

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v8i15.0265>

EVALUAR LAS PROPIEDADES DE LOS ÁRIDOS DE TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN

EVALUATE THE PROPERTIES OF AGGREGATES FROM THREE QUARRIES IN THE PROVINCE OF MANABÍ, AND ITS INFLUENCE ON THE COMPRESSION RESISTANCE OF CONCRETE

Intriago-Solórzano Jenniffer Jackeline ¹; Zambrano-Sornoza Félix Alexander ²;
Guerra-Mera Juan Carlos ³

¹ Estudiante carrera Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador. Correo: jintriago6373@utm.edu.ec.

² Estudiante carrera Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador. Correo: fzambrano2822@utm.edu.ec.

³ Docente del Departamento de Construcciones Civiles. Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.
Correo: juan.guerra@utm.edu.ec.

Resumen

Durante décadas los diseños de hormigón que no cumplen con la resistencia a la compresión, debido a la baja calidad de los materiales ha sido una de las principales problemáticas en la industria de la construcción. Con el propósito mejorar la calidad del hormigón, resulta fundamental llevar a cabo investigaciones tecnológicas de carácter experimental que respalden cómo el mejoramiento de las propiedades de los áridos finos y gruesos influye significativamente en el aumento de su resistencia. Esta investigación tiene como propósito evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los áridos extraídos de tres canteras ubicadas en la provincia de Manabí, Ecuador, y analizar cómo influyen en la resistencia a la compresión del hormigón. La metodología utilizada es de tipo cuantitativa, con enfoque experimental, basada en las normativas vigente. Para este estudio se utilizaron áridos finos y gruesos de las canteras de Portoviejo, Jaramijó y Montecristi. Se realizaron tres diseños de mezclas para el hormigón, con resistencia a compresión especificada de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y se estableció una resistencia media a la compresión requerida de $f'cr = 247.64 \text{ kg/cm}^2$, con una relación agua/cemento de 0.55, y se empleó un aditivo súper plastificante (MasterGlenium 7971). Se elaboraron 27 testigos de hormigón, analizando cada tres testigos a los 7, 14 y 28 días, de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 1573. De los resultados obtenidos en esta investigación en relación a la caracterización, se pudo determinar que todos los agregados provenientes de las tres canteras, cumplen con la normativa ecuatoriana; en relación a la resistencia a la compresión especificada se pudo demostrar que las propiedades de los áridos si influyen en la resistencia al hormigón, ya que el diseño de mezcla obtenido con los agregados de la cantera de Portoviejo obtuvo un valor de 224.00 kg/cm^2 , la cantera de Jaramijó 250.08 Kg/cm^2 y la cantera de Montecristi 268.84 kg/cm^2 ; mientras que en el diseño a compresión media requerida la de Portoviejo es la única que no cumple. Los resultados proporcionan información clave para mejorar la selección de áridos en la producción de hormigón y contribuirán al desarrollo de normativas locales para el control de calidad en la industria de la construcción en Manabí-Ecuador.

Palabras clave: Diseño de hormigón, resistencia a la compresión, áridos finos, áridos gruesos, propiedades físicas y mecánicas.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 15 de febrero de 2025.

Fecha de aceptación: 23 de abril de 2025.

Fecha de publicación: 10 de mayo de 2025.



Abstract

For decades, concrete designs that do not meet the compressive strength due to low quality materials have been one of the main problems in the construction industry. In order to improve the quality of concrete, it is essential to carry out experimental technological research that supports how the improvement of the properties of fine and coarse aggregates significantly influences the increase of its strength. The purpose of this research is to evaluate the physical and mechanical properties of aggregates extracted from three quarries located in the province of Manabí, Ecuador, and to analyze how they influence the compressive strength of concrete. The methodology used is quantitative, with an experimental approach, based on current regulations. For this study, fine and coarse aggregates from the quarries of Portoviejo, Jaramijó and Montecristi were used. Three mix designs were made for the concrete, with a specified compressive strength of $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, and a required average compressive strength of $f'_{cr} = 247.64 \text{ kg/cm}^2$ was established, with a water/cement ratio of 0.55, and a super plasticizing additive (MasterGlenium 7971) was used. Twenty-seven concrete cores were prepared, analyzing every three cores at 7, 14 and 28 days, according to NTE INEN 1573. From the results obtained in this research in relation to the characterization, it could be determined that all aggregates from the three quarries comply with Ecuadorian regulations; in relation to the specified compressive strength it could be demonstrated that the properties of the aggregates do influence the concrete strength, since the mix design obtained with aggregates from the Portoviejo quarry obtained a value of 224.00 kg/cm^2 , the Jaramijó quarry 250.08 kg/cm^2 and the Montecristi quarry 268.84 kg/cm^2 ; while in the required medium compression design, the Portoviejo quarry is the only one that does not comply. The results provide key information to improve the selection of aggregates for concrete production and will contribute to the development of local regulations for quality control in the construction industry in Manabí-Ecuador.

