

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.817>

Dosificación del hormigón de 180 kg/cm² y su incidencia en la corrección de humedad

Dosage of concrete of 180 kg/cm² and its incidence in the correction of humidity

Edisson Xavier Salinas Villegas

esalinas2137@uat.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9790-1010>

Universidad Técnica de Ambato

Ambato – Ecuador

Adriana Marina Vélez Niacato

avelez5115@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1697-4785>

Universidad Técnica de Ambato

Ambato – Ecuador

Segundo Manuel Espín Lagos

sespin@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8049-452X>

Universidad Técnica de Ambato

Ambato – Ecuador

Artículo recibido: 26 de junio de 2023. Aceptado para publicación: 11 de julio de 2023.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

Este artículo presenta los resultados de siete semanas de pruebas experimentales en las que se determinó el desempeño del concreto fresco y endurecido variando la cantidad de concreto y los métodos de curado para evaluar su calidad y evitar inconvenientes al momento de la construcción. Los resultados demostraron que la cantidad de agua potable pura y la corrección del contenido de humedad del agregado alcanzaron la resistencia del concreto requerida de 180 kg/cm², y el método de curado con membrana plástica tuvo resultados similares al curado bajo el agua, sin embargo, la utilidad de cualquiera de ellos dependerá de las condiciones de funcionamiento de su aplicación.

Palabras clave: calidad, curado, dosificación, hormigón, relación, resistencia

Abstract

This article presents the results of seven weeks of experimental tests in which the performance of fresh and hardened concrete was determined by varying the amount of concrete and the curing methods to assess its quality and avoid inconveniences at the time of construction. The results showed that the amount of pure potable water and the moisture content correction of the aggregate achieved the required concrete strength of 180 kg/cm², and the plastic membrane curing method had results similar to underwater curing, however, the usefulness of any of them will depend on the operating conditions of your application.

Keywords: quality, curing, dosage, concrete, ratio, resistance

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Como citar: Salinas Villegas, E. X., Vélez Niacato, A. M., & Espín Lagos, S. M. (2023). Dosificación del hormigón de 180 kg/cm² y su incidencia en la corrección de humedad. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(2), 3070–3079. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.817>

INTRODUCCIÓN

El material más utilizado en la industria de la construcción en el Ecuador es el hormigón armado. Las propiedades mecánicas que alcanza el hormigón dependen en gran medida de la masa de cada uno de sus componentes y del volumen que ocupan en la mezcla. (Sánchez, D, 2020)

El hormigón es un material compuesto cuyas propiedades se pueden controlar mediante la combinación adecuada de los materiales que lo componen. Es una piedra artificial, formada por la mezcla de cemento, agua, arena y grava en las proporciones adecuadas, pero con grandes ventajas sobre la piedra natural, que permite diseñar y producir hormigones suficientes para cada requerimiento específico, con importantes propiedades como la trabajabilidad, consistencia, uniformidad, resistencia al agua, y durabilidad (Medina, 2006).

Su influencia técnica se debe principalmente al tremendo desarrollo de los aditivos desde la década de los años 70, especialmente los superplastificantes de policarboxilato en la última década (Bermejo, E, 2009).

En la ingeniería civil moderna, utilizamos principalmente diferentes tipos de hormigón. Es una mezcla de cemento, árido fino y grueso, agua y posibles aditivos que, al endurecerse mediante un proceso químico llamado fraguado, tiene una consistencia similar a la de la mejor piedra natural (Almeida, W, 2019).

El hormigón es una mezcla heterogénea de ligante hidráulico (cemento), agua, composición granular (árido) y aditivos. Estos materiales deben dosificarse de tal forma que se obtenga un hormigón para la construcción de estructuras que corresponda al fin previsto, es decir para las condiciones que cumplan con las propiedades tales como durabilidad, funcionalidad, durabilidad, estética; en términos económicos y de sostenibilidad (Correa, D., 2011).

La principal característica del hormigón y mortero es su alta resistencia a la compresión, pero baja resistencia a la tracción. Estos hormigones y morteros se refuerzan con barras de acero convencionales para soportar la armadura de tracción, creando armaduras continuas de alto rendimiento y utilidad en estructuras de edificación de obra civil (Cuenca, E, 2008).

El concreto generalmente se fabrica por relación de peso o volumen, dependiendo de si está premezclado o hecho en el sitio. El Instituto Americano del Concreto (ACI) recomienda no verter hormigón in situ; de lo contrario, un control de calidad en una instalación dedicada a este propósito (hormigón prefabricado), En la práctica, sin embargo, casi siempre se hormigona en obra (Santamaria, J, 2021).

