



<http://angelabriesingcivil.blogspot.com.co/>

---

---

# El Curado del Concreto en la Construcción

---

---

Medina S. Wilson

# El Curado del Concreto en la Construcción

MEDINA S. Wilson  
Universidad Santo Tomas-Tunja  
Wilson.medina@usantoto.edu.co

*Resumen: En el presente artículo se presentan los resultados de pruebas piloto de resistencia a la compresión, realizadas en cilindros de concreto de 150 × 300 mm, acorde con las normas técnicas colombianas NTC y NSR10, en las que se someten dichos cilindros a condiciones de curado en laboratorio y de intemperismo. Las pruebas se realizaron en abril de 2013 en Tunja, Colombia. Estos cilindros corresponden a resistencias de 21 MPa y 28 MPa y fueron elaborados con agregados y agua de la región. Asimismo se presentan resultados parciales de la aplicación de encuestas sobre la temática de curado del concreto y los tipos de protecciones comúnmente usados por el personal de distintas obras de la ciudad.*

*Palabras claves: calidad, construcción, curado, concreto, métodos de curado.*

*Abstract: In this paper the results of pilot tests of compressive strength, made of concrete cylinders 150x300 mm according to the Colombian technical standards and NSR10 NTC, in which the cylinders are subjected to curing conditions and laboratory conditions are presented weathering during the month of April 2013 in the city of Tunja, these rolls are resistances of 21 MPa and 28 MPa, made with aggregates and water in the region. Also partial results arising from the application of survey on the subject of concrete curing and types of protection commonly used by staff of different works in the city*

*Keywords: quality construction, cured concrete, curing methods.*

## 1. Introducción

En Colombia, en la mayoría de obras de construcción para edificaciones y otro tipo de estructuras, hoy es una tendencia el uso de concreto reforzado y no reforzado; sin embargo, la aplicación de métodos adecuados de curado no se realizan apropiadamente, ya que muchas veces esto se hace de manera errónea o de forma incompleta. Esto puede afectar directamente la resistencia del concreto a 28 días y, por ende, generar obras que no cumplen las especificaciones de calidad dadas por los diseños estructurales.

En este artículo se presentan resultados parciales de pruebas piloto realizadas a cilindros de concreto para resistencias de 21 MPa y 28 MPa. Asimismo, se presentan resultados sobre las tendencias en la aplicación de curado y la protección del concreto recién elaborado, aplicado por trabajadores de la ciudad.

## 2. Marco Teórico

El curado es el procedimiento que le se realiza al concreto después de ser elaborado, para que las condiciones adecuadas de humedad y temperatura se mantengan en el tiempo, hasta que el concreto desarrolle las especificaciones de resistencia esperadas. Actualmente, en los ámbitos nacional e internacional se han aceptado distintos métodos para este curado (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto [IMCYC], 1994; Asociación de Ingeniería Sísmica, 2010; Sika Colombia, 2009), los cuales se incluyen en el título C del *Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes* (NSR 10). Dentro de dichas recomendaciones se aceptan dos métodos que buscan mantener la humedad en el concreto, a saber: el curado con aplicación continua de agua y el curado a través de la utilización de diferentes materiales selladores sobre la superficie de concreto, como se muestra a continuación.

### Curado con aplicación continua de agua:

*Inmersión del elemento de concreto en agua.* Este método consiste en la inmersión de elementos de concreto en agua, controlando la temperatura de esta, para evitar daños en el material.

*Aspersión o rociado de niebla.* Este método consiste en la aplicación de agua, mediante aspersión, utilizando boquillas especiales o rociadores de gota fina, o la utilización de rociado de niebla directamente en el concreto. En este método se debe evitar la aplicación de agua mediante chorros, porque generan erosión en el material.

*Costales, mantas de algodón y alfombras.* El uso de materiales de este tipo se complementa con la aplicación periódica de agua. Estos absorben el líquido preciado y lo mantienen en la superficie del concreto. Además, deben ser instalados tan pronto se tenga una dureza superficial aceptable, para evitar daños en el acabado final del concreto. Como precaución, no deben usarse materiales que contengan residuos con sustancias.

*Curado con tierra.* Sobre las estructuras de concreto recién elaboradas se riega periódicamente tierra con agua, para retener la humedad; como precaución, en este método es necesario revisar que la tierra usada no contenga partículas con tamaños mayores a 25 mm y tampoco materias orgánicas que reaccionen con el concreto.