Keywords: Concrete design, compressive strength, fine aggregates, coarse aggregates, physical and mechanical properties.

1. Introducción

Desde la antigüedad el hormigón es el material de construcción más utilizado por el sector constructivo, con el pasar de los años su manejabilidad y calidad se ha perfeccionado, esto se debe a que la utilización del hormigón va más allá de la construcción de edificaciones, por lo tanto, las investigaciones actuales también se centran en su composición

Dentro de los materiales que componen el hormigón armado

están los áridos finos y gruesos, y el agua, la calidad de ellos son de suma importancia e influyen de manera tal, en el objetivo general de dosificar, que es el elaborar un hormigón resistente (Salinas et al., 2023).

La función de los áridos en las propiedades del hormigón no está relacionada con el fraguado ni con el endurecimiento, ya que su principal objetivo es mantener la estabilidad dentro del hormigón sin modificar las características del mismo, ocupando así el 80% del volumen

aproximadamente, y el otro 20% restante se compone de pasta de cemento y los huecos de aires existentes entre ellos (Márquez, 2012).

Los áridos finos y gruesos o materiales granulares se obtienen de la destrucción de rocas naturales y cantos rodados, la cual pasa por un proceso selectivo en el que se resaltan sus propiedades físicas y mecánicas, las mismas juegan su papel importante al momento de dicha selección (Sánchez, 2013).

Las características y/o propiedades que presentan cada árido afectan el resultado final del material, en este sentido, León & Rodríguez (2022) señalan que las características de los áridos, como su granulometría, forma, textura superficial, densidad, absorción, y resistencia, influyen directamente en las propiedades del hormigón, especialmente en su resistencia y durabilidad.

Debido a la forma como se selecciona los áridos en las canteras, a través de los tamices y bandas transportadoras, es crucial que el árido a utilizar sea de buena calidad, ahí la importancia de conocer las propiedades físicas y

química de los agregados, puesto que esto determinará la calidad del hormigón

En el mismo sentido, Carrasco et al. (2023) en su investigación que tuvo como finalidad el identificar que propiedades del árido resultan más favorables para la resistencia a compresión del hormigón concluyen que "influye directamente en la resistencia a compresión final del mismo, debido a los diferentes factores analizados: granulometría, forma de partículas, composición de material orgánico y porcentaje de agregados" (p. 48), en otras palabras, las propiedades del árido influye en la resistencia del hormigón.

En la actualidad existen investigaciones que permiten identificar las condiciones de los materiales utilizados en la composición del hormigón, sin embargo, otros estudios concluyen con gran relevancia la importancia de conocer la procedencia del hormigón, tal como, la resistencia a la compresión y su módulo de elasticidad. (Gámez et al., 2017)

En el contexto del Ecuador, con el pasar de los años la explotación de

canteras se ha vuelto una actividad muy común, razón principal por la que existen 1171 minas y canteras de material pétreo, y solo 867 se encontraban legalmente inscritas, en la provincia de Manabí, se registran 16 canteras, las mismas que están distribuidas a lo largo de su territorio esto según lo que se informa en el Geo portal del Catastro Minera Nacional de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos, 2022). Las canteras en las que se adquirieron el material analizado se encuentran ubicadas estratégicamente en la provincia de Manabí en los cantones Portoviejo, Montecristi y Jaramijó.