Además, la mayor parte del hormigón utilizado en el proyecto de construcción fue fabricado a mano durante la ejecución del proyecto. En una encuesta en línea de profesionales de la construcción que utilizó bases de datos de asociaciones profesionales y universidades, más del 70 por ciento dijo que más del 10 por ciento del concreto utilizado en proyectos se produjo en el sitio. Por lo tanto, las proporciones utilizadas para la fabricación del concreto (diseño de mezcla) son muy importantes ya que garantizan en gran medida la calidad del producto final (medido por esfuerzo de compresión) (Santamaria, J, 2018).

La hidratación del cemento Portland es una reacción exotérmica que libera energía térmica dentro de la masa de hormigón a medida que fragua. El calor liberado al ambiente externo está influenciado por las propiedades térmicas de los materiales utilizados, las condiciones ambientales y las dimensiones de los elementos estructurales (Britez, C, 2016).

Bajo la influencia de las temperaturas resultantes de esta reacción química exotérmica, el hormigón sufre cambios dimensionales debido a la expansión de acuerdo con su coeficiente de expansión térmica. Inicialmente, en la primera etapa, se expande rápidamente y genera esfuerzos

de compresión, ya que las principales reacciones exotérmicas ocurren en la primera etapa, aproximadamente entre 50 y 120 horas después de colocado del concreto (Britez, C, 2016).

Debido a que el hormigón se encuentra en un estado plástico, se ve obligado a utilizar formas que puedan soportarlo manteniendo la resistencia suficiente para que la estructura pueda sostenerse a sí misma. Esta propiedad impone ciertas limitaciones, pero también proporciona algunas ventajas, una de las cuales es la plasticidad, que le da más libertad para elegir una forma. Esto permite diseños casi de cualquier tipo, que son difíciles de obtener de cualquier otro material (Cayo, R, 2021).

Durante la construcción, todo el trabajo de hormigón utiliza estructuras temporales llamadas encofrados para dar al hormigón fresco la forma deseada. El uso de estas estructuras suele ser alquilado y es uno de los mayores costos para las empresas constructoras en la producción de estructuras de hormigón (Rudeli, N., 2017).

METODOLOGÍA

De acuerdo con las normas vigentes NTE INEN 1578, 1763, 1573, 1576, se utiliza el mejor método de densidad para ensayar el concreto producido en sitio, y el concreto producido puede alcanzar la resistencia a la compresión requerida de 180 kg/cm² después de 28 días con el uso de agregados, la cantidad de pasta bajo diferentes condiciones de humedad, cambiando la relación agua-cemento de acuerdo con la corrección de humedad, usando diferentes tipos de agua mezclada (como azúcar), agua potable y agua mineral gasificada, y dos tipos de curado, uno por inmersión continua durante no menos de 7 días y el otro por recubrimiento con una película plástica transparente, se utilizaron para probar la influencia de todos estos factores en la durabilidad y desempeño del concreto de cemento resultante.

La importancia de obtener componentes de hormigón de alta calidad, es decir, el cemento utilizado cumpla con la densidad requerida, los agregados cumplan con la granulometría requerida y dentro de los límites permitidos para el uso del sitio, y el agua utilizada fue potable, limpia y libre de materia orgánica, libre de químicos como sulfatos y además la importancia de fraguado y buen curado para asegurar la hidratación completa del concreto para lograr la resistencia requerida. Hay que tomar en cuenta también que la experimentación, las dosificaciones comprobadas y el conocimiento del material con el que se fabrica el hormigón garantizan su calidad en obra, ya que la calidad del hormigón resultante sólo puede garantizarse tras la realización de las oportunas pruebas preliminares de conformidad y durabilidad, demostrando que el concreto producido en estos volúmenes cumple con los requisitos establecidos por el proyecto.

La dosificación para la obtención de hormigones con una resistencia de 180 kg/cm² se realizó mediante el ensayo del cono de Abrams la cual se aplicó de acuerdo con la norma NTE INEN 1578 para ensayar la consistencia del concreto con agregado en la condición SSS, asentamiento húmedo en probeta de acuerdo con la Tabla N1, corregido por consistencia blanda (dúctil), la cual debe estar dentro de límites aceptables hasta Logra una buena trabajabilidad del hormigón y es adecuado para la compactación manual de caminos, pisos, paredes, vigas, columnas y cimientos.

