

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.1028>

## **Incidencia del tipo de agua y curado en las propiedades del hormigón**

Incidence of the type of water and curing on the properties of the concrete

**Edisson Xavier Salinas Villegas**

esalinas2137@uta.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

**Diego Rafael Freire Romero**

dfreirer2@est.ups.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-9735-0822>

Harbert International Establishment S de RL

Ambato – Ecuador

Artículo recibido: 09 de agosto de 2023. Aceptado para publicación: 23 de agosto de 2023.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### **Resumen**

La elaboración de un buen hormigón para el uso estructural es de elemental importancia, es por eso que los materiales y la preparación de una buena dosificación para el diseño y construcción de edificaciones deben poseer una buena calidad y así registrar excelentes propiedades. Este artículo presenta una prueba experimental que define la influencia que tienen diversos factores como la calidad del agua utilizada en el proceso de la fabricación del hormigón y del tipo de curado, en donde se determinaron las características de cada uno de estos y se estableció la dosificación para la resistencia a compresión requerida para la elaboración de la mezcla de hormigón. El estudio consistió en ensayar a compresión dos probetas provenientes de una misma mezcla de hormigón, sometidas a condiciones de curado distintas, en donde una probeta fue sometida a curado por hundimiento y la otra a curado por aplicación de membrana plástica transparente, mostrando que cualquiera de los dos métodos es aceptable ya que su resistencia a compresión cumple con el requerimiento. También se elaboraron cinco probetas con distinto tipo de calidad de agua, es así que se preparó una probeta con agua potable en su composición, una con agua mineral gasificada y una última probeta con agua azucarada, para evidenciar la influencia de estas en la calidad final del hormigón requerido en este caso de 180kg/cm<sup>2</sup> o 114 a los 7 días.

*Palabras clave:* amasado, calidad, curado, dosificación, hormigón, resistencia

## Abstract

The development of a good concrete for structural use is of primary importance, that is why the materials and the preparation of a good dosage for the design and construction of buildings must have a good quality and thus register excellent properties. This article presents an experimental test that defines the influence of various factors such as the quality of the water used in the concrete manufacturing process and the type of curing, where the characteristics of each of these were determined and the dosage was established. for the compressive strength required for the preparation of the concrete mixture. The study consisted of testing two specimens coming from the same concrete mixture under compression, subjected to different curing conditions, where one specimen was subjected to sinking curing and the other was cured by application of transparent plastic membrane, showing that any of both methods are acceptable since their compressive strength meets the requirement. Three specimens with different types of water quality were also made, so that a test tube was prepared with potable water in its composition, one with gasified mineral water and a last test tube with sugar water, to show their influence on the final quality of the concrete required in this case of 180kg / cm<sup>2</sup> or 114 at 14 days.

*Keywords:* kneading, quality, curing, dosing, concrete, 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., & Freire Romero, D. R. (2023). Incidencia del tipo de agua y curados en las propiedades del hormigón. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(2), 5964–5980. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.1028>

## **INTRODUCCIÓN**

El hormigón es un elemento muy importante en la construcción, ya que se utiliza para proyectos individuales, comerciales o gubernamentales, como son la instalación de alcantarillas, puentes, edificios, etc. Como es bien sabido, el método convencional de preparación del hormigón para la construcción consta de componentes de cemento, agua y áridos, a los que también se pueden añadir otros componentes menores, como aditivos, fibras, pigmentos o cargas para mejorar sus propiedades y características. (Huamán, D., 2022)

El material granular representa el mayor volumen en la mezcla utilizada para la elaboración del hormigón, en la que sus propiedades físicas y mecánicas juegan un papel muy importante. Este material granular puede resultar de la destrucción de rocas naturales o cantos rodados, fragmentación selectiva de piedras naturales, prismáticas o redondas, o materiales artificiales (Sánchez, J. 2013).

El hormigón es el material más utilizado en la industria de la construcción, con 20 mil millones de toneladas de hormigón utilizadas en todo el mundo solo en 2015. El material, que consiste en agregados tradicionales, representa del 55% al 88% del volumen total de concreto y se espera que aumente a 48,3 mil millones de toneladas para 2023, lo que podría conducir a la sobreexplotación de las canteras de agregados. El hormigón es muy utilizado en la construcción de estructuras como edificios, puentes e instalaciones de abastecimiento de agua (Díaz, L., 2022).

