capacidad estructural del concreto.

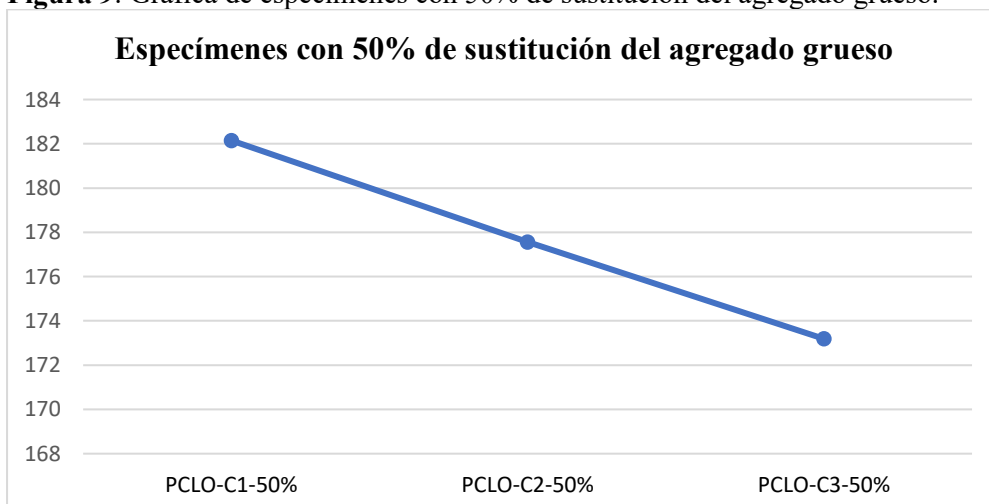
Figura 8: Gráfica de especímenes con 25% de sustitución del agregado grueso.



Con los resultados obtenidos de los especímenes de 25% de agregado grueso, representados en una gráfica, se puede observar lo siguiente:

La sustitución del 25% del agregado grueso por obsidiana muestra una leve reducción en la resistencia a la compresión en comparación con la mezcla de referencia. Sin embargo, los valores obtenidos siguen siendo adecuados para aplicaciones estructurales moderadas o elementos secundarios, manteniendo además el beneficio del menor peso unitario que caracteriza a los concretos ligeros.

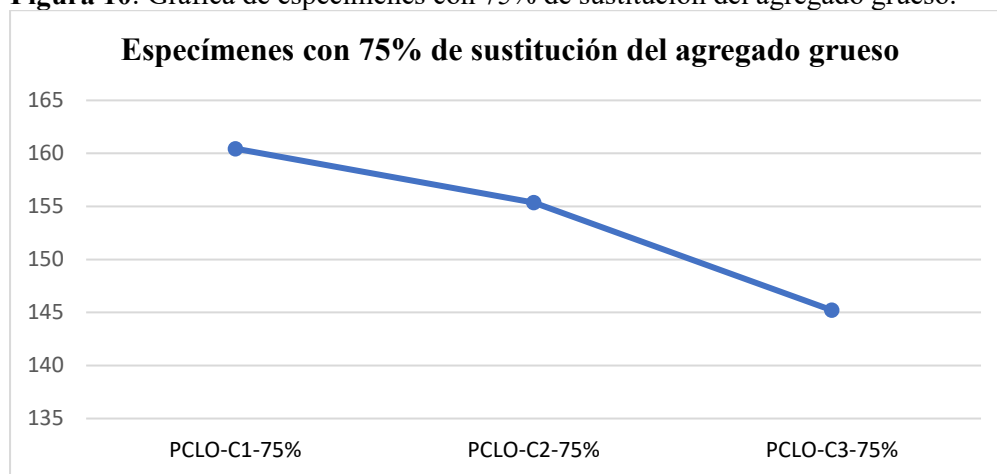
Figura 9: Gráfica de especímenes con 50% de sustitución del agregado grueso.



