

Análisis del desempeño mecánico del hormigón al modificar el componente hídrico de la mezcla tradicional

Analysis of the mechanical performance of concrete when modifying the water component of the traditional mix

Carlos Pinto Almeida

Universidad Tecnológica Indoamérica
cpinto4@indoamerica.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8381-6731>
Ambato – Ecuador

Anabel Carolina Cutiupala Naula

Universidad Tecnológica Indoamérica
acutiupala@indoamerica.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-2756-1694>
Ambato – Ecuador

Dario Gabriel Tamayo Freire

Universidad Tecnológica Indoamérica
dtamayo7@indoamerica.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-6992-4337>
Ambato – Ecuador

Jhonnatan Daniel Gavilanez Santillán

Universidad Tecnológica Indoamérica
jgavilanez13@indoamerica.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-6952-203X>
Ambato – Ecuador

Edy Raúl Llango Caiza

Universidad Tecnológica Indoamérica
ellango@indoamerica.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0008-6730-1234>
Ambato – Ecuador

Formato de citación APA

Pinto, C., Cutiupala, A., Tamayo, D., Gavilanez, J. & Llango, E. (2026). Análisis del desempeño mecánico del hormigón al modificar el componente hídrico de la mezcla tradicional. Revista REG, Vol. 5 (Nº. 1), p. 885 – 899.

CIENCIA INTERACTIVA

Vol. 5 (Nº. 1). Enero – marzo 2026.

ISSN: 3073-1259

Fecha de recepción: 09-02-2026

Fecha de aceptación :19-02-2026

Fecha de publicación:30-03-2026



RESUMEN

El presente estudio analiza el comportamiento físico y mecánico del hormigón al sustituir el agua por vinagre y glicerina durante la elaboración de cilindros de ensayo. La investigación se centró en evaluar cómo estas variaciones afectan el proceso de fraguado, la trabajabilidad, la cohesión interna y la resistencia final del material. La sustitución con vinagre generó un ambiente ácido que interfirió con la hidratación del cemento Portland, provocando fraguado irregular, pérdida de homogeneidad y disminución significativa de la resistencia mecánica en comparación con el hormigón convencional. Por su parte, la glicerina, debido a su elevada viscosidad y a su incapacidad para participar en las reacciones químicas de hidratación, dificultó la compactación, generando vacíos internos y un material menos denso, con propiedades mecánicas insuficientes para el ensayo de compresión. Los resultados demostraron que, mientras el vinagre afecta principalmente los aspectos químicos de la mezcla, la glicerina influye sobre sus características físicas, pero ninguno de los líquidos logra reemplazar la función esencial del agua. El estudio evidencia la importancia del control de los componentes del hormigón y permite vincular la teoría de la hidratación del cemento con la práctica experimental. Además, aporta información relevante para la enseñanza en laboratorios de materiales de construcción y sugiere posibles líneas de investigación orientadas a la innovación de mezclas no convencionales.

PALABRAS CLAVE: Hormigón, vinagre, glicerina, propiedades mecánicas, fraguado.



ABSTRACT

This study analyzes the physical and mechanical behavior of concrete when water is replaced by vinegar and glycerin during the preparation of test cylinders. The research focused on evaluating how these variations affect the setting process, workability, internal cohesion, and final strength of the material. The substitution with vinegar created an acidic environment that interfered with the hydration of Portland cement, causing irregular setting, loss of homogeneity, and a significant decrease in mechanical strength compared to conventional concrete. Glycerin, due to its high viscosity and its inability to participate in the chemical reactions of hydration, hindered compaction, generating internal voids and a less dense material with insufficient mechanical properties for the compression test. The results demonstrated that, while vinegar primarily affects the chemical aspects of the mix, glycerin influences its physical characteristics, but neither liquid manages to replace the essential function of water. This study highlights the importance of controlling concrete components and links cement hydration theory with experimental practice. Furthermore, it provides relevant information for teaching in construction materials laboratories and suggests potential research avenues focused on the innovation of unconventional mixes.