El hormigón es ampliamente utilizado en la industria de la construcción, abarcando desde proyectos individuales hasta comerciales y gubernamentales, debido a su versatilidad y resistencia. Para garantizar que el hormigón desarrolle las propiedades deseadas, es esencial controlar factores como la humedad y la temperatura durante su proceso de curado, ya que estos influyen directamente en su rendimiento final

(Salinas et al., 2023). De ahí que, surge la necesidad de investigar cómo diferentes propiedades de los áridos influyen en la resistencia a la compresión del hormigón, por lo que es importante seleccionar áridos que optimicen dichas propiedades.

La capacidad para alcanzar la resistencia requerida depende en gran medida del control preciso de su composición y del entorno en que se prepara y cura (Santamaría et al., 2021). Con el propósito de obtener hormigones más compacto y homogéneo, es decir durable, se ha visto la imperiosa necesidad de garantizar el curado hasta los 28 días. (Guerra et al, 2017). La resistencia del hormigón aumenta con el tiempo, especialmente durante los primeros días después de su hidratación, donde se produce un incremento significativo en su resistencia. Este rápido desarrollo inicial es crucial, ya que, al cabo de 28 días, el hormigón alcanza la resistencia y calidad deseadas, asegurando que cumpla con los requisitos estructurales del proyecto.

Comprender este proceso es fundamental para garantizar que el hormigón utilizado en la construcción logre las propiedades mecánicas

necesarias para la durabilidad y estabilidad de las estructuras (De La Roz & Puig, 2021). Las estructuras de hormigón armado se diseñan y construyen con el fin de cumplir funciones específicas durante un período determinado, sin generar costos imprevistos por mantenimiento o reparaciones. (Guerra et al 2018).

Otro factor que es relevante considerar en base a resistencia a la compresión del hormigón, se orienta a su forma de fabricación, que, si bien el Instituto Americano del Concreto recomienda la fabricación del hormigón en plantas especializadas para asegurar un control de calidad óptimo, en la práctica, a menudo se elabora en obra. Este proceso permite un mejor entendimiento de las condiciones específicas bajo las cuales se produce el hormigón, lo que es crucial para ajustar las propiedades del material a las necesidades del proyecto.

Para poder conocer las propiedades de los áridos a utilizar en la elaboración de un hormigón, es importante evaluar sus propiedades para así determinar cómo influye en

la resistencia a la compresión del hormigón. Entre las propiedades a evaluar se considera, el peso específico y la absorción, módulo de finura, desgaste por abrasión, resistencia a los sulfatos y porcentajes de impurezas.

2. Metodología

En la figura 1, podemos observar uno de los lugares de donde se obtuvieron los agregados gruesos; mientras que en la figura 2, se observa la separación de muestras, para realizar los respectivos pesajes de masas en estado natural del material; en la figura 3, se muestra el equipo utilizado para la realización del ensayo de abrasión que es la máquina de los angeles.

Figura 1



Figura 2**Figura 3**

La presente investigación es de tipo experimental, la recopilación de datos se lo obtuvo a través de la metodología cuantitativa, por medio de ensayos realizados en el Laboratorio de Suelos Civil de la Universidad Técnica de Manabí, a los áridos finos y gruesos.

Los áridos utilizado fueron adquiridos en tres canteras ubicadas en varios cantones de la provincia de Manabí-Ecuador (Portoviejo, Montecristi, Jaramijó). Se utilizó cemento de la marca Selvalegre, tipo Portland Puzolánico IP, adecuado para construcciones de hormigón en general. Además, se empleó el

aditivo súper plastificante de alta eficiencia MasterGlenium 7971, perteneciente a una nueva generación de reductores de agua. Las normas técnicas aplicadas en el estudio fueron: NTE INEN, ACI y ASTM C.

Los ensayos de caracterización de los áridos gruesos y finos: Ensayo de desgaste a la abrasión: (Maquina de los Ángeles-NTE INEM 860); Ensayo desgaste a los sulfatos: (Composición Química Sulfato de Sodio – Sulfato de Magnesio-NTE INEM 863; Ensayos granulométricos:(Áridos Gruesos- Áridos finos- NTE INEM 696); Ensayos de peso específico: (Áridos Gruesos- Áridos finos- NTE INEM 857/856); La dosificación del hormigón se realizó con la normativa del Instituto Americano de Concreto (ACI 318); Resistencia a la compresión del hormigón (NTE INEM 1573).