El hormigón está cobrando cada vez más importancia en el entorno construido debido a su plasticidad, que le permite adaptarse a los diferentes tipos de estructuras en las que se utiliza. Adicionalmente, posee propiedades como maquinabilidad y durabilidad, que hacen del material una herramienta eficaz en la construcción, compuesto por una variedad de materiales, principalmente cemento, agregado fino (arena), agregado grueso (grava), agua, y en ocasiones aditivos o aditivos; componentes que deben someterse a un correcto proceso de dosificación para darle al concreto sus propiedades esenciales, logrando así su máxima resistencia (Zambrano, L., 2022)

El propósito del curado es mantener un contenido de humedad y una temperatura aceptables en el concreto. Durante el proceso de hidratación, ocurren una serie de reacciones químicas entre el cemento Portland y el agua de mezcla. La resistencia del hormigón y su durabilidad es variable y depende en gran medida del porcentaje de estas reacciones químicas que se produzcan. Es bien sabido que el endurecimiento tiene una gran influencia en las propiedades del hormigón. Sin embargo, la influencia del ambiente de fraguado en la hidratación del cemento mezclado debe estudiarse más a fondo, y la hidratación de la escoria granular de alto horno en el cemento agregado bajo diferentes condiciones de fraguado debe evaluarse para analizar el rendimiento y la durabilidad del cemento (Lizarazo, J., 2016).

El curado es el proceso que realizan los constructores luego de verter elementos de concreto para asegurar el desarrollo de propiedades tales como resistencia, estabilidad dimensional y durabilidad manteniendo condiciones favorables de humedad y temperatura, los métodos existentes tienden a mantener la saturación del concreto, reduciendo la evaporación o acelerando el desarrollo de resistencia (Rojas, R., 2022)

Los problemas de durabilidad más serios debido a un curado inadecuado del concreto ocurren cuando el concreto se refuerza con barras de acero para resistir fuerzas (principalmente tensión), produciéndose la corrosión en el acero, causada por el ingreso y la difusión de humedad, oxígeno, iones de cloruro o dióxido de carbono a través de la capa exterior de concreto

que protege el acero; el resultado suele ser la fractura del concreto en áreas cercanas al acero, lo que reduce la durabilidad del acero que lo compone (Solís, R., 2013).

La resistencia de un material se puede definir como su capacidad para resistir fuerzas externas sin romperse, en el caso del concreto, entiéndase lo anterior como el nivel de esfuerzo requerido para fallar, lo que hace que el material no pueda soportar grandes cargas. (Solís, R., 2008).

La resistencia a la compresión siempre ha sido la propiedad más valiosa del concreto, ya sea porque es la medida principal de la resistencia del material o porque esta propiedad está relacionada con la mayoría de las otras propiedades del concreto, como la resistencia al corte, el módulo de elasticidad o su permeabilidad. (Solís, R., 2008).

Uno de los retos del siglo XXI es conseguir la compatibilidad entre la resistencia requerida y el uso de materiales de construcción ligeros. Hoy en día, las fibras naturales y artificiales se utilizan en el campo de la ingeniería como materiales de refuerzo para mejorar las propiedades mecánicas de los elementos estructurales, como la resistencia a la tracción y al impacto. Por ejemplo, la mejora de las propiedades de flexión y corte de las vigas de hormigón armado juega un papel importante y crucial en el control del comportamiento sísmico de las estructuras de hormigón (Olivera, Y., 2022).

El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se denomina fraguado y se caracteriza por la transición de la pasta de un estado líquido a un estado sólido (Manobanda, C., 2013)

El hormigón endurecido es un estado en el que una mezcla plástica se transforma de un estado sólido debido a las reacciones químicas que ocurren en él. En este estado, el hormigón tiene propiedades muy beneficiosas para la industria de la construcción tanto en sus propiedades físicas y mecánicas. (Castillo, hacia 2019)

Para que continúe el proceso de hidratación antes mencionado, se debe mantener la humedad relativa en el interior del concreto a un nivel de al menos el 80%, lo cual es posible en climas muy húmedos y temperaturas constantes, pero casi imposible en la práctica, sin embargo el proceso de curado del concreto es muy importante, que básicamente consiste en saturar el hormigón hasta que los espacios inicialmente llenos con agua de lechada nueva se llenen en la medida deseada con productos de hidratación del cemento (Neville, A., 1999).

En este caso, la dosificación es la cantidad de los distintos componentes del hormigón (cemento, arena, grava, agua) aplicada a una determinada cantidad de mezcla. Existen muchos métodos de dosificación, entre los cuales el método de densidad óptima y el método de la ACI son los más conocidos y más utilizados. En este estudio utilizamos el método empírico de densidad óptima, teniendo en cuenta que los cálculos resultantes son aproximados, por lo que los experimentos de campo nos permitieron evaluar y elaborar concreto de acuerdo a los requerimientos necesarios. Solo después de las pruebas preliminares apropiadas de consistencia, resistencia y durabilidad, podemos determinar la calidad del concreto final y confirmar que las cantidades producidas cumplen con los requisitos especificados para el proyecto.