Tabla 1

Clasificación de las consistencias según su asentamiento medido en el cono de Abrams

Consistencia	Asentamiento (mm)	Ejemplo de tipo de construcción	Sistema de colocación	Sistema de compactación
Muy seca	0-20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantallas de cimentación.	Con vibradores de formaleta; concretos de proyección neumática (lanzados).	Secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión.
Seca	20-35	Pavimentos.	Pavimentadoras con terminadora vibratoria.	Secciones sujetas a vibración intensa.
Semi-seca	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple. Losas poco reforzadas.	Colocación con máquinas operadas manualmente.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Media (plástica)	50-100	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones.	Colocación manual.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Húmeda	100-150	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.	Bombeo.	Secciones bastante reforzadas con vibración.
Muy Húmeda	150-200	Elementos esbeltos, pilotes fundidos "in situ".	Tubo embudo tremie.	Secciones altamente reforzadas sin vibración.
Super Fluida	Más de 200	Elementos muy esbeltos.	Autonivelante, autocompactante.	Secciones altamente reforzadas sin vibración y normalmente no adecuados para vibrarse.

Fuente: Nuevas tendencias en la especificación y diseño de mezclas de concreto. Sánchez, D.

La resistencia a la compresión las cuales deben estar sujetas a cambios en el agua de la dosificación mediante dos tipos de muestras de curado a la edad de 7 días es de 33,5 kg/cm² a 40,6 kg/cm² y debe cumplir con los requisitos.

La resistencia a la compresión no corregida de las probetas también se determinó a partir de los valores de resistencia a los 14 y 21 días, la corrección por humedad y el cambio en la relación agua/cemento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el proceso de este estudio, se utilizó el método de dosificación de densidad óptima para corregir el contenido de humedad del agregado. Primero, se determinó la cantidad de material por 1 m³ como se muestra en la Tabla N°, se obtuvieron los siguientes resultados ideales, para luego obtener la dosificación según la Tabla N° 3; finalmente, se realizó la corrección de humedad como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 2

Cantidad de materiales por probeta de hormigón

MATERIAL	PARA 1m ³	POR PROBETA
Cemento (Kg)	597,40	3,17
Arena (Kg)	371,20	1,97
Ripio (Kg)	1280,12	6,78
Agua (Kg)	358,44	1,90

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3

Dosificación del material

$\frac{CEMENTO\ 597,40Kg}{597,40Kg}$	$\frac{ARENA\ 371,20Kg}{597,40Kg}$	$\frac{RIPIO\ 1280,12Kg}{597,40Kg}$	$\frac{AGUA\ 358,44Kg}{597,40Kg}$
=1	=0,62	=2,14	=0,6

Fuente: Elaboración propia-

Densidad del Hormigón

dH= 2,607Kg/ dm³

Corrección de Humedad

Tabla 4

Cantidad de material corregido, por probeta de hormigón

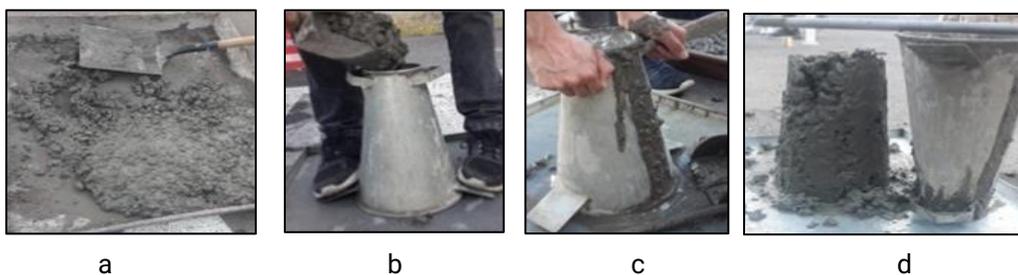
MATERIAL	PARA 1m ³	POR PROBETA
Cemento (Kg)	597,4	3,17
Arena (Kg)	446,18	2,36
Ripio (Kg)	1304,44	6,91
Agua (Kg)	358,44	1,90

Fuente: Elaboración propia.

