



**FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**Aplicación de residuos cerámicos como agregados  
para la producción de concreto**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER  
EN INGENIERO CIVIL**

**Autores**

Medina Baca Zetty

<https://orcid.org/0000-0001-6772-1820>

Montenegro Gonzales Ivan

<https://orcid.org/0000-0001-5058-2529>

**Asesora**

Pdha. Heredia Llatas Flor Delicia

<https://orcid.org/0000-0001-6260-9960>

**Línea de Investigación**

**Tecnología e innovación en desarrollo de la construcción y la  
industria en un contexto de sostenibilidad**

**Sublínea de Investigación**

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e  
Infraestructura**

**Pimentel – Perú**

**2024**

**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, somos egresados del Programa de Estudios de **la escuela de Ingeniería civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

**Aplicación de residuos cerámicos como agregados para la producción de concreto.**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Medina Baca Zetty	DNI: 71243801	
Montenegro Gonzales Ivan	DNI: 71909318	

Pimentel, 24 de septiembre del 2024.

PAPER NAME

**MEDINA & MONTENEGRO - ARTICULO D  
E REVISION- TURNITIN**

AUTHOR

-

WORD COUNT

**2816 Words**

CHARACTER COUNT

**15390 Characters**

PAGE COUNT

**16 Pages**

FILE SIZE

**18.2KB**

SUBMISSION DATE

**Aug 26, 2024 7:42 PM GMT-5**

REPORT DATE

**Aug 26, 2024 7:42 PM GMT-5**

● **4% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 4% Internet database
- 1% Submitted Works database
- 0% Publications database

## **Dedicatoria**

A mis queridos padres y a toda mi familia,

Este trabajo está dedicado a ustedes, quienes han sido mi mayor fuente de apoyo y motivación en cada paso del camino. Su amor incondicional, paciencia y aliento constante me han dado la fuerza necesaria para enfrentar los retos y alcanzar mis metas. Sin su confianza y sacrificio, nada de esto habría sido posible.

Gracias por estar siempre a mi lado, por creer en mí incluso cuando yo dudaba y por ofrecerme un refugio de apoyo en cada momento de incertidumbre. Esta dedicación es un pequeño reflejo de mi profunda gratitud y amor hacia ustedes.

Con todo mi cariño y aprecio,

**Medina Baca Zetty**  
**Montenegro Gonzales Ivan**

## **Agradecimientos**

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la culminación de este proyecto.

En primer lugar, a mis queridos padres, cuyo amor, apoyo y sacrificio han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi vida. Su fe inquebrantable en mí y sus constantes palabras de aliento me han dado la fortaleza y la motivación necesarias para seguir adelante. No hay palabras suficientes para expresar mi gratitud por todo lo que han hecho por mí.

A mis docentes, quienes con su dedicación y pasión por la enseñanza me han guiado y desafiado a superar mis propios límites. Cada clase, cada consejo y cada crítica constructiva han sido esenciales en mi formación académica y personal. Su compromiso con mi aprendizaje ha sido una fuente inagotable de inspiración.

Finalmente, a la Universidad Señor de Sipán, por brindarme el espacio y las herramientas necesarias para desarrollar mis capacidades. La calidad educativa y el entorno académico que ofrece esta institución han sido clave en mi desarrollo profesional. Agradezco a toda la comunidad universitaria por su apoyo constante y por contribuir a mi crecimiento en tan diversos aspectos.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento.

Con aprecio y gratitud,

**Medina Baca Zetty**  
**Montenegro Gonzales Ivan**

# Índice

Dedicatoria .....	4
Agradecimientos .....	5
Índice de tablas .....	7
Resumen .....	8
Abstract .....	9
I. INTRODUCCIÓN .....	10
1.1. Realidad problemática. ....	10
1.2. Formulación del problema.....	12
1.3. Hipótesis .....	12
1.4. Objetivos.....	12
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	13
II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	14
III. RESULTADOS.....	17
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	19
REFERENCIAS .....	21
ANEXOS .....	28

## Índice de tablas

TABLA I: Cantidad de artículos elegidos por bases de datos y/o palabras claves .....	15
TABLA II: Distribución de los artículos seleccionados en relación a los años y la base de dato consultada.....	16
TABLA III: <i>Comparación de los datos encontrados en el análisis de los artículos</i> .....	17

## Resumen

El concreto en estos últimos años es muy utilizado, generando escasez en los recursos naturales por la extracción de estos, por otro lado, existen materiales que provocan gran contaminación en el medio ambiente. En esta investigación se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos científicos con el tema del uso de residuos cerámicos para emplearse en la producción del concreto, teniendo como objetivo principal identificar la influencia de los residuos cerámicos a modo de sustituto parcial de los agregados en la producción del concreto. La metodología fue mediante la recopilación de artículos en las bases de datos que se tomaron en cuenta en la recopilación de información son Science Direct y Scopus, haciendo un total de 70 artículos elegidos en esta investigación. Se determinó que genera una influencia positiva y eficaz, manteniéndose sus propiedades y reemplazando al agregado fino con un 15% de residuos cerámicos como porcentaje óptimo, y para el agregado grueso con un 30%. Su objetivo fue realizar una revisión literaria de la influencia de los residuos cerámicos a manera de sustituto parcial del agregado para la producción del concreto.

El artículo de revisión concluye que a través del análisis literario permite analizar la influencia de los residuos cerámicos incorporándolos como sustitutos de los agregados para realizar un diseño de concreto ecológico, teniendo como resultados el empleo de la cerámica residual para mejorar las propiedades del concreto, y de esta manera contribuir al medio ambiente.

**Palabras clave:** residuo, cerámico, concreto, sustituto, propiedades, medio ambiente

## **Abstract**

In recent years, concrete has been widely used, generating scarcity of natural resources due to the extraction of these resources; on the other hand, there are materials that cause great pollution in the environment. In this research, a bibliographic search of scientific articles on the use of ceramic wastes to be used in the production of concrete was carried out, having as main objective to identify the influence of ceramic wastes as a partial substitute of aggregates in the production of concrete. The methodology was through the collection of articles in the databases that were taken into account in the collection of information are Science Direct and Scopus, making a total of 70 articles chosen in this research. It was determined that it generates a positive and effective influence, maintaining its properties and replacing the fine aggregate with 15% of ceramic waste as an optimal percentage, and for the coarse aggregate with 30%. Its objective was to carry out a literature review of the influence of ceramic waste as a partial substitute for aggregate in the production of concrete.