Se puede observar en la figura 4, las muestras dentro del horno para ser sometidas a una temperatura de 110° C por un periodo de tiempo de 18 horas, posteriormente, se procede a pesar nuevamente las muestras, y mediante la fórmula $\gamma = w/V$ se determina el peso

específico del material. De igual manera en la figura 5, se presenta el estado final del árido grueso tras completar el ensayo en la máquina de Los Ángeles, previo al proceso de tamizado.

Figura 4



Figura 5



Para la elaboración de los cilindros, se elaboraron tres diseños de mezcla, nueve por cada cantera, obteniendo un total de 27 cilindros. El tiempo de curado fue de 7, 14 y 28 días, tres por cada curado, como está indicado en la figura 6. Con los datos obtenidos se logró determinar

la resistencia a la compresión del hormigón en la prensa hidráulica mostrada en la figura 7, según lo establecido en la norma NTE INEN 1573, se debe considerar que la resistencia a compresión especificada es de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, mientras que la resistencia a compresión media requerida es de $f'_{cr} = 247.64 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 6



Figura 7



3. Resultados y discusión

Una vez finalizados todos los ensayos se logró definir, en base las normativas vigentes y antes mencionadas, que los resultados se encuentran dentro de los valores estipulados por las mismas. Estableciendo que todos los materiales de las canteras de estudio cumplen con la normativa de la resistencia a la compresión.

Caracterización de agregados

Del análisis de los resultados de la tabla 1, se puede observar que el árido extraído de la cantera de Portoviejo presenta un porcentaje de desgaste mayor (17.42 %; 12.55 %) para árido fino y grueso

respectivamente, por lo que, es más susceptible a desintegrarse expuesto a condiciones agresivas, la presencia de sulfatos en el agua o en el suelo, al hacer contacto con los componentes del cemento y los minerales del agregado puede producir una expansión, agrietamiento y desintegración del material ocasionando así una menor resistencia. Por el contrario, el material extraído de la cantera de Montecristi obtuvo un porcentaje de desgaste menor (11.24 %; 1.97 %), lo que indica que cuenta con mayor resistencia al ataque de sulfatos, por lo tanto, puede brindar mayor estabilidad estructural y una mejor vida útil del hormigón.

Tabla 1. Propiedades físicas de los agregados del hormigón.

Ensayo desgaste de los sulfatos de magnesio Normativa NTE INEN 863:2011-06		
Cantón	Árido fino (%)	Árido grueso (%)
Portoviejo	17,42	12,55
Jaramijó	14,00	9,50
Montecristi	11,24	1,97

Porcentaje de desgaste de los sulfatos de magnesio.

La tabla 2, indica los porcentajes de desgastes por abrasión de los áridos finos y gruesos, donde los materiales adquiridos en la cantera de Jaramijó presentan los mayores porcentajes de desgaste tanto en el árido fino como el grueso (21.82 %; 19.42 %),

esto genera efectos negativos como menor resistencia, mayor porosidad y menor durabilidad, haciéndolo susceptible a daños por factores ambientales, de carga y de desgaste.

Tabla 2. Propiedades físicas de los agregados del hormigón.

Ensayo desgaste de abrasión Normativa NTE INEN 860		
Cantón	Árido fino (%)	Árido grueso (%)
Portoviejo	16,72	16,72
Jaramijó	21,82	19,42
Montecristi	19,82	13,37

Porcentaje de desgaste por abrasión de cada agregado.

Para buscar las mejores características del hormigón se debe ser meticulosos al escoger los materiales a utilizar, de eso depende también la resistencia y durabilidad del material, cuando un material tiene la menor absorción y la densidad adecuada, su trabajabilidad y porosidad son las óptimas siendo este el caso de la

cantera de Jaramijó pues su absorción es la menor y su densidad se encuentra dentro de los parámetros, estos valores se sustentan en la norma NTE INEN-856/857 para los áridos finos y gruesos respectivamente, los datos obtenidos en los ensayos se visualizan en la tabla 3.

Tabla 3. Propiedades físicas de los agregados del hormigón.