KEYWORDS: Concrete, vinegar, glycerin, mechanical properties, setting.



INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción representa uno de los principales indicadores del desarrollo económico y social de una nación debido a su relación directa con la ejecución de las obras de infraestructura, vivienda, sistemas viales y equipamientos que hacen posible cubrir las necesidades de los ciudadanos, el sector construcción es uno de los principales indicadores del progreso económico y social en un país. En este contexto, el concreto se ha reafirmado como el material estructural más empleado en todo el mundo, no únicamente debido a su gran capacidad de resistencia a la compresión y durabilidad, sino también gracias a su flexibilidad para acomodarse a variadas circunstancias de carga, clima y exposición al medio ambiente. Su utilización en componentes como los muros, columnas, cimentaciones, vigas y losas lo hace un elemento fundamental para asegurar la seguridad y estabilidad de las construcciones y obras civiles. (Páez, 1986).

La interacción de los componentes fundamentales del hormigón, a saber, el agua, el cemento y los agregados, determina su comportamiento esencialmente. El proceso de hidratación, que corresponde a la reacción química entre el agua y el cemento, ocasiona la creación de compuestos como los silicatos y aluminatos hidratados. Estos compuestos son los que generan la cohesión interna y propician el fortalecimiento mecánico del material. Por este motivo, el agua no solo funciona como un medio de mezcla, sino también como un agente químico activo que posibilita la transformación del hormigón desde su estado fresco hasta su estado endurecido. Cambios importantes pueden ocurrir en la trabajabilidad, el tiempo de fraguado, la porosidad, la resistencia y la adherencia entre partículas si este componente se modifica en su cantidad, calidad (Valdez Vidal & Reyes Ortiz, 2011).

En el ámbito de la ingeniería civil, el estudio de las propiedades del hormigón se realiza mediante ensayos normalizados que permiten examinar las características del hormigón y determinar si el material satisface los criterios de diseño y las condiciones para garantizar la seguridad estructural. En Ecuador, la Norma Ecuatoriana de la Construcción regula los parámetros técnicos vinculados a la dosificación, elaboración, curado y control de calidad del hormigón. La elaboración y la rotura de probetas cilíndricas a compresión son ensayos que se destacan porque permiten establecer la aptitud del material para resistir cargas sin sufrir fallos estructurales (López Juárez & Banón Blázquez, 2012).

En la actualidad, la investigación en materiales de construcción se ha enfocado en minimizar el impacto ecológico, innovar tecnológicamente y optimizar los recursos. El elevado consumo de materias primas y la generación de residuos provenientes de la actividad constructiva han impulsado investigaciones experimentales que examinan el impacto de cambiar los componentes convencionales

del hormigón. Estas investigaciones tienen como objetivo entender más a fondo los procesos físico-químicos que inciden en su comportamiento, y al mismo tiempo evaluar nuevas opciones para mejorar su rendimiento sin poner en riesgo la seguridad estructural (Aleustia Valencia & Erquicia Martín, 2014).

No obstante, aunque existen muchos estudios sobre la adición de aditivos, el uso de materiales reciclados y las variaciones en la relación agua cemento, todavía no se ha explorado mucho cómo se comporta el hormigón cuando se reemplaza totalmente el agua por otras sustancias con propiedades físico-químicas distintas; esto es particularmente cierto en el ámbito académico. Esta circunstancia provoca la necesidad de elaborar ensayos experimentales que hagan posible demostrar el valor esencial del agua en el proceso de hidratación del cemento y examinar los efectos que se producen cuando el agua es sustituida por otros líquidos (Tobio, 1968).