The review article concludes that through the literary analysis it is possible to analyze the influence of ceramic wastes by incorporating them as aggregate substitutes for an ecological concrete design, having as results the use of residual ceramics to improve the properties of concrete, and in this way contribute to the environment.

**Keywords:** waste, ceramic, concrete, substitute, properties, environment, waste, ceramic, concrete

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

El concreto es el producto de consumo más grande del mundo que utiliza recursos naturales como arena, piedra triturada, agua, y cemento, utilizándose en todos los trabajos de construcción [1]. Es fuerte y duradero, más fácil de mantener, resistente al fuego, puede ser adaptado a cualquier tamaño o forma, sin embargo, presenta un gran problema al momento de la producción de concreto al utilizar constantemente los agregados [2]. Debido a sus características, el uso del concreto está aumentando paulatinamente, estimándose que la industria del concreto necesita 1500 millones de toneladas de cemento, hasta un aproximado de 20000 millones de toneladas de áridos y alrededor de 1000 millones de toneladas de agua para producir concreto por año [3, 4]. Además, se observa que el consumo anual alcanza más de 10 mil millones de toneladas en la sociedad industrial moderna lo que actualmente se genera un problema a la producción de concreto [5, 6].

Así también, Kim et al. [7], nos dice que el aumento de la población humana y el desarrollo de la sociedad supone una carga para los recursos naturales. Por lo cual se ha recurrido a utilizar los residuos cerámicos generados durante la fabricación y demolición de edificios, generando un grave peligro para el medio ambiente [8, 9]. El reciclaje y la reutilización de los desechos cerámicos actualmente es por reducir el impacto de residuos en los vertederos, al mismo tiempo, mitigar el agotamiento de los recursos naturales [10]. La reducción y reciclaje proporciona alternativas de producción en el concreto para una construcción sostenible [11, 12, 13]. Dado que los residuos cerámicos suelen tratarse y eliminarse mediante un simple vertedero, que no solo ocupa una parte de la tierra, sino que también conduce inevitablemente a una grave contaminación ambiental [14, 15].

Según Deng et al. [16], nos menciona que se estima que la industria de la cerámica tendrá un valor de 3.720,2 millones de dólares. En el 2020, se afirma que el crecimiento de utilización de la cerámica en construcciones va en aumento en los diferentes países [17]. Aproximadamente entre un 15% y un 30% de esta producción se convierte en residuo, que

no se recicla, en la industria cerámica [18]. En consecuencia, los desechos cerámicos se pueden agregar al concreto para aumentar su resistencia y otras propiedades [19, 20]. La industria de la construcción juega un papel muy importante en la reutilización de todos estos tipos de residuos cerámicos para disminuir los riesgos ambientales [21]. Los residuos cerámicos contienen una gran cantidad de  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ , etc., estos pueden reaccionar químicamente con los productos de hidratación del cemento, hace que de esta manera el concreto sea más compacto y prolongue su durabilidad [22, 23]. Dando una mejor firmeza a la presión, la flexión, mejor comportamiento a la congelación y descongelación, se sabe también que estos compuestos de concreto se ven afectados por el grado de aireación, por su dimensión y ubicación de los poros en el concreto endurecido [24]. Grandes cantidades de residuos se derivan no solo de los procesos de construcción, sino también de la demolición de edificios existentes y la reutilización de este tipo de residuos se limita generalmente a su empleo como material de relleno o árido reciclado en el concreto [25, 26].

Es por ello que en el sector de la construcción está en constante desarrollo y, en consecuencia, el aumento del uso de materiales directos de obra [27]. Muchos investigadores están estudiando cómo reemplazar parcialmente el cemento para reducir el daño causado por los problemas anteriores. Los autores Parashar et al. [28], nos dicen que la producción de concreto emite vapores de efecto invernadero que empeoran el calentamiento global, mientras tanto, los desechos de baldosas cerámicas generados por las fábricas, las zonas de edificación y proyectos de demolición de edificios que se eliminan en los vertederos crean contagio de la tierra y el agua.

Alabi y Mahachi [29], prepararon muestras con residuos cerámicos como agregados finos y gruesos en diferentes porcentajes de 0 hasta el 50%, con intervalo del 10. Se investigó la influencia de los aglomerantes cerámicos finos y gruesos en las características del concreto, se encontró el equilibrio deseado en el 20% de sustitución. También Liu et al. [30], destacó que el agregado fino puede ser parcialmente reemplazado por desechos cerámicos, donde mostraron que del 10% al 50% de reemplazo de agregado fino con desechos

cerámicos da igual y mayor resistencia en comparación con el concreto convencional, concluyendo que con un 30% como porcentaje óptimo.

En investigaciones de Li et al. [31] resultados del programa de investigación destinado a analizar las oportunidades del uso de vasijas de cerámica de desecho para la producción de concreto impermeable, utilizando porcentajes de 10, 20 y 30% de la masa de cemento, reemplazando la arena, concluyendo que al emplear la cerámica como sustituto del agregado mejora sus propiedades del concreto.

La presente investigación tiene por finalidad justificar a nivel teórico una dosificación de un residuo industrial de cerámica triturada alternativa que responda las exigencias para las mezclas de concreto en diversas estructuras, dando una vida útil más perdurable y consistente ante las fallas que se dan por la hidratación a temprana edad del concreto que se encuentra a la intemperie.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es la influencia de los residuos cerámicos a manera de sustituto parcial del agregado para la producción del concreto?

## **1.3. Hipótesis**

Las evidencias y tendencias emergen de la literatura comprende favorable la influencia de los residuos cerámicos a manera de sustituto parcial del agregado para la producción del concreto

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo general**

Realizar una revisión literaria de la influencia de los residuos cerámicos a manera de sustituto parcial del agregado para la producción del concreto.