Es muy importante determinar el estado del material, especialmente su grado de humedad, ya que a partir de esto tendremos que recalcular la cantidad de material en base a la corrección de humedad y también comprobar la calidad del agua mezclada, ya que contribuye a la trabajabilidad de la mezcla, por lo que debe ser lo más limpia posible (libre de materia orgánica), y además recordar con lo anteriormente mencionado que el agua es uno de los factores decisivos en la producción del hormigón, porque modifica directamente la resistencia mecánica.

Uno de los factores claves en la preparación del concreto es el curado, su propósito es brindarle al concreto las condiciones de humedad y temperatura suficientes para que desarrolle sus propiedades de acuerdo a su composición y características, por lo que un mal curado se refiere a problemas como fisuración entre otras cosas, por lo tanto, es más probable que el agua y las sustancias nocivas penetren en el concreto, ya que la permeabilidad del concreto es alta, por lo que es difícil controlar el contenido de poros. El endurecimiento del concreto también tiene como objetivo protegerlo de ciertas influencias externas que pueden afectar estos parámetros, tales como: lavado por lluvia o agua generalmente, enfriamiento rápido en el primer día después de la colocación del concreto, gradientes de temperatura altos, la presencia u ocurrencia de bajas temperaturas o heladas, o el viento que mediante su vibración cambiará la adherencia del concreto y el acero.

El curado no solo afecta la resistencia final del hormigón, sino que también reduce la permeabilidad y aumenta la resistencia de la superficie del hormigón a la penetración de gases como el CO<sub>2</sub> y el oxígeno que están presentes cuando se corroe la armadura.

### **METODOLOGÍA**

Para este estudio se utilizaron los siguientes materiales:

Balanzas mecánicas y electrónicas, bandejas y recipientes metálicos, carretillas, palas, palustres, conos de Abrams, moldes metálicos para muestras de hormigón, flexómetros, martillos de goma, varillas redondas de metal, cemento, arena, piedras y agua.

Se realizaron varios cálculos basados en métodos empíricos para obtener una densidad óptima antes de hacer muestras de concreto para las pruebas.

### **Método de la Densidad Óptima**

Con base en la resistencia a la compresión requerida, aplique la información para adquirir los datos, luego de seleccionarse la relación agua-cemento, se calculó la densidad real de la mezcla de agregado fino y agregado grueso (DRM), luego se realizó los cálculos respectivos para obtener el porcentaje de vacío óptimo. (POV), para que después se calcule la cantidad de pasta requerida para llenar los vacíos dejados por el agregado añadiendo una cantidad adicional (2%) para cubrir todas las partículas de agregado presentes (el porcentaje obtenido es una fracción del volumen total de concreto, lo que significa que la cantidad de pasta en el volumen (CP) será de 1000 dm<sup>3</sup>), a continuación, se calculó la cantidad de cemento requerida en peso por 1 m<sup>3</sup> de concreto, y la cantidad de agregado en base a este valor. Una vez calculada la cantidad de cemento y su dosificación, se calcularon las cantidades de arena, agua, ripio y cemento. Finalmente, el peso utilizado de hormigón se obtiene dividiendo por la cantidad, teniendo en cuenta la masa de cemento utilizada como separador. La densidad del hormigón fresco viene dada por la suma de los pesos de todos los materiales.

Para preparar hormigón fresco utilizando el método de densidad óptima, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

Se pesó la cantidad de materiales en relación a la dosificación por el método de densidad óptima, a continuación se midieron las dimensiones del molde metálico, después se pesó y se mezcló en seco la arena y el cemento, el siguiente paso fue que se agregó la piedra y el agua; y se mezcló todos los materiales manualmente durante al menos 5 minutos hasta obtener una mezcla homogénea, luego se determinaron las propiedades del concreto fresco y se tomaron muestras de concreto según el procedimiento estándar INEN 1576 de 3 capas y 25 golpes, como último se colocaron las muestras de concreto en reposo durante unas 24 horas.