Con los resultados obtenidos de los especímenes de 50% de agregado grueso, representados en una gráfica, se puede observar lo siguiente:

El concreto con un 50% de sustitución por obsidiana presenta una disminución significativa en resistencia a la compresión, aunque aún dentro de un rango viable para elementos con demandas estructurales moderadas. Esta mezcla representa un equilibrio interesante entre aligeramiento del material y conservación de propiedades mecánicas aceptables, especialmente en edificaciones sostenibles donde la eficiencia térmica y la reducción de peso estructural también son prioritarias.

Figura 10: Gráfica de especímenes con 75% de sustitución del agregado grueso.

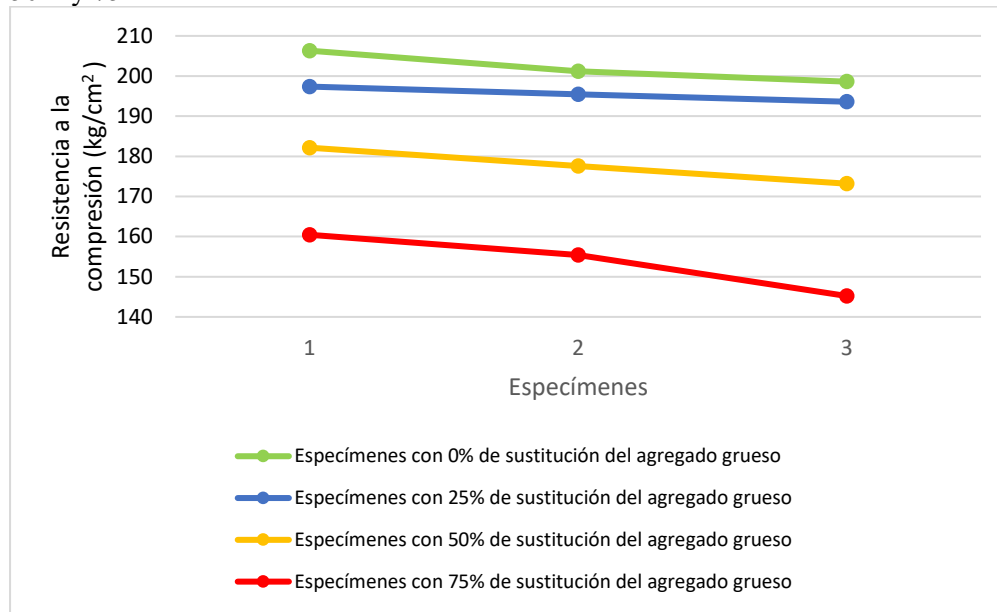


Con los resultados obtenidos de los especímenes de 50% de agregado grueso, representados en la gráfica anterior, se puede observar lo siguiente:

Con un 75% de sustitución del agregado grueso por obsidiana, el concreto muestra una reducción considerable en su resistencia a la compresión, aunque se mantiene dentro de un rango utilizable para elementos no estructurales, paneles divisorios, o aplicaciones que no estén sometidas a grandes cargas. Esta mezcla puede ser de especial interés en edificaciones sostenibles donde el aislamiento térmico y la ligereza estructural son más prioritarios que la resistencia mecánica.

En la Figura 11 se observa una tendencia descendente en la resistencia a medida que aumenta el porcentaje de obsidiana, lo cual es común al utilizar agregados más ligeros y porosos. Sin embargo, incluso con 50% y 75% de sustitución, los valores obtenidos podrían ser adecuados para aplicaciones no estructurales o elementos secundarios, dependiendo del diseño estructural.

Figura 11: Gráfica de comparativa de la resistencia a la compresión entre especímenes de 0%, 25%, 50% y 75%.



Los resultados de esta investigación, demuestran que el concreto con agregado grueso de obsidiana en cuanto a sus propiedades mecánicas están a la par de un concreto convencional, por lo tanto, es viable para el uso en elementos estructurales con concreto ligero,

Después de realizar nuestras pruebas de laboratorio se obtuvo que el concreto convencional y nuestro concreto con obsidiana como sustituto de agregado grueso, los cuales en condiciones óptimas ambos deben de tener una resistencia de 200 kg/cm², en cuanto a nuestras pruebas de compresión, nosotros obtuvimos que nuestro concreto con obsidiana como sustituto de agregado grueso si encontramos una diferencia en cuanto a la resistencia pero no es relevante, ya que la diferencia máxima que obtuvimos fue de 6.4 kg/cm². Por lo cual podemos concluir que en cuanto a compresión nuestro concreto con obsidiana como sustituto de agregado grueso es prácticamente igual que un concreto ligero convencional, por lo cual es se puede utilizar en elementos de construcción de concreto ligero.