### **Objetivos específicos**

- Describir que tipos de cerámico existen y se han incorporado al concreto como sustituto
- Determinar el reemplazo de los áridos finos y gruesos por la cerámica triturada.
- Determinar el porcentaje óptimo de cerámica triturada a manera de sustituto parcial de

los agregados.

### **1.5. Teorías relacionadas al tema**

La cerámica es una mezcla de arcilla, arena y otros materiales naturales, moldeados en la forma deseada y luego cocidos en un horno de alta temperatura y en general, los residuos cerámicos se pueden separar en dos categorías según el origen de las materias primas [32, 33, 34]. La primera categoría son los residuos cerámicos generados por los residuos cerámicos cocidos, que son las fábricas de cerámica estructural que solo utilizan pasta roja para el producto y la segunda categoría son los residuos cerámicos producidos en cerámica de gres [35, 36, 37]. Algunas fuentes de residuos cerámicos de la primera categoría son los ladrillos, bloques y tejas, mientras que, las fuentes de residuos cerámicos de segunda categoría son los revestimientos, pisos y lozas sanitarias [38, 39, 40]. Esa teja de desecho se genera en diferentes formas, las cuales se producen en las empresas durante y después del proceso de producción debido a fallas encontradas en la construcción, actividades humanas y materias primas inadecuadas [41, 42, 43].

La cerámica se basa en algunas de las materias primas más abundantes en la corteza terrestre, la presión de su fabricación ha comenzado a pasar factura a nuestro entorno [44]. Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, algunos territorios europeos ya han informado de cierta escasez inicial de áridos naturales (ya sea arena o grava), y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente también ha advertido de un posible agotamiento [45].

## II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

En los últimos años se han llevado a cabo numerosas investigaciones sobre el los residuos cerámicos debido a que su reemplazo da importante valor en las propiedades del concreto. Este análisis ofrece una revisión de vanguardia para captar un mejor conocimiento y una visión más profunda sobre el estado de los estudios de investigación con el uso de este residuo. Las plataformas utilizadas plasmaron publicaciones relevantes en el campo utilizando palabras clave cuidadosamente seleccionadas basadas en estudios y recomendaciones anteriores. Posteriormente, se utiliza una técnica de revisión mixta que incorpora análisis cuantitativo y cualitativo para proporcionar información valiosa. Los hallazgos clave de este estudio de revisión son los siguientes.

Este estudio identificó que, durante los últimos cinco años, la investigación con residuos de cerámica, ha crecido significativamente estos desechos acumulándose y afectando al medio ambiente por los desperdicios generados y es por ello que se busca la forma de darle una segunda oportunidad al emplearlas en el sector de la construcción. En el análisis cuantitativo, investigamos sistemáticamente la coocurrencia a través de palabras clave, los patrones de colaboración entre autores y el número de citas de artículos, este enfoque permitió identificar las tendencias de investigación predominantes, estos hallazgos enriquecen significativamente la comprensión del panorama de la investigación y sirven como guía para los colegas investigadores en este campo. En el análisis cualitativo, examinamos cuidadosamente el tema central de los residuos cerámicos, el empleo como elemento sustitutorio de los agregados, este análisis exhaustivo y meticuloso constituye la esencia de nuestras observaciones finales, presentando una comprensión completa del tema de investigación predominante.

Las pautas de revisión sistemática de la literatura describen al menos tres tipos de criterios de inclusión, siendo estas bases de datos para buscar, palabras clave a utilizar y tipo de publicación a incluir. Posteriormente se seleccionó la información, para analizar la información seleccionada y estructurar la misma por objetivos comunes en las diferentes

investigaciones para así realizar un mejor análisis. Las bases de datos que se tomaron en cuenta en la recopilación de información son Science Direct y Scopus.

De esta manera se realizó una búsqueda exhaustiva recopilando referencias bibliográficas para la presente investigación, donde las palabras claves empleadas en la búsqueda de artículos fueron: “CERAMICO AND CONCRETO”, “CERAMICS IN CONCRETE”, “CERAMICS IN CONCRETE”, utilizando los conectores de búsqueda como IN, AND, etc.

**TABLA I:** Cantidad de artículos elegidos por bases de datos y/o palabras claves

Base de datos	Palabras claves usando operadores booleanos	Documentos encontrados	Año a realizar la búsqueda	Filtro de búsqueda (area y tipo de documento)	Documento encontrado usando lo filtro	Artículos elegidos
Science Direct	CERAMICO AND CONCRETO	33	2020-2024	ÁREA: Engineering, DOCUMENTO: Article	3	1
	CERAMICS AND HORMIGON	32	2020-2024	ÁREA: Engineering, DOCUMENTO: Article	3	2
	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, DOCUMENTO: Article	3555	29
	ceramic aggregate substitute	125	2020-2024	ÁREA: Engineering, DOCUMENTO: Article	85	5
	CERAMICS AND CONCRETO	19	2020-2024	ÁREA: Engineering, DOCUMENTO: Article	18	3
Scopus	CERAMICS IN CONCRETE	4444	2020-2024	ÁREA: Engineering, DOCUMENTO: Article	2649	10
	CERAMICS IN CONCRETE	32486	2020-2024	ÁREA: Engineering, DOCUMENTO: Article	8523	20
					TOTAL	70

**TABLA II:** Distribución de los artículos seleccionados en relación a los años y la base de dato consultada.

Base de datos	Año de publicación					Total
	2020	2021	2022	2023	2024	
Science Direct	22	4	2	2	7	37
SCOPUS	10	2	2	5	14	33
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>21</b>	<b>70</b>

Para la selección de información se consideraron modelos de actualidad, procedencia, viabilidad y fiabilidad. La información seleccionada fue estructurada y organizada mediante una tabla de contenido donde se analizaron los objetivos, resultados y conclusiones de cada información recolectada, asimismo se estructuró y ordenó la información considerando la actualidad recolectando 70 artículos.