Después de determinar la dosificación final de la mezcla modificada, se realizó una prueba de laboratorio de la consistencia del concreto mediante la prueba del cono de Abrams, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Realización del ensayo de cono de Abrams. (a) Mezcla de los materiales, (b) Colocado de la mezcla en el cono de Abrams, (c) Enrasado de la muestra, (d) Medición del asentamiento de hormigón fresco

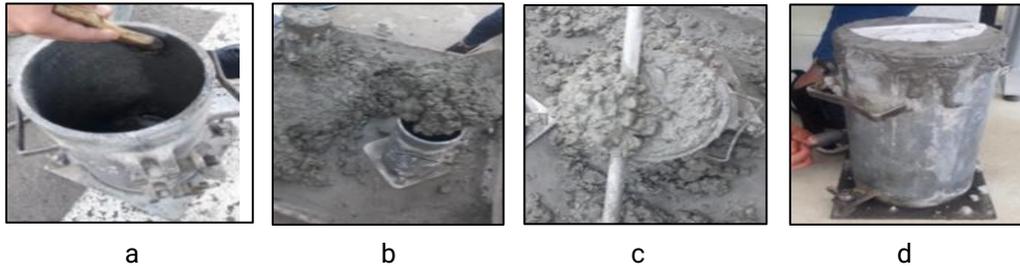


Fuente: Elaboración propia.

Después de verificar la consistencia del concreto, se prepararon las muestras de concreto de acuerdo con los requisitos pertinentes utilizando el proceso general de fabricación especificado en la norma NTE INEN 1578 como se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Realización de las probetas para ensayo a compresión (a) Engrasado del molde, (b) Colocado de la mezcla, (c) Enrazado de la mezcla, (d) Probeta encofrada

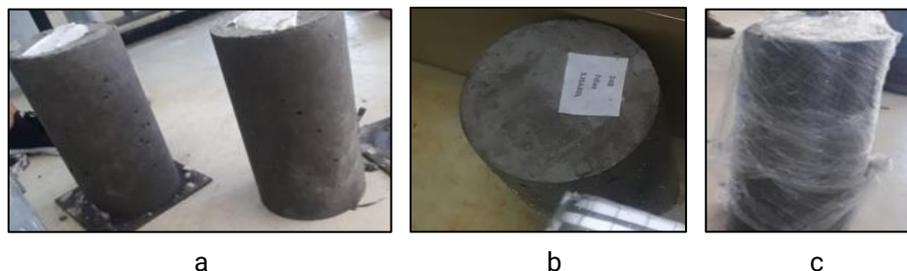


Fuente: Elaboración propia.

El proceso de curado del concreto se llevó a cabo luego de desmoldar las probetas y aplicar los procedimientos de curado requeridos como se muestra en la Figura 3.

Figura 3

Aplicación de los métodos de curado en el hormigón. (a) Desencofrado de las probetas, (b) Aplicación de método de curado por hundimiento, (c) Aplicación de método de curado por cubierta de membrana plástica

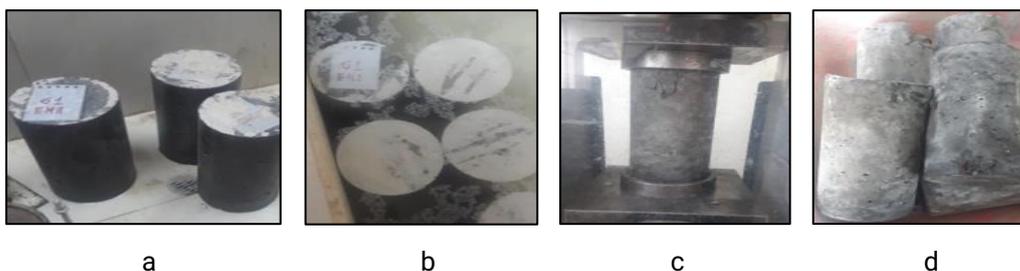


Fuente: Elaboración propia.

Para determinar la resistencia mecánica del concreto, se realizaron ensayos de compresión como se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Realización del ensayo a compresión de las probetas de hormigón. (a) Reposo de 24 h, (b) Desencofrado, (c) Sumergido de las probetas de hormigón en la cámara de curado 14 días, (d) Ensayo a compresión



Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIÓN

La consistencia del concreto se controló mediante la realización de una prueba de Cono de Abrams utilizando agregado en condición SSS con un asentamiento por 10 cm utilizando agregado en estado seco, el cual disminuyó luego de ajustar el contenido de humedad de la mezcla con un asentamiento de 5,9 cm, se puede concluir que el agua es un factor clave en la consecución de las propiedades más importantes del hormigón, como su resistencia mecánica última.