Para el desmoldeo y ensayo de compresión se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

Después de dejar las probetas en la sala de curado durante  $24 \pm 8$  horas, se desmolda el cilindro de concreto y se sumergió en el tanque de curado durante 7 días, luego se sacó las probetas del tanque de curado dos horas antes de la prueba de compresión para escurrir el exceso de agua, una vez concluido, se ensayan las probetas de hormigón

Para la realización de esta investigación se efectuaron los cálculos respectivos para la dosificación y elaboración de probetas sometidas a distintos tipos de agua de amasado, a diferentes tipos de curado de hormigón mediante el método de densidad óptima a partir de datos obtenidos en ensayos previos, obteniendo los siguientes valores:

### **Simbología**

DRA= Densidad de real de la arena

DRC= Densidad de real cemento

DRR= Densidad de real del ripio

DOM= Densidad óptima de la muestra

DRM= Densidad real de la muestra

MFA= Módulo de finura de la arena

POR= Porcentaje óptimo de ripio

POA= Porcentaje óptimo de arena

POV= Porcentaje óptimo de vacíos

CP= Cantidad de pasta

Vca= Volumen del cono de Abrams

Vca= Volumen del cilindro

dH= Densidad del hormigón fresco

C= Cemento

R= Ripio

A= Arena

W = Agua

### **Datos**

DRA= 2,56 Kg/dm<sup>3</sup>

DRR= 4,9 Kg/dm<sup>3</sup>

DRC= 2,56 Kg/dm<sup>3</sup>

DOM=1,906 Kg/dm<sup>3</sup>

POA=36%

POR=64%

### Densidad real de la muestra

$$DRM = \frac{(DRA * POA) * (DRR * POR)}{DRM}$$

$$DRM = \frac{(2,56Kg/dm3 * 36) * (4,9Kg/dm3 * 64)}{100}$$

DRM= 4,05 Kg/dm3

### Porcentaje óptimo de vacíos

$$POV = \frac{DRM - DOM}{100} * 100$$

$$POV = \frac{4,05Kg/dm3 - 1,906Kg/dm3}{4,05 Kg/dm3} * 100$$

POV= 52,94 %

Según las fórmulas mostradas, se determinó la cantidad de pasta según el asentamiento impuesto, el cual fue de 6-9cm, y que la relación agua/cemento para una resistencia de 18MPa a los 28 días de edad se establece en W/C= 0,6

### Cantidad de pasta

$$CP=POV+2%+(8%+POV)$$

$$CP=52,94+2%+(4,24%)$$

$$CP=59,18\%$$

$$CP= 59,18\%*1000 dm3 \sim 591,8 dm3$$

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1m3

Cantidad de cemento

$$C = \frac{CP}{\frac{W}{C} + \frac{1}{DRM}}$$

$$C = \frac{591,8dm3}{0,6 + \frac{1}{2,56}}$$

$$C= 597,40Kg$$

### Cantidad de agua

$$W = \frac{W}{C} * C$$

$$W = 0,6 * 597,40Kg$$

$$W=358,44Kg$$

### Cantidad de arena

$$A = \frac{(1000 dm3 - CP) * DRA * POA}{100}$$

$$A = \frac{(1000 dm3 - 591,8 dm3) * 2,56Kg/ dm3 * 36}{100}$$

$$A = 371,20\text{Kg}$$

$$A = 371,20\text{Kg}$$

**Cantidad de ripio**

$$R = \frac{(1000 \text{ dm}^3 - CP) * DRR * POR}{100}$$

$$R = \frac{(1000 \text{ dm}^3 - 591,8 \text{ dm}^3) * 4,90\text{Kg} / \text{dm}^3 * 64}{100}$$

$$R = 1280,12 \text{ Kg}$$

**Dosificación del material**

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

**Densidad del hormigón**

$$dH = \frac{C + A + R + W}{1000 \text{ dm}^3}$$

$$dH = \frac{597,40\text{Kg} + 371,20\text{Kg} + 1280,12\text{Kg} + 358,44\text{Kg}}{1000 \text{ dm}^3}$$

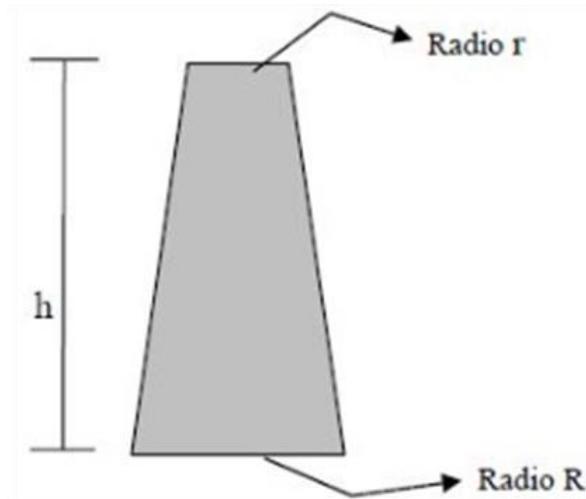
$$dH = 2,607\text{Kg} / \text{dm}^3$$

Se calculó el volumen del cono de Abrams para la realización del ensayo de consistencia mediante los datos que visualizan en la gráfica 1 y gráfica 2, importantes para el cálculo.