Desde el punto de vista químico, el cemento Portland requiere un medio altamente alcalino para que las reacciones de hidratación se desarrollen de manera adecuada. La presencia de sustancias ácidas, como el vinagre cuyo componente principal es el ácido acético, puede alterar el pH de la mezcla, interfiriendo en la formación de los productos cementantes y afectando el proceso de endurecimiento. Esto puede generar disminución en la resistencia mecánica, pérdida de cohesión interna, fisuración temprana y cambios en la consistencia del material. Por otro lado, la glicerina, al ser un alcohol de alta viscosidad y con propiedades higroscópicas, presenta un comportamiento físico diferente al del agua, lo que puede influir en la trabajabilidad de la mezcla, en la distribución de los agregados, en el proceso de compactación y en la evolución del fraguado, debido a que no participa químicamente en la hidratación del cemento de la misma manera (Llamocca, 2015). En este marco, el problema de investigación se enfoca en averiguar de qué manera la sustitución del agua por glicerina y vinagre afecta las propiedades mecánicas y físicas del hormigón, teniendo en cuenta que el agua es el elemento encargado de activar las reacciones químicas que posibilitan el desarrollo de sus características estructurales. En el campo académico, entender este fenómeno es crucial porque posibilita vincular los fundamentos teóricos de la química del cemento con las pruebas experimentales en el laboratorio de materiales (Tobio, 1968).

Para el desarrollo del presente estudio se elaboraron cilindros de hormigón en los cuales se reemplazó con diferentes componentes que sustituyan el agua, manteniendo constantes las proporciones de cemento, arena y grava, con el fin de aislar la variable correspondiente al líquido de mezclado. Posteriormente, se analizaron características como la trabajabilidad de la mezcla, la compactación, la consistencia, la uniformidad en su superficie, el proceso de fraguado y cómo reacciona el material una vez endurecido. Este método posibilitó detectar las fluctuaciones producidas en



comparación con una mezcla tradicional y determinar cómo la naturaleza del líquido afecta el desarrollo de las propiedades del concreto (Llamocca, 2015).

El objetivo del ensayo es analizar el comportamiento mecánico y físico de cilindros de hormigón, que fueron creados con líquidos que no son agua, para entender la tarea del agua como elemento químicamente activo en la mezcla y para valorar los cambios que se dan en el material cuando se varía su composición habitual. Así, la investigación colabora con el fortalecimiento del saber en el campo de los materiales de construcción y hace posible que se constate lo relevante que es mantener condiciones apropiadas al dosificar hormigón para asegurar su rendimiento estructural en aplicaciones reales (Cáceres Espitia, et.al., 2022).

Finalmente, este estudio no solo tiene un valor académico, sino también educativo, puesto que posibilita la elaboración de criterios técnicos acerca del comportamiento del hormigón y promueve la investigación en el área de ingeniería civil. Esto se logra al vincular la teoría con las prácticas de laboratorio. Entender cómo las alteraciones en la mezcla tradicional del hormigón afectan al proceso brinda un fundamento científico para futuras investigaciones que busquen innovar y utilizar los materiales de construcción de manera eficaz (Pérez Salcedo, 2021).

MÉTODOS MATERIALES

La metodología usada en este estudio se puede decir que es de tipo experimental comparativa, ya que se realizó con el propósito de analizar el comportamiento físico, químico y mecánico del hormigón cuando uno de sus principales componentes como es el agua es sustituido, el agua cumple un papel muy importante en la mezcla de hormigón, ya que actúa como agente de trabajabilidad, además de ser parte fundamental en la reacción de hidratación brindando así la resistencia y durabilidad al material. El interés de sustituir el agua por otros líquidos como en este caso son el vinagre y la glicerina, surge del querer analizar de manera directa como los cambios químicos y físicos en la mezcla afectan en el endurecimiento, fraguado y resistencia a la compresión del hormigón, por otro lado visto de una manera técnica, la práctica se relaciona con la necesidad de investigar alternativas en los materiales de construcción que permitan optimizar recursos, reducir impactos ambientales y comprender de mejor manera la consecuencias de realizar modificaciones no convencionales a la dosificación del hormigón, el análisis experimental de nuevas opciones a utilizar se vuelve relevante para futuras investigaciones que se orienten a la sostenibilidad.