### III. RESULTADOS

De acuerdo al material reciclado de la cerámica, se puede encontrar también con otros materiales comunes que se también se utilizan en el concreto:

Residuos de cerámica: la mayoría se producen a partir de estructuras de mampostería como residuos de construcciones o demoliciones, de ello parte las características mecánicas de los materiales cerámicos comunes que se utilizan en el concreto son las siguientes:

- Baldosas y ladrillos cerámicos reciclados

Esto genera una cantidad significativa de residuos de construcción y demolición que, debido a su alta resistencia al fuego y a la abrasión, son materiales agregados atractivos [46, 47, 48]. Dichos agregados se pueden utilizar para aplicaciones estructurales y no estructurales. Para las baldosas y ladrillos cerámicos se ha informado una mayor absorción de agua, un menor módulo elástico y una menor densidad según el tipo de cerámica. La reutilización de tejas y ladrillos como agregados puede reducir los costos de transporte de los agregados naturales y generar concreto sustentable.

- Porcelana

Se deriva del caolín y la arcilla china, que se produce mediante un proceso de verificación endureciendo la materia prima a altas temperaturas de 1200°C a 1400° C [49, 50, 51]. En comparación con la cerámica, la porcelana se produce a temperaturas más altas y a partir de arcillas más refinadas [52, 53, 54]. Además, es más denso y duradero que la cerámica, que se ha utilizado como subestación de agregados en el concreto. Incluso después del reemplazo total de los agregados naturales, se ha informado que aumentan las propiedades del estado endurecido del concreto debido a su alta densidad.

A través de diferentes trabajos se enmarca las investigaciones realizadas, en la siguiente Tabla se plasma las investigaciones destacadas que beneficioso su uso en el concreto, dando realice en el sector de la construcción

TABLA III: *Comparación de los datos encontrados en el análisis de los artículos*

<b>Tipo de agregado</b>	<b>Tipo de reemplazo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Referencia</b>
	Articulos sanitarios de baldosas (hasta 20%)	No implica perdidas de resistencia Resistencia comparable	[55, 56, 57, 58]
Agregados finos	Arena cerámica reciclada de ladrillos (10, 20, 35 y 50%)	Aumento de resistencia, disminuye su asentamiento.	[59, 60, 61]
	Baldosas cerámicas y sanitarios (10, 20, 30, 40, 50 y 60%)	Resistencias mejoradas en todas sus propiedades.	[62, 63, 64, 65]
Agregados gruesos	Revestimientos cerámicos (20, 25, 35, 50, 65, 75, 80 y 100%)	Características de resistencia comparables a los diseños convencionales	[66, 67, 68]
	Ladrillos, tejas, porcelanato (0 al 30%)	Propiedades mecanicas mejoradas	[69, 70]

## IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Discusión

#### **Análisis del agregado fino reemplazado por residuos cerámicos**

En la tabla 2 se observa diferentes porcentajes óptimos encontrados por diferentes autores, el autor [20], en su experimento empleó fragmentos rotos de baldosas con un tamaño de 0.075 – 25 mm según tamizado, concluyendo que el porcentaje óptimo de reemplazo es del 20% aumentando su resistencia a la compresión de las muestras, agregando que la trabajabilidad es menor en comparación con el concreto convencional, pero si se reemplaza como agregado grueso, presenta mejor comportamiento. De manera similar con el autor [23], con un tamaño de partícula de 0.1 – 100 mm y una relación a/c de 0.43.

En cambio, para [45], su porcentaje óptimo obtenido es del 30% de reemplazo en el agregado fino, utilizando residuos de baldosas en una fábrica productora, con un tamizado de partícula que va desde los 4.75 mm, observando que además de aumentar la resistencia a la compresión, reduce su sorción, sin embargo, aumenta el factor de durabilidad.

Asimismo [23, 45, 61], nos dice que el uso de residuos cerámicos como parte de la producción del concreto ayuda a reducir la contaminación ambiental, siendo estos diariamente desechados. En su investigación reemplazó al agregado fino por polvo de cerámica y utilizó agregado grueso reciclado, como parte de sus resultados obtuvo como 15% el reemplazo óptimo para el agregado fino, mejorando la resistencia a los sulfatos al que está expuesto el concreto.

De los diferentes porcentajes óptimos encontrados por diferentes autores se puede descifrar que el porcentaje varía del 15% al 50%, pues se encontró que las características y procedimientos empleados por los autores en cada uno de los experimentos son diferentes, los mas notables son el tipo de cerámica reciclada y su tamaño de partícula, otro factor que altera estos resultados es la relación a/c.

#### **Análisis de agregado grueso reemplazado con residuos de cerámica**

Como se menciona en la tabla 2, no solo realizaron estudios en agregado fino, sino

que además también realizaron reemplazando al agregado grueso como objetivo de comparar y determinar cuál de las mezclas reemplazadas presenta un mejor comportamiento en el concreto [62, 63, 64, 65], del cual se obtuvo que el porcentaje óptimo es del 20% del agregado grueso, recomendando que se utilice como reemplazo del agregado grueso, pues presenta una mejor trabajabilidad y comportamiento del concreto aumentando su resistencia a la compresión [7, 11, 1].

### **CONCLUSIONES.**

La sustitución de los agregados del concreto genera una influencia positiva para el concreto y el medio ambiente, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas al igual que si se sustituye como agregado grueso, y para el medio ambiente ayuda a disminuir la contaminación ambiental que generan estos residuos cerámicos hacia el medio ambiente.

Las propiedades del concreto adicionando residuos cerámicos en adiciones en bajo porcentaje se mantienen, en cambio cuando se reemplaza hasta maximizar el uso de residuos cerámicos cambian, lo cual se resalta su resistencia a compresión y su trabajabilidad.

El porcentaje óptimo de los agregados depende del tipo de residuo que se utilice, de las características mecánicas que presente, de las condiciones en la que se utilice, y de los aditivos que se le agregue al concreto, de acuerdo con los resultados obtenidos, para el agregado fino se puede reemplazar hasta un 15% con residuos cerámicos, en cambio para el agregado grueso se puede reemplazar hasta un 30% con residuo cerámico.