*Arena o aserrín.* En este método se usa arena o aserrín, el cual se humedece constantemente para mantener condiciones de humedad óptimas sobre la superficie de concreto. Debe evitarse el uso de estos materiales con cantidades excesivas de ácido tánico, ya que podría reaccionar con el concreto y afectar el acabado final.

*Paja o heno.* Se usa de forma similar a los dos anteriores, con la diferencia de que se aplican capas de un espesor mínimo de 150 mm y se complementa con el uso de elementos protectores del viento o la acción del fuego. La desventaja es la posibilidad de decoloración en el concreto, que genera defectos en el acabado final de la superficie.

### Curado a través de la utilización de diferentes materiales selladores:

Este método se aplica sobre la superficie de concreto, con selladores como líquidos curadores o el uso de protección con materiales impermeables.

*Películas plásticas.* Este método consiste en el uso de películas de polietileno de mínimo 0,10 mm de espesor, de peso ligero, en diferentes presentaciones

comerciales: láminas transparentes, blancas o negras, que se instalan sobre el concreto recién elaborado sobre la superficie húmeda, tan pronto se tenga una dureza superficial adecuada que impida daños en esta. Con este método se genera hermeticidad en el elemento; sin embargo, pueden presentarse diferentes coloraciones y texturas en varias zonas del elemento de concreto, causadas por acumulaciones de agua.

*Papel impermeable.* La aplicación de este método es parecido al anterior (películas plásticas): se usa un material que debe cumplir los requisitos de la norma ASTM C171, consistente en dos hojas de papel *kraft* unidas por medio de material bituminoso e impermeabilizado con fibras.

*Compuestos líquidos para formar membranas de curado.* Este sistema requiere el cumplimiento de la norma ASTM C309, según la cual los líquidos de curado deben ser aplicados sobre el concreto en el momento en que desaparezca el agua libre sobre la superficie y antes de que el producto químico pueda ser absorbido por el concreto, lo que hace que su aplicación sea exigente y cuidadosa. Esto genera una película protectora en el concreto que ayuda en el curado del material (IMCYC, 1994; Asociación de Ingeniería Sísmica, 2010; Sika Colombia, 2009).

Mediante diferentes investigaciones se ha comprobado la efectividad del curado del concreto para asegurar su resistencia. Se confirma así que es uno de los procesos más importantes en la construcción de estructuras de concreto, ya que entre más tiempo se aplique, mejor es el comportamiento en la resistencia del concreto (Sharon Huo, 2006). Asimismo, la forma como se protege el concreto de la intemperie después de elaborado tiene consecuencias directas en la resistencia a 28 días (Reinaguerra, 2004), al igual que en la utilización de compuestos curadores que han demostrado resultados satisfactorios en la resistencia final del concreto (Reinaguerra, 2004; Sika Colombia, 2009).

Actualmente, en nuestro país existe el *Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes* (NSR 10), de cumplimiento obligatorio en todo el país (vigente desde el 2010). Este presenta el título C, que contiene disposiciones mínimas para el diseño y la construcción de elementos de concreto. Dentro de estas recomendaciones se encuentra el curado del

concreto producido en obra y en condiciones de laboratorio (Asociación de Ingeniería Sísmica, 2010).

### 3. Materiales y Métodos

La investigación se realizó en Tunja (Colombia), una ciudad ubicada en las coordenadas geográficas 05°32'7'' latitud norte, 37°22'04'' longitud oeste, a una altura de 2782 m. s. n. m. y una temperatura promedio de 13°C. La extensión del área urbana es aproximadamente de 19,78 km<sup>2</sup> (Alcaldía de Tunja, 2014). Tiene una población de 184,864 habitantes (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2013). En Tunja se realizaron pruebas piloto a 64 cilindros de concreto de 150 × 300 mm, elaborados bajo la norma NTC 550 y NTC 1377, para resistencias de  $f_c = 21$  MPa y  $f_c = 28$  MPa, que fueron refrentados con azufre acorde con la NTC 504 y fallados a compresión conforme a la NTC 673 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas [Icontec], s. f.).