**Volumen del cono de Abrams**

**Figura 1**

*Volumen del cono de Abrams*



**Nota:** R= 10cm – r= 20cm – h= 30cm.

**Fuente:** Elaboración propia.

$$V_{ca} = \frac{1}{3}\pi \cdot h \cdot (R^2 + r^2) + (R \cdot r)$$

$$V_{ca} = \frac{1}{3}\pi \cdot 30\text{cm} \cdot (10\text{cm})^2 + (5\text{cm})^2 + (20\text{cm} \cdot 10\text{cm})$$

$$V = 5497,79\text{cm}^3$$

$$V = 7000\text{cm}^3 / (100\text{cm})^3 \cdot 1\text{m}^3$$

$$V = 0,0055\text{m}^3$$

**Volumen del cilindro**

**Figura 2**

*Volumen del cilindro*



r= 7.5cm  
h= 30cm

**Nota:**  $r = 7.5\text{cm} - h = 30\text{cm}$ .

**Fuente:** Elaboración propia.

$$V = \pi r^2 \cdot h$$

$$V_c = \pi \cdot (7,5\text{cm})^2 \cdot 30\text{cm}$$

$$V_c = 5301,43 \text{ cm}^3 / (100\text{cm})^3 \cdot 1\text{m}^3$$

$$V_c = 0,0053 \text{ m}^3$$

Como se observa en la Tabla 1, se determinó la cantidad de material necesario para un volumen de 0,0053 m<sup>3</sup> a utilizar en la fabricación de cada probeta.

**Tabla 1**

*Cantidad de materiales para 0,0053m<sup>3</sup>*

MATERIAL	PARA 1m <sup>3</sup>	PARA 0,0053m <sup>3</sup>
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

Los datos obtenidos hasta este punto fueron similares para la realización de las dos dosificaciones realizadas tomando en cuenta que los valores presentados en la tabla N1. se multiplicaron para el número de probetas requeridas en el primer caso dos, esto para realizar una sola mezcla con las mismas características de hormigón fresco, sin embargo para la realización de la segunda dosificación con la modificación del parámetro de calidad del agua, se realizó la siguiente corrección en el cálculo de la cantidad de cemento, restándole el 5% de su peso total para incorporar el azúcar como factor modificador del agua en una de las probetas, en las otras 2 probetas restantes se ocupó la misma cantidad de agua que en la dosificación anterior por probeta, pero aplicando en la una agua mineral gasificada y en la siguiente agua potable. Obteniendo los siguientes valores mostrados en la tabla N2.

**Tabla 2**

*Cantidad de materiales por probeta*

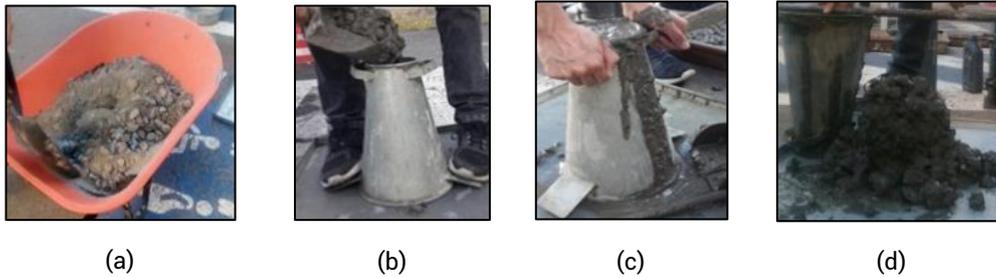
MATERIAL	AGUA AZUCARADA	AGUA MINERAL	AGUA POTABLE
Cemento (Kg)	3,01	3,17	3,17
Arena (Kg)	1,99	1,99	1,99
Ripio (Kg)	6,78	6,78	6,78
Agua (Kg)	1,90	1,90	1,90

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 1 se puede observar el ensayo de determinación de la consistencia del hormigón mediante el ensayo de cono de Abrams, este procedimiento se realizó en ambas dosificaciones.