## REFERENCIAS

- [1] K. Lazaar, W. Hajjaji, B. Moussi, F. Rocha, J. Labrincha and F. Jamoussi, "Metakaolin and demolition wastes in eco-based sand consolidated concrete," *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, vol. 60, no. 4, pp. 229-242, 2021.
- [2] C. Medina, J. Sánchez, I. Sáez , M. Frías and M. Sánchez , "1 - Modeling the interfacial transition zone between recycled aggregates and industrial waste in cementitious matrix," *Waste and Byproducts in Cement-Based Materials*, pp. 3-27, 2021.
- [3] B. Cantero, M. Bravo, J. Brito, I. Saenz and C. Medina, "Mechanical behaviour of structural concrete with ground recycled concrete cement and mixed recycled aggregate," *Journal of Cleaner Production*, vol. 275, p. 122913, 2020.
- [4] Z. Hu, Q. Li , W. Zhimin and S. Yang, "Modelling fracture process zone width and length for quasi-brittle fracture of rock, concrete and ceramics," *Engineering Fracture Mechanics*, vol. 259, p. 108158, 2022.
- [5] P. Awoyera and B. Britto, "Foamed concrete incorporating mineral admixtures and pulverized ceramics: Effect of phase change and mineralogy on strength characteristics," *Construction and Building Materials*, vol. 234, p. 117434, 2020.
- [6] Z. Keshavarz and D. Mostofinejad, "Effects of high-temperature exposure on concrete containing waste porcelain coarse aggregates and steel chips," *Journal of Building Engineering*, vol. 29, p. 101211, 2020.
- [7] H. Kim, D. Han, K. Kim and P. Romero, "Performance assessment of repair material for deteriorated concrete slabs using chemically bonded cement," *Construction and Building Materials*, vol. 237, p. 117468, 2020.
- [8] I. Boukhris, M. Al-Buriah, H. Akyildirim, A. Alalawi, I. Kebaili and M. Sayyed, "Chalcogenide glass-ceramics for radiation shielding applications," *Ceramics International*, vol. 46, no. 11, pp. 19385-19392, 2020.
- [9] E. Kavaz, F. El\_Agawany, H. Tekin, U. Perişanoğlu and Y. Rammah, "Nuclear radiation shielding using barium borosilicate glass ceramics," *109437*, vol. 142, 2020.

- [10] M. Zaid, H. Sidek, R. El-Mallawany, K. Almasri, K. Almasri and K. Matori, "Synthesis and characterization of samarium doped calcium soda–lime–silicate glass derived wollastonite glass–ceramics," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 9, no. 6, pp. 13153-13160, 2020.
- [11] X. Lao, X. Xu, W. Jiang, J. Liang, L. Miao and Q. Wu, "Influences of impurities and mineralogical structure of different kaolin minerals on thermal properties of cordierite ceramics for high-temperature thermal storage," *Applied Clay Science*, vol. 187, p. 105485, 2020.
- [12] L. Móricz, Z. Viharos, A. Németh, A. Szépligeti and N. Büki, "Off-line geometrical and microscopic & on-line vibration based cutting tool wear analysis for micro-milling of ceramics," *Measurement*, vol. 163, p. 108025, 2020.
- [13] Z. Zhang, J. Wang, L. Liu, J. Ma and B. Shen, "Preparation of additive-free glass-ceramics from MSW incineration bottom ash and coal fly ash," *Construction and Building Materials*, vol. 254, p. 119345, 2020.
- [14] Z. Zhang, Y. Wang, J. Wang, L. Liu, W. An and B. Shen, "Preparation and characterization of glass-ceramics from oil shale ash: Effect of basicity and sintering temperature on crystallization behavior, properties, and environmental risk," *Materials Chemistry and Physics*, vol. 249, p. 123012, 2020.
- [15] G. Qin, C. Lu, M. Umair and M. Zhao, "Anisotropic electromechanical properties of GaN ceramics caused by polarisation," *Ceramics International*, vol. 46, no. 4, pp. 5331-5336, 2020.
- [16] L. Deng, S. Wang, Z. Zhang, Z. Li, R. Jia, F. Yun, Y. Ma and W. Wang, "The viscosity and conductivity of the molten glass and crystallization behavior of the glass ceramics derived from stainless steel slag," *Materials Chemistry and Physics*, vol. 251, p. 123159, 2020.
- [17] Y. Ren, Q. Ren, X. Wu, J. Zheng and O. Hai, "Recycling of solid wastes ferrochromium slag for preparation of eco-friendly high-strength spinel–corundum ceramics," *Materials Chemistry and Physics*, vol. 239, p. 122060, 2020.
- [18] L. Chen, X. Ge, Y. Long, M. Zhou, H. Wang and X. Chen, "Crystallization and properties of high calcium glass-ceramics synthesized from ferromanganese slag," *Journal of Non-Crystalline Solids*, vol. 532, p. 119864, 2020.
- [19] T. Wei, F. Yang, B. Jia, C. Zhao, L. Liu, H. Zhang, Y. Zhang, J. Zhang, X. Yan and J. Yang, "Reversible photoluminescence modulation in praseodymium-doped bismuth titanate ceramics for

information storage based on photochromic reaction," *Ceramics International*, vol. 46, no. 11, pp. 18507-18517, 2020.