Esta práctica experimental cobra importancia al contrastar los resultados obtenidos con los criterios normativos establecidos en la NEC la cual regula la calidad y seguridad del hormigón



estructural, aunque este estudio no busca sustituir procedimientos ya normados, si aporta evidencia experimental que permiten analizar el efecto directo de una variable independiente en este caso (El tipo de líquido usado en la mezcla), sobre variables dependientes como son la trabajabilidad, el tiempo de fraguado y la resistencia mecánica del hormigón.

Con el fin de complementar la descripción del procedimiento experimental, se incluye el registro fotográfico de las etapas más relevantes del ensayo. Estas imágenes constituyen un soporte visual que permite evidenciar las condiciones en las que fueron elaboradas las probetas, así como las diferencias observadas en el comportamiento de las mezclas al sustituir el agua por vinagre y glicerina. La documentación gráfica aporta un elemento de análisis cualitativo que contribuye a la comprensión del efecto que tienen las modificaciones en la composición del hormigón sobre sus propiedades en estado fresco y endurecido.

Figura 1



Probeta cilíndrica de hormigón elaborada con vinagre como sustituto del agua.

Fuente: Tomada por el Autor en la Universidad Tecnológica Indoamérica, (2026).

Figura 2



Probeta cilíndrica de hormigón elaborada con vinagre como sustituto del agua.

Fuente: Tomada por el Autor en la Universidad Tecnológica Indoamérica, (2026).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente estudio se realizó con el fin de evaluar el comportamiento de las probetas de hormigón elaboradas con diferentes componentes como sustitución del agua de mezclado. Para ello, se tomó como referencia una probeta convencional fabricada con agua, la cual permitió comparar los resultados obtenidos con las probetas elaboradas con reemplazo total del agua por vinagre y glicerina. Las muestras fueron desencofradas después de 24 horas y posteriormente sometidas a un proceso de curado en piscina durante 6 días, momento en el cual se efectuó el ensayo de resistencia a compresión.

A partir de lo anterior, se procedió a establecer las dosificaciones del hormigón mediante una tabla en la que se definieron las proporciones de los materiales constituyentes de la mezcla, tales como cemento, agregado fino, agregado grueso y agua. Con base en estas relaciones se determinaron las cantidades necesarias de cada componente en función del volumen de las probetas elaboradas y posteriormente se realizaron los cálculos correspondientes para la determinación de la resistencia a compresión.

Dosificación del hormigón

Para la elaboración de las probetas se utilizó una dosificación previamente establecida de 240 kg/cm^2 , mediante la cual se determinaron las proporciones de los materiales constituyentes del hormigón. Estas proporciones permitieron establecer el contenido de cemento, agregado fino, agregado grueso y el líquido necesario para la preparación de la mezcla.

Tabla 1

Material	Proporción
Cemento	2,32 kg
Arena (Agregado fino)	3,66 kg
Grava (Agregado grueso)	4,64 kg
Líquido	1,10 lt

Fuente: Elaboración propia en base a los cálculos de cada material.

Cálculo del volumen de la probeta

Para determinar las cantidades de materiales se calculó inicialmente el volumen de la probeta cilíndrica utilizada en el ensayo.

Datos:

Diámetro (d) = 0,15 m



Altura (h) = 0,305 m

Área de la probeta:

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$
$$A = \frac{\pi(0.15)^2}{4}$$
$$A = 0.02 \text{ m}^2$$

Volumen de la probeta:

$$V = A \cdot h$$
$$V = 0.02 \text{ m}^2 \cdot 0.305 \text{ m}$$
$$V = 0,0061 \text{ m}^3$$

Cálculo de las cantidades de materiales

A partir del volumen obtenido y la dosificación establecida se calcularon las cantidades necesarias de cada material.