### Figura 3

*Realización del ensayo de cono de Abrams.*



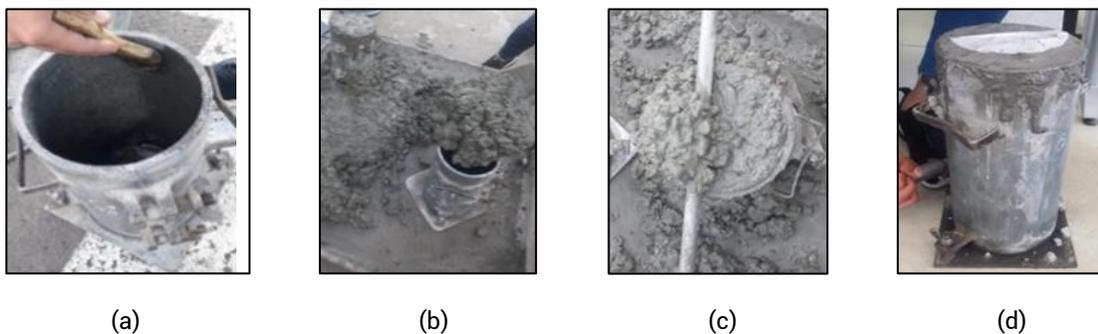
**Nota:** (a) Mezcla de los materiales, (b) Colocado de la mezcla en el cono de Abrams, (c) Enrasado de la muestra, (d) Medición del asentamiento de hormigón fresco.

**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez verificada la consistencia del hormigón, se fabricaron las probetas de hormigón, como lo muestra la figura 3.

### Figura 4

*Realización de las probetas para ensayo a compresión 1era dosificación*



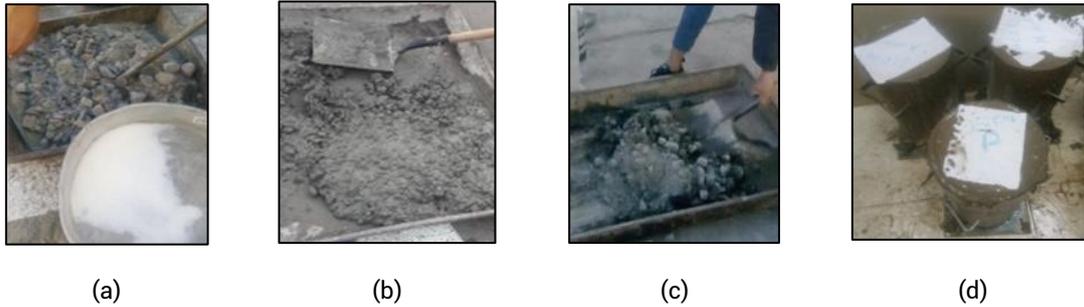
**Nota:** (a) Engrasado del molde, (b) Colocado de la mezcla, (c) Enrasado de la mezcla, (d) Probeta encofrada

**Fuente:** Vélez A.

Como se mostró anteriormente, la fabricación de las probetas es la misma para ambas experimentaciones aplicando la norma NTE INEN 1756, lo que varía en la 2da dosificación es la calidad del agua utilizada como se muestra en la figura 4.

**Figura 5**

*Realización de las probetas para ensayo a compresión*



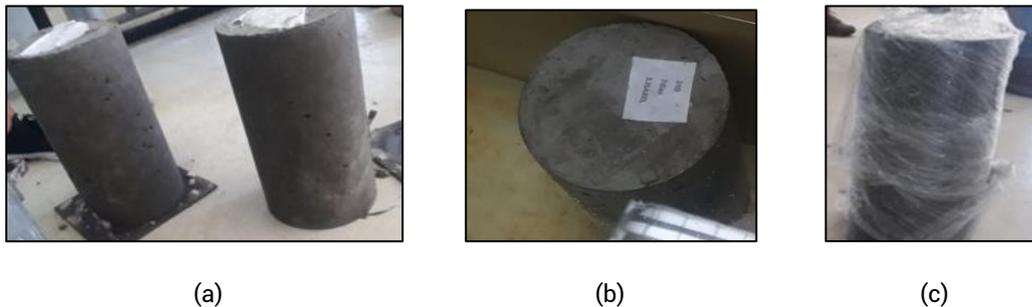
**Nota:** (a) Hormigón con Agua azucarada, (b) Hormigón con agua potable, (c) Hormigón con agua mineral gasificada, (d) Probetas encofradas.

**Fuente:** Elaboración propia.

Se efectuó el proceso de curado del hormigón luego del desmolde de las probetas y se aplicó el método de curado por hundimiento en la una y el método de curado por cubierta en la otra probeta como se muestra en la figura 5.