- [20] P. Awoyera, O. Olalusi and N. Iweriebo, "Physical, strength, and microscale properties of plastic fiber-reinforced concrete containing fine ceramics particles," *Materialia*, vol. 15, p. 100970, 2021.
- [21] J. Deng, X. Li, M. Zhu, K. Rashid and Q. Wang, "Debonding damage detection of the CFRP-concrete interface based on piezoelectric ceramics by the electromechanical impedance method," *Construction and Building Materials*, vol. 303, p. 124431, 2021.
- [22] A. Raghubanshi, M. Mudgal, A. Kumar, R. Chouhan and A. Srivastava, "Development of heavyweight aggregate via in-situ growth of high density ceramics using red mud," *Construction and Building Materials*, vol. 313, p. 125376, 2021.
- [23] Z. Cai, P. Feng, C. Zhu and X. Wang, "Dielectric breakdown behavior of ferroelectric ceramics: The role of pores," *Journal of the European Ceramic Society*, vol. 41, no. 4, pp. 2533-2538, 2021.
- [24] A. Temir, K. Zhumadilov, M. Zdorovets, A. Kozlovskiy and A. Trukhanov, "Study of the effect of doping CeO<sub>2</sub> in TeO<sub>2</sub>-MoO<sub>3</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ceramics on the phase composition, optical properties and shielding efficiency of gamma radiation," *Optical Materials*, vol. 115, p. 111037, 2021.
- [25] R. Yokoyama, M. Kondo, S. Suzuki, M. Johnson, S. Miwa, M. Pellegrini, A. Denoix, V. Bouyer, C. Journeau and K. Okamoto, "A Lagrangian approach to ex-vessel corium spreading over ceramic and concrete substrates using moving particle hydrodynamics," *Nuclear Engineering and Design*, vol. 399, p. 112029, 2022.
- [26] Y. Kanda, "Spark plasma sintering using calcareous waste concrete powder," *Construction and Building Materials*, vol. 349, p. 128726, 2022.
- [27] A. Parashar, P. Sharma and N. Sharma, "An investigation on Properties of Concrete with the adding of Waste of Ceramic and micro silica," *MaterialsToday: Proceedings*, vol. 62, no. 6, pp. 4036-4040, 2022.
- [28] A. Parashar, P. Sharma and N. Sharma, "An investigation on Properties of Concrete with the adding of Waste of Ceramic and micro silica," *Materialstoday: Proceedings*, vol. 62, no. 6, pp. 4036-4040, 2022.
- [29] S. Alabi and J. Mahachi, "Mechanical properties of sustainable concrete made with ceramic and

- sandcrete block wastes," *Materialstoday: Proceedings*, vol. 62, no. 1, pp. s44-s48, 2022.
- [30] G. Liu, A. Wang, R. Tang, W. Bai, Y. Song, W. Ji and W. Wang, "Fabrication and modeling of ultra-hard and high-strength B4C-based laminated ceramics by brazing joining," *Ceramics International*, vol. 48, no. 19, pp. 27982-27987, 2022.
- [31] X. Li, M. Pan, M. Tao, W. Liu, Z. Gao and C. Ma, "Preparation of high closed porosity foamed ceramics from coal gangue waste for thermal insulation applications," *Ceramics International*, vol. 48, no. 24, pp. 37055-37063, 2022.
- [32] K. Manikandan, P. Nanthakumar, M. Balachandar, D. Shankar and G. Vijayakumari, "Partial replacement of aggregate with ceramic tile in concrete," *Materialstoday:Proceeding*, 2023.
- [33] M. Quereda, M. Vicent, J. Suárez, F. Clarens, M. Mesas and M. Alonso, "Foundry by-products: Alternative materials for ceramic tiles. Technical, radiological and environmental assessment," *Ceramics International*, vol. 50, no. 18, pp. 32570-32582, 2024.
- [34] Z. Keshavarz and D. Mostofinejad, "Porcelain and red ceramic wastes used as replacements for coarse aggregate in concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 195, pp. 218-230, 2020.
- [35] A. Ranjith, S. Marupati, R. Rajakumari, P. Manisha, S. Tiwari and B. Baranitharan, "Analysis of the influence of using ceramic waste as aggregates in concrete and/or mortar," *MaterialsToday: Proceedings*, 2024.
- [36] M. Menger, A. Ruviaro, L. Silvestro, T. Corrêa, P. Matos and F. Pelisser, "Utilizing porcelain tile polishing residue in eco-efficient high-strength geopolymers with steel microfibers," *Structures*, vol. 58, p. 105630, 2023.
- [37] C. Molinari, A. Sima, M. Cavina, G. Guarini, S. Conte, S. Albonetti, E. Sanchez, E. Cañas, M. Dondi and C. Zanelli, "Residues from beneficiation of granite in porcelain stoneware: Effects on technological properties," *Open Ceramics*, vol. 19, p. 100651, 2024.
- [38] W. Andrzejuk, M. Frańczak, D. Hunek, M. Franus and G. Łagód, "Microstructure, durability and surface free energy of lightweight aggregate modification of sanitary ceramic wastes and sewage sludge," *Journal of Building Engineering*, vol. 93, p. 109725, 2024.
- [39] C. Molinari, S. Conte, M. Dondi and C. Zanelli, "Content of crystalline silica phases in porcelain stoneware," *Open Ceramics*, vol. 19, p. 100650, 2024.

- [40] H. Zhong, B. Han, D. Wang, J. Wei, X. Peng, Z. Miao and N. Li, "Application of recycled porcelain aggregates in alkali resistant castable lining for cement kilns: Feasibility and application condition analysis," *Construction and Building Materials*, vol. 435, p. 136842, 2024.
- [41] F. Hussain, A. Omran and N. Soliman, "Synthesis and characterization of bentonite-based lightweight ceramic aggregates using coal combustion residue and kerosene bloating agent," *Construction and Building Materials*, vol. 425, p. 135916, 2024.
- [42] W. Ochen, F. D'ujanga, B. Oruru and P. Olupot, "Physical and mechanical properties of porcelain tiles made from raw materials in Uganda," *Results in Materials*, vol. 11, p. 100195, 2021.
- [43] Z. Keshavarz and D. Mostofinejad, "Steel chip and porcelain ceramic wastes used as replacements for coarse aggregates in concrete," *Journal of Cleaner Production*, vol. 230, pp. 339-351, 2020.
- [44] I. Kotanci, M. Uysal, M. Balaban, F. Bendjilali and B. Aygun, "Innovating with potassium-modified ceramic powder geopolymer mortar and the integration of recycled aggregates," *Journal of Building Engineering*, vol. 92, p. 109751, 2024.
- [45] C. Gour and P. Dhurvey, "Performance evaluation of bone China ceramic as fine aggregates in geopolymer concrete," *Materialstoday:Proceedings*, 2024.
- [46] C. Molinari, Y. Alaya, L. Pasti, G. Guarini, M. Dondi and C. Zanelli, "Assessing white clays from Tabarka (Tunisia) in the production of porcelain stoneware tiles," *Applied Clay Science*, vol. 231, p. 106741, 2023.
- [47] E. Cedillo, M. Governatori and C. Siligardi, "Highly reflective engobes for ink-jet printed coloured porcelain stoneware tiles (CO-2:L05)," *Ceramics International*, vol. 49, no. 14, pp. 24259-24267, 2023.
- [48] L. Jaramillo, S. Natri, A. Lot, F. Melchiades, G. Marsola, I. Flauzino, M. Innocentini and A. Boschi, "Influence of engobe and glaze layers on the evolution of porosity and permeability of single-fired porcelain tiles," *Applied Clay Science*, vol. 228, p. 106635, 2022.
- [49] Q. Li, P. Liu, M. Wang and H. Xia, "Effects of elevated temperature on the mechanical properties of concrete with aggregate of waste porcelain tile," *Journal of Building Engineering*, vol. 64, p. 105585, 2023.