Se comprobó que nuestro concreto cumple con las características mecánicas que requiere un concreto ligero, es importante resaltar la importancia de tener una fuente de obsidiana bastante abundante, tener un buen medio de transporte para cargar con toda la obsidiana, ya que, si se necesita una cantidad considerable, en nuestro caso para los 24 cilindros utilizamos alrededor de 32 kilogramos de obsidiana. Igualmente se debe de considerar el tamaño de la obsidiana porque en nuestro caso para este proyecto

cada roca de obsidiana debe de ser menor a $\frac{3}{4}$ de pulgada, en caso de no conseguir rocas de ese tamaño y solo lograr conseguir rocas mucho más grandes, es muy importante considerar un buen método para triturarlas, que sea rápido, eficiente y preciso, ya que realizarlo a mano es bastante tardado y cansado, por lo cual se deberá de considerar una cantidad de tiempo considerable para este paso.

En cuanto a la practicidad de realizar este tipo de mezcla, ya estando en una situación real en el campo laboral, nosotros llegamos a la conclusión que es factible el uso del concreto con obsidiana como sustituto de agregado grueso, siempre y cuando se consideren estos dos factores:

- Se debe de considerar que cerca de la ubicación de la obra se ubique una gran fuente de obsidiana, esto para la facilidad de obtención del material y que el flete no tenga un precio elevado.
- Igualmente elaborar un método eficiente en cuanto a la trituración de la obsidiana, esto porque gran parte de la obsidiana que se logra obtener son rocas con un tamaño mayor al que nosotros requerimos para que logre pasar las pruebas de granulometría, por lo tanto se requiere un método que sea rápido y preciso, esto para no tener retrasos y para deshacer la obsidiana en el tamaño solicitado, porque es importante recordar que la obsidiana es una roca volcánica vítrea, por lo tanto si aplicamos demasiada fuerza se triturara por completo.

Recomendaciones para futuras investigaciones

Nuestras recomendaciones es que si alguien tiene planeado continuar con nuestra investigación es contemplar el tema de la obsidiana, proponiendo alguna estrategia de para triturar la obsidiana más eficientemente.

Tener en cuenta la gran cantidad de obsidiana que se requiere para este tipo de proyecto, esto para evitar pérdidas de tiempo en el periodo en el que se termina la obsidiana y debes de ir a buscar más.

La mejor recomendación es que desde un inicio se recolecten obsidianas que logren pasar por el tamiz de $\frac{3}{4}$ para que así te evites de problemas y logres ahorrarte mucho tiempo.

Cabe recalcar que en la dosificación claramente debes de calcular las cantidades que necesita cada cilindro individualmente dependiendo del porcentaje de obsidiana que lleve, una vez teniendo las cantidades, es mucho mejor hacer toda la mezcla necesaria para la cantidad de cilindros que debas realizar.



En nuestro caso por cada porcentaje debíamos de realizar 3 cilindros, entonces es recomendable hacer la mezcla para los tres cilindros, esto para que todos los cilindros tengan las características lo más parecidas posibles.

Nuestra última recomendación es que por ejemplo en nuestro caso somos dos personas, entonces es mejor que al momento de picar la mezcla con la varilla lo realice solo una persona, esto para todos los cilindros, esto para que a todos los cilindros se piquen de la misma manera. Igualmente, esto aplica con los golpes con el martillo de goma, es recomendable que la otra persona sea la única que golpee todos los cilindros, para que sean golpeados con la misma fuerza.