Cálculo de cemento

$$\text{Cemento} = \text{Coeficiente} \times \text{Volumen}$$
$$\text{Cemento} = 380 \times 0,0061 \text{ m}^3$$
$$\text{Cemento} = 2,32 \text{ kg}$$

Cálculo de arena (Agregado fino)

$$\text{Arena} = \text{Coeficiente} \times \text{Volumen}$$
$$\text{Arena} = 0,60 \times 0,0061 \text{ m}^3$$
$$\text{Arena} = 0,00366 \text{ m}^3$$
$$\text{Arena} = \frac{0,00366 \text{ m}^3 \times 100 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}$$
$$\text{Arena} = 3,66 \text{ kg}$$

Cálculo de grava (Agregado grueso)

$$\text{Grava} = \text{Coeficiente} \times \text{Volumen}$$
$$\text{Grava} = 0,76 \times 0,0061 \text{ m}^3$$
$$\text{Grava} = 0,004636 \text{ m}^3$$
$$\text{Arena} = \frac{0,004636 \text{ m}^3 \times 100 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}$$
$$\text{Arena} = 4,64 \text{ kg}$$

Cálculo del líquido

$$\text{Líquido} = \text{Coeficiente} \times \text{Volumen}$$

$$Líquido = 180 \times 0,0061 \text{ m}^3$$

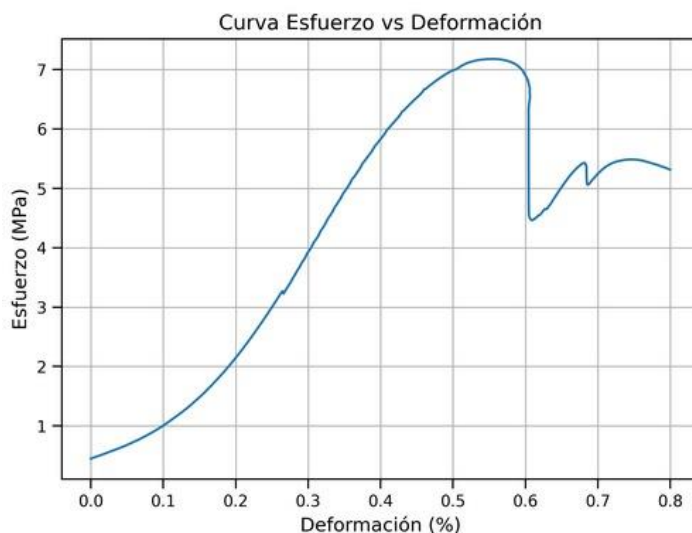
$$Líquido = 1,10 \text{ lt}$$

Probeta echa con agua

La resistencia que obtiene una probeta elaborada de agua obtiene una resistencia de 160-170 kg/ m² en rango de porcentaje de un 65-70 %, de la resistencia deseada de 240 kg/ m².

Probeta hecha con vinagre

Figura 3



Fuente: Elaboración propia en base a la deformación vs el esfuerzo).

Tabla 3

Parámetro	Valor
Esfuerzo máximo f'c	2,32 kg
Deformación máxima	0,55 %
Módulo de elasticidad E	1,32 Gpa
Tipo de comportamiento	No lineal
Tipo de falla	Compresión frágil con post-pico

Fuente: Elaboración propia en base a los cálculos obtenidos de la probeta echa con vinagre

La resistencia fue muy baja porque la probeta se elaboró con 100% vinagre en lugar de agua. El vinagre, al ser ácido, afecta la hidratación del cemento y debilita la estructura de hormigón. Por ello no se desarrolló la resistencia deseada $24 \text{ Mpa} = 240 \text{ kg/cm}^2$ y solo se obtuvo $7,20 \text{ Mpa} = 73,42 \text{ kg/cm}^2$.

Probeta echa con glicerina

La probeta no se solidificó por que la glicerina no permite la hidratación normal del cemento. A diferencia del agua, la glicerina es muy viscosa y no reacciona químicamente con el cemento para formar los compuestos que le dan dureza, por lo que la mezcla no fragua y queda con textura gelatinosa, aunque pasen varios días. Los resultados mostraron que la probeta elaborada con agua desarrolló la mayor resistencia, al permitir la correcta hidratación del cemento. En cambio, la probeta hecha con vinagre presentó la mezcla, mientras que la probeta con glicerina no logró solidificarse por que impidió el fraguado del cemento, quedando con una consistencia gelatinosa. En las fotografías 4 y 5 se mostrarán el estado superficial de la probeta de hormigón elaborada con vinagre y glicerina después del proceso de fraguado.