- [50] G. Sua and S. Jamnam, "Influence of calcium carbonate on green self-compacting concrete incorporating porcelain tile waste as coarse aggregate replacement," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 19, p. e02366, 2023.
- [51] J. Xu, J. Houndehou, Z. Wang and Q. Ma, "Experimental investigation on the mechanical properties and damage evolution of steel-fiber-reinforced crumb rubber concrete with porcelain tile waste," *Construction and Building Materials*, vol. 370, p. 130643, 2023.
- [52] H. Gharibi and D. Mostofinejad, "Thermal and mechanical properties of concrete containing porcelain ceramic tile waste as fine and coarse aggregates," *Magazine of Concrete Research*, vol. 75, no. 3, pp. 123-134, 2022.
- [53] A. Ruviaro, L. Silvestro, H. Santana, A. Araújo and F. Pelisser, "Ternary sustainable geopolymer matrices containing metakaolin, water treatment sludge, and porcelain tile polishing residue," *Construction and Building Materials*, vol. 440, p. 137412, 2024.
- [54] Y. Asghari and S. Mohammadyan, "Utilization of Porcelain Polishing Residues and Metakaolin in Self-Consolidating Concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 420, p. 135588, 2024.
- [55] C. Gour and P. Dhurvey, "Performance evaluation of bone China ceramic as fine aggregates in geopolymer concrete," *Materialstoday: Proceedings*, 2024.
- [56] V. Albero, "Fire and postfire compressive strength of recycled aggregate concrete made with ceramic stoneware," *Journal of Building Engineering*, vol. 89, p. 109363, 2024.
- [57] T. Jiang, "Improving mechanism for recycling efficiency of ceramic construction solid waste and properties of composite backfill based on aggregate particle size distribution," *Construction and Building Materials*, vol. 136826, p. 436, 2024.
- [58] A. Altheeb, "Engineering attributes of alkali-activated mortars containing ceramic tiles waste as aggregates replacement: Effect of high-volume fly ash inclusion," *Materialstoday:Proceedings*, 2023.
- [59] N. Garg, "Mechanical, durability and sustainability assessment of rendering mortar with synergistic utilisation of recycled concrete and ceramic insulator fine aggregates," *Journal of Building Engineering*, vol. 76, p. 107269, 2023.
- [60] Y. Gao, J. Gao, M. Rao, F. Wang and L. Yang, "High-ferrite Portland cement with glass–ceramic

aggregates: Mechanical properties, durability, and interfacial transition zone," *Construction and Building Materials*, vol. 401, p. 132884, 2023.

- [61] M. Sabbrojjaman, Y. Liu and T. Tafsirojjaman, "A comparative review on the utilisation of recycled waste glass, ceramic and rubber as fine aggregate on high performance concrete: Mechanical and durability properties," *Developments in the Built Environment*, vol. 17, p. 100371, 2024.
- [62] A. Tanash, "A review on the utilization of ceramic tile waste as cement and aggregates replacement in cement based composite and a bibliometric assessment," *Cleaner Engineering and Technology*, vol. 17, p. 100699, 2023.
- [63] S. Fu, "Recycling of ceramic tile waste into construction materials," *Developments in the Built Environment*, vol. 18, p. 100431, 2024.
- [64] U. Chandru, A. Bahurudeen and R. Senthilkumar, "Systematic comparison of different recycled fine aggregates from construction and demolition wastes in OPC concrete and PPC concrete," *Journal of Building Engineering*, vol. 75, p. 106768, 2023.
- [65] J. Wu, J. Hu, Z. Deng, Y. Feng, H. Fan, Z. Wang, X. Zhao, Q. Chen and K. Wang, "Comparative investigation of physical and photon attenuation performances for Ta-doped LLZTO ceramics," *Ceramics International*, vol. 50, no. 1, pp. 1321-1328, 50.
- [66] R. Haigh, M. Sandanayake, S. Sasi, E. Yaghoubi, P. Joseph and Z. Vrcelj, "Microstructural attributes and physiochemical behaviours of concrete incorporating various synthetic textile and cardboard fibres: A comparative review," *Journal of Building Engineering*, vol. 86, p. 108690, 2024.

# ANEXOS

## - BITACORA

### Uso de residuos cerámicos como agregados para la producción de concreto: una revisión literaria

N° ARTIC.	BASE DE DATOS	PALABRAS CLAVES USANDO OPERADORES BOLEANOS	DOCUMENTOS ENCONTRADOS	AÑO A REALIZAR LA BÚSQUEDA	FILTRO DE BÚSQUEDA (ÁREA Y TIPO DE DOCUMENTO)	DOCUMENTO ENCONTRADO USANDO LO FILTRO DE BÚSQUEDA	AÑO	TÍTULO	LINK
1	Science Direct	CERAMICO AND CONCRETO	33	2020-2024	DOCUMENTO: Article	3	2021	Metakaolin and demolition wastes in eco-based sand consolidated concrete	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0366317520300285">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0366317520300285</a>
2	Science Direct	CERAMICS AND HORMIGON	32	2020-2024	DOCUMENTO: Article	3	2021	1 - Modeling the interfacial transition zone between recycled aggregates and industrial waste in cementitious matrix	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128205495000255">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128205495000255</a>
3	Science Direct	CERAMICS AND HORMIGON	32	2020-2024	DOCUMENTO: Article	3	2020	Mechanical behaviour of structural concrete with ground recycled concrete cement and mixed recycled aggregate	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620329589">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620329589</a>
4	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2022	Modelling fracture process zone width and length for quasi-brittle fracture of rock, concrete and ceramics	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001379421005634">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001379421005634</a>
5	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Foamed concrete incorporating mineral admixtures and pulverized ceramics: Effect of phase change and mineralogy on strength characteristics	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061819328867">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061819328867</a>
6	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Effects of high-temperature exposure on concrete containing waste porcelain coarse aggregates and steel chips	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710219319540">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710219319540</a>