**Figura 6**

*Aplicación de los métodos de curado en el hormigón (1era dosificación)*



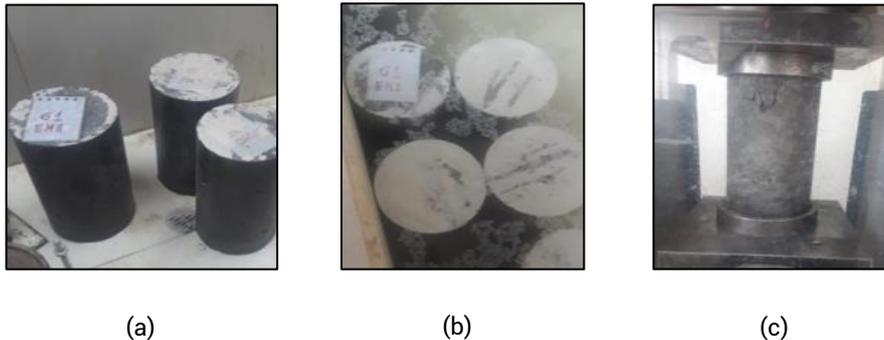
**Nota:** (a) Desencofrado de las probetas, (b) Aplicación de método de curado por hundimiento, (c) Aplicación de método de curado por cubierta de membrana plástica en la otra.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se muestra la figura 6, se realizaron los ensayos de compresión en las probetas a los 7 días de edad para obtener los resultados de la resistencia.

**Figura 7**

*Realización del ensayo a compresión de las probetas de hormigón 2da dosificación*



**Nota:** (a) Desencofrado, (b) Sumergido de las probetas en la cámara de curado, (c) Ensayo a compresión a los 7 días.

**Fuente:** Elaboración propia.

También se realizó el ensayo de compresión en las probetas en las que se aplicaron los dos distintos tipos de curado y una vez ejecutados se realizaron los cálculos respectivos para la determinación de su resistencia promedio.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para la realización de esta investigación se efectuaron los cálculos respectivos para la elaboración de 5 probetas (3 de ellas sometidas a distintos tipos de agua de amasado, y 2 de ellas sometidas a diferentes tipos de curado) según la norma NTE INEN 1756, de hormigón mediante el método de densidad óptima a partir de datos obtenidos en ensayos previos.

Dentro de la preparación de estas dosificaciones, no se realizó la corrección de humedad debido a que los agregados se encontraban en estado húmedo-saturado.

Esta investigación es la aplicación de los resultados de los mismos, para evaluar la calidad del hormigón con el requerimiento impuesto que en nuestro caso fue una resistencia a compresión de 180 Kg/cm<sup>2</sup>.

En el caso de la primera dosificación en la cual se aplicaron los tipos de curado a la que por convención se la denominará "TIPO A"

Al verificar mediante las normas NTE INEN 1978 la consistencia del hormigón, el asentamiento logrado fue de 9,5cm y con este resultado se realizaron las probetas de hormigón según las normas NTE INEN 1976, como lo muestra la figura 2.

Como se puede observar en el gráfico 1, la resistencia a compresión estimada a los 7 días de edad corresponde al 75% de la resistencia a los 28 días de edad en el TIPO A, en nuestro caso para un hormigón de 180 Kg/cm<sup>2</sup> se obtendría una resistencia aproximada de 162 Kg/cm<sup>2</sup>, valor que fue superado según los resultados obtenidos en los ensayos de compresión realizados a las 5 probetas, obteniéndose una resistencia de 183,6 g/cm<sup>2</sup> como se observa en la gráfica 1.

**Gráfica 1**

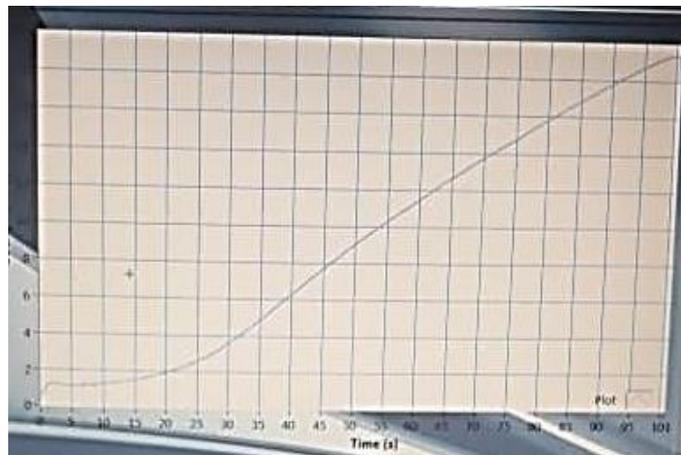
*Relación Edad vs. Resistencia del Hormigón Curado*