Figura 4 Estado superficial de la probeta de hormigón elaborada con glicerina después del proceso de fraguado.



Fuente: Tomada por el Autor en la Universidad Tecnológica Indoamérica, (2026).

Figura 5 Estado superficial de la probeta de hormigón elaborada con glicerina después del proceso de fraguado



Fuente: Tomada por el Autor en la Universidad Tecnológica Indoamérica, (2026).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la elaboración y ensayo de los cilindros de hormigón con sustitución del agua por vinagre y glicerina evidencian la importancia del agua como componente químicamente activo dentro de la mezcla, a diferencia de los líquidos usados, el agua no actúa únicamente como medio de hidratación en la mezcla, si no también facilita la trabajabilidad del hormigón además de brindarle propiedades esenciales para el desarrollo de resistencia y estabilidad estructural (Monsalve Reñanco, 2007).

En el caso del hormigón elaborado con vinagre, los cambios observados pueden atribuirse principalmente a la presencia de ácido acético, el cual genera un entorno químico ácido dentro de la mezcla, este ambiente resulta desfavorable para el proceso de hidratación del cemento, que requiere condiciones altamente alcalinas para la correcta formación de silicatos y aluminatos hidratados, la alteración del pH interfiere en la formación de los productos cementantes, lo que explica la disminución de la cohesión interna, el fraguado irregular y la reducción significativa de la resistencia mecánica observada en comparación con el hormigón convencional.

Por otro lado, la sustitución del agua por glicerina permitió analizar el efecto de un líquido con propiedades físicas notablemente distintas, particularmente su elevada viscosidad y su carácter higroscópico, aunque la glicerina es un líquido miscible y capaz de proporcionar cierta trabajabilidad inicial, su incapacidad para participar químicamente en la hidratación del cemento limita el desarrollo adecuado de los compuestos responsables de la resistencia del hormigón, además, su mayor viscosidad tiende a dificultar la correcta distribución de los agregados y la compactación homogénea de la mezcla, lo que genera vacíos internos, una estructura menos densa y poco trabajable, imposible de ser ensayada.

La comparación entre ambos casos demuestra que no todos los líquidos afectan al hormigón de la misma manera, mientras que el vinagre actúa principalmente como un agente químico agresivo que altera el equilibrio alcalino necesario para la hidratación, la glicerina influye predominantemente desde un punto de vista físico, modificando la trabajabilidad y la distribución interna de la mezcla. Sin embargo, ambos sustitutos coinciden en un aspecto fundamental: ninguno logra reemplazar adecuadamente la función química del agua en el proceso de fraguado y endurecimiento del cemento (Bermejo Núñez, 2009).



CONCLUSIONES

El estudio experimental efectuado demostró que el agua tiene un papel irremplazable en la mezcla de hormigón, porque interviene directamente tanto en la hidratación del cemento como en el desarrollo de las propiedades mecánicas del material. El comportamiento del hormigón en estado fresco, así como su capacidad de fraguado, cohesión interna y resistencia, se vieron impactados por el reemplazo con glicerina y vinagre. Esto evidenció que las modificaciones en la naturaleza del líquido de amasado afectan el equilibrio físico-químico requerido para asegurar un rendimiento estructural apropiado.

Con base en estos resultados, se puede sugerir aplicaciones en el campo educativo y académico. Primero, el estudio puede ser utilizado como un recurso educativo en los laboratorios de materiales de construcción, lo que permite a los alumnos entender de manera práctica la importancia de dosificar y la función química del agua en la mezcla. Además, permite ver cómo modificaciones que parecen menores pueden tener un impacto considerable en las características finales del concreto.