### Uso de residuos cerámicos como agregados para la producción de concreto: una revisión literaria

N° ARTIC.	BASE DE DATOS	PALABRAS CLAVES USANDO OPERADORES BOLEANOS	DOCUMENTOS ENCONTRADOS	AÑO A REALIZAR LA BÚSQUEDA	FILTRO DE BÚSQUEDA (ÁREA Y TIPO DE DOCUMENTO)	DOCUMENTO ENCONTRADO USANDO LO FILTRO DE BÚSQUEDA	AÑO	TÍTULO	LINK
7	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Performance assessment of repair material for deteriorated concrete slabs using chemically bonded cement	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061819329204">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061819329204</a>
8	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Chalcogenide glass-ceramics for radiation shielding applications	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884220312384">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884220312384</a>
9	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Nuclear radiation shielding using barium borosilicate glass ceramics	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022389719327179">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022389719327179</a>
10	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Synthesis and characterization of samarium doped calcium soda-lime-silicate glass derived wollastonite glass-ceramics	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785420317828">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785420317828</a>
11	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Influences of impurities and mineralogical structure of different kaolin minerals on thermal properties of cordierite ceramics for high-temperature thermal storage	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169131720300508">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169131720300508</a>
12	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Off-line geometrical and microscopic & on-line vibration based cutting tool wear analysis for micro-milling of ceramics	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263224120305637">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263224120305637</a>

**Uso de residuos cerámicos como agregados para la producción de concreto: una revisión literaria**

Nº ARTIC.	BASE DE DATOS	PALABRAS CLAVES USANDO OPERADORES BOLEANOS	DOCUMENTOS ENCONTRADOS	AÑO A REALIZAR LA BÚSQUEDA	FILTRO DE BÚSQUEDA (ÁREA Y TIPO DE DOCUMENTO)	DOCUMENTO ENCONTRADO USANDO LO FILTRO DE BÚSQUEDA	AÑO	TÍTULO	LINK
25	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2022	A Lagrangian approach to ex-vessel corium spreading over ceramic and concrete substrates using moving particle hydrodynamics	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029549322003806">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029549322003806</a>
26	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2022	Spark plasma sintering using calcareous waste concrete powder	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822023832">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822023832</a>
27	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2022	An investigation on Properties of Concrete with the adding of Waste of Ceramic and micro silica	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322027626">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322027626</a>
28	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2022	An investigation on Properties of Concrete with the adding of Waste of Ceramic and micro silica	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322027626">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322027626</a>
29	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2022	Mechanical properties of sustainable concrete made with ceramic and sandcrete block wastes	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322006605">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322006605</a>
30	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2022	Fabrication and modeling of ultra-hard and high-strength B4C-based laminated ceramics by brazing joining	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272864222021010">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272864222021010</a>

**Uso de residuos cerámicos como agregados para la producción de concreto: una revisión literaria**

Nº ARTIC.	BASE DE DATOS	PALABRAS CLAVES USANDO OPERADORES BOLEANOS	DOCUMENTOS ENCONTRADOS	AÑO A REALIZAR LA BÚSQUEDA	FILTRO DE BÚSQUEDA (ÁREA Y TIPO DE DOCUMENTO)	DOCUMENTO ENCONTRADO USANDO LO FILTRO DE BÚSQUEDA	AÑO	TÍTULO	LINK
19	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Reversible photoluminescence modulation in praseodymium-doped bismuth titanate ceramics for information storage based on photochromic reaction	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884220311007">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884220311007</a>
20	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2021	Physical, strength, and microscale properties of plastic fiber-reinforced concrete containing fine ceramics particles	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589152920303860">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589152920303860</a>
21	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Debonding damage detection of the CFRP-concrete interface based on piezoelectric ceramics by the electromechanical impedance method	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061821021899">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061821021899</a>
22	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2021	Development of heavyweight aggregate via in-situ growth of high density ceramics using red mud	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061821031172">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061821031172</a>
23	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Dielectric breakdown behavior of ferroelectric ceramics: The role of pores	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955221920309651">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955221920309651</a>
24	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2021	Study of the effect of doping CeO2 in TeO2-MoO-Bi2O3 ceramics on the phase composition, optical properties and shielding efficiency of gamma radiation	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092534672100238X">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092534672100238X</a>

**Uso de residuos cerámicos como agregados para la producción de concreto: una revisión literaria**

Nº ARTIC.	BASE DE DATOS	PALABRAS CLAVES USANDO OPERADORES BOLEANOS	DOCUMENTOS ENCONTRADOS	AÑO A REALIZAR LA BÚSQUEDA	FILTRO DE BÚSQUEDA (ÁREA Y TIPO DE DOCUMENTO)	DOCUMENTO ENCONTRADO USANDO LO FILTRO DE BÚSQUEDA	AÑO	TÍTULO	LINK
13	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Preparation of additive-free glass-ceramics from MSW incineration bottom ash and coal fly ash	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820313507">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820313507</a>
14	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Preparation and characterization of glass-ceramics from oil shale ash: Effect of basicity and sintering temperature on crystallization behavior, properties, and environmental risk	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254058420303874">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254058420303874</a>
15	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Anisotropic electromechanical properties of GaN ceramics caused by polarisation	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884219331633">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884219331633</a>
16	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	The viscosity and conductivity of the molten glass and crystallization behavior of the glass ceramics derived from stainless steel slag	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254058420305307">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254058420305307</a>
17	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Recycling of solid wastes ferrochromium slag for preparation of eco-friendly high-strength spinel-conundum ceramics	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254058419308569">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254058419308569</a>
18	Science Direct	CERAMICS IN CONCRETE	19871	2020-2024	ÁREA: Engineering, Materials Science, DOCUMENTO: Article	3555	2020	Crystallization and properties of high calcium glass-ceramics synthesized from ferromanganese slag	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022309319307343">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022309319307343</a>