**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfica 2**

*Resistencia del hormigón 180Kg/cm2 ensayado a 7 días de edad*



**Fuente:** Elaboración propia.

Se pudo determinar mediante esta investigación que la calidad del agua, así como su cantidad son de la más importantes en la elaboración del hormigón, ya que de esta dependen directamente sus propiedades sobre todo su resistencia mecánica,

Cabe destacar que el adecuado conocimiento de nuestros materiales y de sus cantidades nos ayudarán a adoptar condiciones de fabricación más óptimas, lo cual nos ayudará a reducir tiempos y costos aplicados en las obras de construcción.

**CONCLUSIÓN**

Se determinó que al incluir el agua mineral en sustitutivo del agua potable se puede determinar que al contener aire (gas) aumenta la porosidad del hormigón creando mayor cantidad de vacíos ya que no está considerada tal cantidad de aire ocluido dentro de la dosificación del material

Se concluyó que la influencia entre el curado por hundimiento y el curado por utilización de membrana no varía singularmente, ya que la resistencia de ambos cumple con la resistencia según el requerimiento en nuestro caso  $162 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días de edad.

Se analizó que al realizar las probetas con arena húmeda y al no hacer la corrección de humedad el asentamiento fue de 10 cm lo cual es el límite del asentamiento aceptable según las normas INEN y ACI.

## REFERENCIAS

Castillo, C. (2019). Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de tuberías PVC utilizando agregados de la cantera de Pifo y cemento HOLCIM tipo GU y su correlación con un hormigón convencional. [Tesis, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio digital Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20326>.

Del Rosario Huamán Changa, M., Gozar, T. M. R., & Garamendi, D. D. (2022). Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas recicladas. *Gaceta Técnica*, 23(2), 23-37. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica232.3>

Díaz-Merino, Liseth, Altamirano Tocto, Luis Fernando, & Muñoz Pérez, Sócrates Pedro. (2022). USO DE MATERIALES LIGEROS PARA LA PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN DE BAJA DENSIDAD: UNA REVISIÓN LITERARIA. *Revista hábitat sustentable*, 12(1), 90-101. <https://dx.doi.org/10.22320/07190700.2022.12.01.06>

Lizarazo, Juan M, Salas, Andres, & Escobar, Diego A. (2016). Efectos del Curado en las Propiedades de Mezclas de Concreto con Altos Contenidos de Escoria de Hierro. *Información tecnológica*, 27(6), 163-174. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000600017>

Manobanda, C. (2013). El curado del hormigón y si incidencia en las propiedades mecánicas finales. [Tesis, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/6528>

Olivera Pérez, Yamalit Itamar, Guevara Saravia, Sandro Piero, & Muñoz Pérez, Sócrates Pedro. (2022). Revisión sistemática de la literatura sobre la mejora de las propiedades mecánicas del hormigón con fibras de origen artificial-natural. *Ingeniería*, 27(2), e201. Epub August 18, 2022. <https://doi.org/10.14483/23448393.18207>

Neville, A. M. (1999). *Concrete Technology* (1 ed.). Pearson Education.

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>

Rojas Franco, Raissa Leticia, & Gaibor Espín, Genaro. (2021). Técnica didáctica en el proceso experimental de curado con dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en losas de hormigón armado. *Conrado*, 17(82), 357-371. Epub 02 de octubre de 2021. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442021000500357&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442021000500357&lng=es&tlng=es).

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, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6031>

Solís-Carcaño, Rómel, Moreno, Eric I, & Arcudía-Abad, Carlos. (2008). Estudio de la resistencia del concreto por el efecto combinado de la relación agua-cemento, la relación grava-arena y el origen de los agregados. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*,

31(3), 213-224. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0254-07702008000300002&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702008000300002&lng=es&tlng=es).

Solís-Carcaño, Rómel G., Moreno, Eric I., & Serrano-Zebadua, Carlos. (2013). Influencia del tiempo de curado húmedo en la resistencia y durabilidad del concreto en clima tropical. Concreto y cemento. Investigación y desarrollo, 4(2), 15-25. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-30112013000100002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112013000100002&lng=es&tlng=es).

Zambrano Navarrete, Luis Daniel, Alava Santos, Ronnie Jefferson, Ruíz Párraga, Wilter Enrique, & Menéndez Menéndez, Edgar Antonio. (2022). Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón. Gaceta Técnica, 23(1), 35-47. Epub 26 de julio de 2022. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.4>

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