Finalmente, al vincular las bases teóricas con la práctica experimental en el laboratorio, el trabajo contribuye a consolidar la formación técnica en ingeniería civil. Fomenta una comprensión más completa de cómo se comporta el hormigón y del valor de controlar la calidad en los procedimientos de construcción. Además, aporta a la creación de criterios informados acerca de los efectos que tienen las modificaciones en la mezcla, proporcionando pruebas científicas que pueden guiar futuras indagaciones e innovaciones en materiales para construir.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleustia Valencia, D., & Erquicia Martín, J. (s.f de 12 de 2014). Norma Ecuatoriana de la Construcción .
Obtenido de Norma Ecuatoriana de la Construcción :
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/8.-NEC-SE-HM-Hormigon-Armado.pdf>
- Bermejo Núñez, E. (2009). Dosificación, propiedades y durabilidad en hormigón autocompactante para edificación. Madrid.
- Cáceres Espitia, J. J., Caycedo Lozano, L., & Trujillo Suárez, D. M. (13 de 01 de 2022). Revista Boletín Redipe. Obtenido de Revista Boletín Redipe:
<https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1653/1563>
- Calderon Linares, A., & Burbano Cerón, M. (21 de Diciembre de 2016). Universidad SURCOLOMBIANA. Obtenido de <https://journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/1297>
- García-Taengua, E., & Linden, B. (06 de Marzo de 2018). Obtenido de Riunet:
<https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/23de4813-1c7a-48ae-8664-f3d16bb3fe38/content>
- Guerrero, J., & Delgado, F. (19 de Mayo de 2023). Obtenido de Universidad de Nariño:
<https://sired.udenar.edu.co/3081/>
- Hincapié, Á., & Valencia, J. (13 de junio de 2012). Obtenido de EAFIT:
<https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/905>
- Llamocca, J. (24 de 11 de 2015). Scribd. Obtenido de Scribd:
<https://es.scribd.com/document/290942753/Fraguado-y-Endurecimiento-Del-Concreto>
- López Juárez, J., & Banón Blázquez, L. (s.f de 09 de 2012). Escuela Politécnica Superior Universidad de Alicante. Obtenido de Escuela Politécnica Superior Universidad de Alicante:
<https://share.google/uzuwiiqOe7vecv83o>
- Milanesia, S., Orlando, F., Pastrengoa, M., Reartea, D., Falconeb, C., & Bournodc, N. (11 de Junio de 2025). Obtenido de Revista Hormigón: <https://revistahormigon.org/wp-content/uploads/RH68-Milanesi-et-al.pdf>



- Monsalve Reñanco, C. (2007). AJUSTES DE DOCILIDAD EN HORMIGONES CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE DISMINUYENDO LA DOSIS . Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Morales, L., Santamaría, J., Caicedo, W., & Tipán, F. (15 de Noviembre de 2019). INGENIO. Obtenido de <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/1704>
- Ortiz, A., & Sebastián, R. (2008). Repositorio Académico Universidad de Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103251>
- Páez, A. (1986). Hormigón Armado. Santander: Reverté.
- Pérez Salcedo, Y. (s.f de s.f de 2021). Acceso Libre a Información Científica para la Innovación . Obtenido de Acceso Libre a Información Científica para la Innovación : <https://hdl.handle.net/20.500.14168/642>
- Salvatierra, S., Isa, J., Rios, R., & Fernández, A. (22 de Diciembre de 2025). Revistas y Academia. Obtenido de <https://revistas.intec.edu.do/index.php/cite/article/view/3592>
- Tobio. (s.f de 09 de 1968). Consejo Superior de Investigaciones Científicas . Obtenido de Consejo Superior de Investigaciones Científicas : <https://scispace.com/pdf/resistencia-del-hormigon-en-estructuras-terminadas-4aoz82o5d9.pdf>
- Valdez Vidal , G., & Reyes Ortiz , Ó. (11 de 04 de 2011). Scielo. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-34612011000100003&script=sci_arttext

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