Ensayo peso específico y absorción Normativa NTE INEN 856/857				
Cantón	Árido fino		Árido grueso	
	Absorción (%)	Densidad (kg/cm ³)	Absorción (%)	Densidad (kg/cm ³)
Portoviejo	5,63	2619	6,04	2705
Jaramijó	5,50	2555	5,00	2607
Montecristi	6,86	2494	5,14	2601

Porcentajes de Absorción (%), Superficie Saturada Seca (S.S.S) de cada agregado.

En la Tabla 4 se muestra la relación entre el módulo de finura (MF) y el porcentaje de impurezas, destacándose que el material proveniente de la cantera de Portoviejo presenta el valor más bajo de MF, lo que indica que genera una

mayor cantidad de pasta y facilita un mejor acabado del hormigón, sin embargo, al tener mayor porcentaje de impureza su fraguado y endurecimiento será más lento, lo que producirá menor resistencia en el material. Para nuestro criterio

personal y basado en los rangos de valores de cada factor el material de la cantera de Jaramijó presenta las mejores condiciones para su uso

(2.50 %; 2.90 %) en módulo de finura y porcentaje de impureza respectivamente.

Tabla 4. Propiedades físicas de los agregados del hormigón.

Ensayo módulo de finura y porcentaje de impurezas		
Normativa NTE INEN 696		
Cantón	Árido fino	
	Impurezas (%)	Modulo finura (%)
Portoviejo	4,21	2,39
Jaramijó	2,90	2,50
Montecristi	2,82	2,76

Porcentajes de Módulo de Finura (%), Porcentajes de Impurezas (%) de cada agregado.

Como se muestra en la tabla 5, la dosificación efectuada acorde a la metodología del Instituto Americano de Concreto (ACI 318) con 0.55 % de relación agua-cemento y la utilización del aditivo MasterGlenium

7971, un súper plastificante reductor de agua de alta eficiencia y de nueva generación. La dosificación utilizada es la indicada para lograr la resistencia de 210 kg/cm² en cada muestra respectivamente.

Tabla 5. Cantidades de materiales y áridos del hormigón.

Dosificación al Volumen para un saco de cemento hormigón 210 kg/cm ²				
Materiales	Cantón			Características
	Portoviejo	Jaramijó	Montecristi	
Cemento-Selvalegre	1,00	1,00	1,00	saco (50 kg)
Agua - Potable	27,5	27,5	27,5	Litros
Árido fino (90% - 10%)	2,1	2,2	2,1	Cajoneras 0,40 m x 0,40 m x 0,20 m
Árido grueso	2,5	2,5	2,3	Cajoneras 0,40 m x 0,40 m x 0,20 m
Aditivo (Plastificante)	268	268	268	cc

Resistencia a la compresión

Se busca lograr en las muestras de hormigón la resistencia de 210 kg/cm², y, en la tabla 6, observamos las resistencias a las diferentes edades de estudios, observamos que a los 7 días la resistencia del hormigón no alcanza los valores deseados, más, sin embargo, a los 14 días las muestras de Jaramijó y Montecristi alcanzan su resistencia a compresión mientras que la muestra de Portoviejo aún se encuentra por debajo de los niveles mínimos.

A los 28 días de curado, la de Portoviejo es la única que no cumple la resistencia a compresión media requerida $f'_{cr} = 247.64 \text{ kg/cm}^2$, en concerniente a la resistencia a compresión especificada de 210 kg/cm², todas cumplen.

Lo que da como resultado que a mayor día de curado mayor resistencia adquiere el hormigón, para ello, también influyen las características de los agregados con los cuales es mezclado el hormigón para obtener la mayor resistencia.

Tabla 6. Resistencia a la compresión de las muestras en las diferentes edades.

Ensayo de Resistencia a la compresión Normativa NTE INEN 1573			
Cantón	Unidades (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
Portoviejo	172,24	195,34	224,00
Jaramijó	185,97	219,34	250,08
Montecristi	192,06	232,89	268,84

4. Conclusiones

Analizando los resultados obtenidos en el módulo de finura e impurezas orgánicas, el material de la cantera de Portoviejo tiene un MF de 2.39 y 4.21% de impurezas a diferencia de la cantera de Jaramijó que posee un MF de 2.50% y 2.90% de impurezas;

al tener menor porcentaje de MF y mayor porcentaje de impureza su fraguado y endurecimiento será más lento, lo que producirá menor resistencia en el material. Esto nos indica que los rangos de valores de cada factor el material de la cantera de Jaramijó presenta las mejores condiciones para su uso (2.50%;

2.90%) en módulo de finura y porcentaje de impureza respectivamente.