CONCLUSIONES

Con el propósito de determinar la viabilidad del concreto ligero con obsidiana para su aplicación en edificaciones sostenibles, considerando su desempeño mecánico en comparación con concretos convencionales, se concluye que el uso de obsidiana como sustituto parcial del agregado grueso representa una alternativa técnicamente factible y con beneficios relevantes. Entre las principales ventajas identificadas destaca la reducción significativa de la densidad del material, lo cual contribuye a disminuir las cargas muertas en las estructuras y, en consecuencia, optimizar el diseño estructural. Estas propiedades hacen que el concreto con obsidiana sea especialmente adecuado para proyectos enfocados en la eficiencia energética y la sostenibilidad, donde la reducción de peso y el uso de materiales no convencionales juegan un papel fundamental. Si bien se observa una disminución en la resistencia mecánica en comparación con el concreto convencional, los valores obtenidos se mantienen dentro de rangos aceptables para aplicaciones no estructurales o de baja exigencia, como elementos divisorios, recubrimientos o componentes prefabricados ligeros.

Asimismo, se destaca que el comportamiento del concreto puede ajustarse mediante la variación del porcentaje de sustitución del agregado grueso, lo que permite adaptar sus propiedades físicas y mecánicas según los requerimientos específicos de cada proyecto. En este sentido, el uso de obsidiana amplía las posibilidades de innovación en el sector de la construcción sostenible, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental, al aprovechamiento de recursos naturales alternativos y al ahorro energético a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Scrivener, K. L., John, V. M., & Gartner, E. M. (2018). Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry. *Cement and Concrete Research*, 114, 2-26.
- Bogas, J. A., Nogueira, R., & Guedes, M. (2021). Lightweight aggregate concrete: Performance and applications. *Construction and Building Materials*, 273, 121693.
- Chandra, S., & Berntsson, L. (2003). *Lightweight aggregate concrete: Science, technology, and applications*. Elsevier.
- Delgado González, J. F. (2024). Concreto estructural con obsidiana como sustituto de agregado grueso. *Pädi*, 12(3), 52-56.
- Domínguez, P., Castillo, L., & Hernández, M. (2022). Volcanic aggregates for sustainable concrete production. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 34(4), 04022007.
- González, R. (2023). Structural behavior of lightweight concrete with volcanic aggregates. *Materials Today: Proceedings*, 58, 422-432.
- Jiménez-Millán, J., Serrano, F. J., & Villalba, G. (2021). Thermal insulation properties of natural volcanic aggregates in concrete applications. *Sustainability*, 13(10), 5497.
- Martínez-Ruiz, F., Gómez, L., & Torres, M. (2023). Evaluación del uso de obsidiana en mezclas de mortero de cemento Portland. *Revista Ingeniería y Materiales*, 14(2), 110-124.
- Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2003). *Concrete*. Pearson.
- Neville, A. M. (2011). *Properties of Concrete*. Pearson Education.
- ONNCCE. (2015a). NMX-C-021-ONNCCE-2015. Industria de la Construcción - Cemento para Albañilería (Mortero) - Especificaciones y Métodos de Ensayo.
- ONNCCE. (2015b). NMX-C-083-ONNCCE-2014. Industria de la Construcción – Concreto – Determinación de la Resistencia a la Compresión de Especímenes – Método de Ensayo.
- ONNCCE. (2015c). NMX-C-105-ONNCCE-2010. Industria de la Construcción – Concreto Hidráulico Ligero Para uso Estructural – Determinación de la Masa Volumétrica.
- ONNCCE. (2017). NMX-C-159-ONNCCE-2016. Industria de la Construcción – Concreto – Elaboración y Curado de Especímenes de Ensayo.



ONNCCE. (2019). NMX-C -164-ONNCCE-2014. Industria de la Construcción - Agregados - Determinación de la Densidad Relativa y Absorción de Agua del Agregado Grueso.

ONNCCE. (2020). NMX-C-077-ONNCCE-2019. Industria de la Construcción – Agregados para Concreto – Análisis Granulométrico – Método de Ensayo.

ONNCCE. (2021). NMX-C-165-ONNCCE-2020. Industria de la Construcción – Agregados – Determinación de la Densidad Relativa y Absorción de Agua del Agregado Fino – Método de Ensayo

Yang, W., Liu, Y., & Zhang, H. (2020). Thermal performance of lightweight concrete with natural volcanic materials. *Applied Sciences*, 10(12), 4194.