Se observa que en las dosificaciones donde el agregado es corregido por humedad y, por lo tanto, tiene más humedad, la consistencia de estos materiales es blanda (plástica), pero hasta el límite de asentamiento permisible, mientras que después de la corrección por humedad en el agregado, la consistencia mejora, con una mejor calidad para un fácil manejo y aplicación en el sitio.

Esta experiencia fue muy agradable, ya que permitió comprender de mejor manera, la utilidad de conocer las propiedades que deben tener todos los materiales que componen el concreto para que brinden resistencia de diseño al uso en el sitio donde los ingenieros revisores tienen la tarea de mejorar el diseño de un sitio de vigilancia de seguridad.

Se encontró que la densidad del concreto encontrado se mantuvo sin cambios en un valor de 2,607 kg/dm³ aún después de ajustar el contenido de humedad del agregado, el cual estaba por encima del rango permitido, lo que indica que el concreto resultante era de buena calidad y podría ser utilizado.

Gracias a este estudio hemos podido obtener criterios más adecuados a las propiedades cualitativas y cuantitativas del hormigón fresco para su posterior uso en obra, asegurando así su calidad.

REFERENCIAS

- Almeida, W. (2019). Análisis comparativos de métodos de diseño de mezclas de un hormigón de alta resistencia conformado por agregados procedentes de la cantera de Pintag. [Tesis, Universidad Politécnica Salesiana] Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18189/1/UPS%20-%20ST004397.pdf>
- Bermejo, E. (2009). Dosificación, propiedades y durabilidad en hormigón autocompactante para edificación. [Tesis, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos] Archivo Digital UPM <https://oa.upm.es/1733/>
- Britez, C. (2016). Hormigón y Hormigonado de Cimentación con Hormigón Autocompactante y de Elevadas Prestaciones (70 MPa). Revista ALCONPAT, 6(1), 28-40. <https://doi.org/10.21041/ra.v6i1.113>
- Cayo, R. (2021). Dosificación de un hormigón para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, con la inclusión de ceniza volcánica sin el uso de aditivos. [Tesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE] Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/26080>
- Correa, D. (2011). Dosificación ponderal para hormigones de alta y baja densidad. [Tesis, Universidad Politécnica de Catalunya] Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/13490>
- Cuenca, E. (2008). Introducción sobre hormigón autocompactante (HAC) y hormigón reforzado con fibras (HRF). [Tesis, Universidad Politécnica de Valencia] Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica de Valencia <https://riunet.upv.es>
- Medina, S.W. (2006). Manual de Ensayo de Materiales. [Tesis, Universidad Técnica de Ambato]
- NTE INEN 1573: Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico.: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive. (2010). Internet Archive. <https://archive.org/details/ec.nte.1573.2010>
- NTE INEN 1576: Hormigón de cemento hidráulico. Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo : Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive. (2011). Internet Archive. <https://archive.org/details/ec.nte.1576.2011>
- NTE INEN 1578: Hormigón de cemento hidráulico. Determinación del asentamiento : Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive. (2010). Internet Archive. <https://archive.org/details/ec.nte.1578.2010>
- NTE INEN 1763: Hormigón de cemento hidráulico. Muestreo.: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive. (2010). Internet Archive. <https://archive.org/details/ec.nte.1763.2010>
- Rudeli, N. (2017). Medición de resistencia a tempranas edades del hormigón: método que mejor se ajusta para la determinación de tiempos mínimos de desencofrado de elementos verticales de hormigón. Obras y proyectos, (22), 6-16. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132017000200006>

Sánchez, D. (2020). Módulo Estático de Elasticidad del Hormigón Fabricado con Agregados de la Mina de San Roque, Imbabura, Ecuador. *Revista Politécnica*, 46(1), 29–38. <https://doi.org/10.33333/rp.vol46n1.03>

Sánchez, L. G. (2013). La resistencia a la compresión del hormigón. [Tesis, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio Universidad Técnica de Ambato <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/6031>

Santamaría, J. (2018). Modelo para dosificación de mezclas de hormigón utilizando lógica difusa. *FIGEMPA: Investigación Y Desarrollo*, 5(1), 54–61. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.815>

Santamaría, J. (2021). Influencia de la calidad de los agregados y tipo de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen. *Novasinergia*, ISSN 2631-2654, 4(1), 91–101. <https://doi.org/10.37135/ns.01.07.05>

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) .