El material obtenido de la cantera Jaramijó presenta el mayor porcentaje de desgaste entre los áridos finos y gruesos (21,82 %; 19,42 %), lo que tiene efectos negativos como menor resistencia, mayor porosidad y menor durabilidad, haciéndolo susceptible a daños por factores ambientales, de carga y desgaste.

El desgaste a los sulfatos, favorece a los áridos obtenidos de la cantera de Montecristi ya que obtuvo un porcentaje menor de desgaste para árido fino de 11.24 % y para árido grueso 1.97 %. En relación con las canteras ubicadas en Portoviejo y Jaramijó. Al tener menor desgaste a los sulfatos brinda mayor estabilidad estructural y por ende mejor vida útil del hormigón.

Este estudio demuestra que el diseño de hormigón de 210 kg/cm² empleado para la cantera de Portoviejo que obtuvo una resistencia a la compresión de 224.00 kg/cm², la cantera de Jaramijó 250.08 kg/cm² y la cantera de Montecristi 268.84 kg/cm² respectivamente cumplen con la

resistencia especificada a los 28 días de curado. La muestra proveniente de la cantera de Portoviejo es la única que no alcanza la resistencia a compresión media requerida de $f'_{cr} = 247.64 \text{ kg/cm}^2$

Bibliografía

- Carrasco, V., Álvarez, J., & Cañizares, C. (2023). Influencia de distintos tipos de arena en respuesta a ensayos de resistencia a la compresión del hormigón. [Tesis de grado, Universidad del Azuay]. Repositorio Institucional de la Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/13392>
- Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos. (2022). Guías de Minas y Canteras de material pétreo. Asociación de Bancos de Ecuador. <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/12/12.-Guia-Minas-y-Canteras-de-material-petreo.pdf>
- De La Roz, I., & Puig, R. (2021). Modelo matemático para predecir la resistencia a compresión del hormigón a 28 días. Revista Cubana de Ingeniería, 12(1), 58-66. <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/769>
- Gámez, D., Saldaña, H., Gómez, J., & Corral, R. (2017). Estudio

- de factibilidad y caracterización de áridos para hormigón estructural. *Ingeniería y Desarrollo*, 35(2), 283-304.
<https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/articulo/download/8313/10667>
- Guerra Mera, J. C., Howland Albear, J. J., & Castañeda Valdés, A. (2017). Primeras experiencias en el desempeño por durabilidad de un hormigón antes de usarlo en el perfil costero de Manabí, Ecuador. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 48(1), 27-40. Recuperado a partir de <https://revista.cnic.edu.cu/index.php/RevQuim/article/view/122>
- Guerra, J. C., Howland Alber, J. J., & Castañeda Valdes, A. (2018). Importancia del estudio del desempeño por durabilidad del puente del río Chone, provincia de Manabí, Ecuador. *Revista Cubana De Ingeniería*, 9(1), 57–66. Recuperado a partir de <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/466>
- León, L., & Rodríguez, C. (2022). Factores que influyen en la resistencia a la compresión del hormigón. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 16(3), 1-11.
<https://www.redalyc.org/journal/1939/193972950003/html/>
- Marquez, C. (2012). Caracterización de un árido granítico para fabricación de hormigón. [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica de Madrid.
<https://oa.upm.es/14997/>
- Salinas, E., Vélez, A., & Espín, S. (2023). Incidencia del tipo de agua y curado en las propiedades del hormigón. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), 5964–5981. doi:
<https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.1028>
- Sánchez, J. (2013). La resistencia a la compresión del hormigón y su influencia en el módulo de elasticidad estático en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Ambato.
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6031>
- Santamaría, J., Adame, B., & Bermeo, C. (2021). Influencia de la calidad de los agregados y tipo de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen. *Novasinergia*, 4(1), 91-101. doi:
<https://doi.org/10.37135/ns.01.07.05>