Dentro de las pruebas realizadas se establecieron dos condiciones de curado: la primera, correspondiente a cilindros sumergidos en agua; la segunda, con cilindros expuestos a la intemperie, sin la aplicación de ningún método de curado ni aplicación de agua, más que la proveniente de las lluvias esporádicas. Cada grupo de 32 cilindros fueron fallados a 7,14, 21 y 28 días de edad, correspondientes a cuatro cilindros por cada edad. De esta manera se buscó identificar el comportamiento del concreto en condiciones sumergidas y de intemperismo.

Por otra parte, para identificar los diferentes métodos de curado usados por los trabajadores de distintas obras en la ciudad, se aplicó una encuesta de forma aleatoria, en la que se tuvo la colaboración de estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja, integrantes del Semillero de Estructuras.

### 4. Resultados y Discusión

#### Pruebas piloto a cilindros de concreto:

La prueba piloto realizada se hace con el fin de establecer la existencia de afectación en los resultados de resistencia a 28 días de cilindros de concreto de 21 MPa y 28 MPa, en condiciones de laboratorio sumergidos en piscina y los expuestos a

la intemperie en condiciones atmosféricas normales de la ciudad, sin la aplicación de ningún método de curado ni la aplicación de agua más que la proveniente de las lluvias esporádicas. Esta prueba se desarrolló en abril de 2013 y se usó la dosificación de materiales finos, gruesos y agua, propios de la región (figuras 1 y 2), para concretos con resistencia de 21 MPa y 28 MPa.

Las pruebas de compresión realizadas a 7, 14, 21 y 28 días, de los cilindros elaborados para 21 MPa, presentan resultados claros sobre la diferencia de aplicar un método de curado y no aplicarlo, como se evidencia en la figura 3.

Las diferencias que se presentan varían desde un 16,3% hasta un máximo de 21,1% en la resistencia final a 28 días. Estos resultados muestran que la

exposición a la intemperie sin aplicación de agua ni protección de los materiales afecta directamente la resistencia, como se muestra en la figura 4.

Las pruebas de compresión realizadas a 7, 14, 21 y 28 días, de los cilindros elaborados para 28 MPa, presentan resultados claros sobre la diferencia de aplicar un método de curado y no aplicarlo, como se evidencia en la figura 5.

Las diferencias que se presentan varían desde un 11,61% hasta un máximo de 22,11% en la resistencia, entre los cilindros en condiciones de laboratorio sumergidos en piscina y los que no es fue aplicado ningún método de curado, ni tampoco aplicación de agua, más que la proveniente de las lluvias esporádicas (figura 6).



Figura 1: Dosificación usada para  $f'c = 21$  MPA  
Fuente: Autor



Figura 2: Dosificación usada para  $f'c = 28$  MPA  
Fuente: Autor

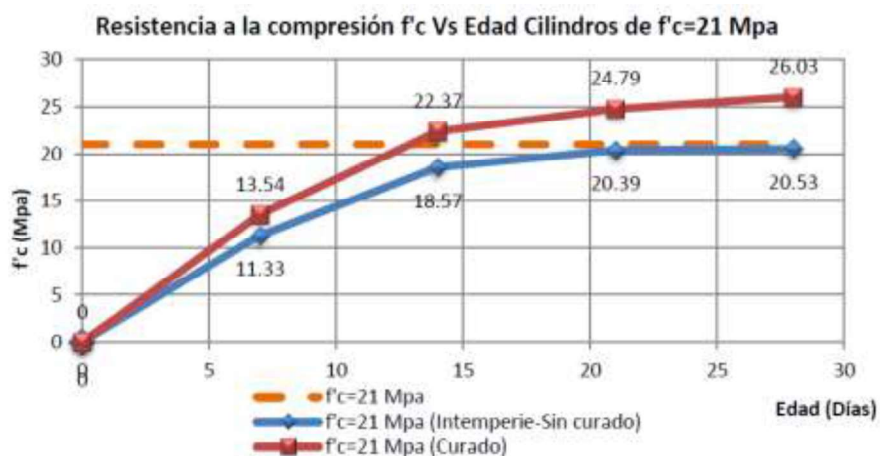


Figura 3: Resultados Resistencia Cilindros de 21 MPA  
Fuente: Autor



Figura 4: Diferencia de Resultados Resistencia Cilindros de 21 MPA  
Fuente: Autor

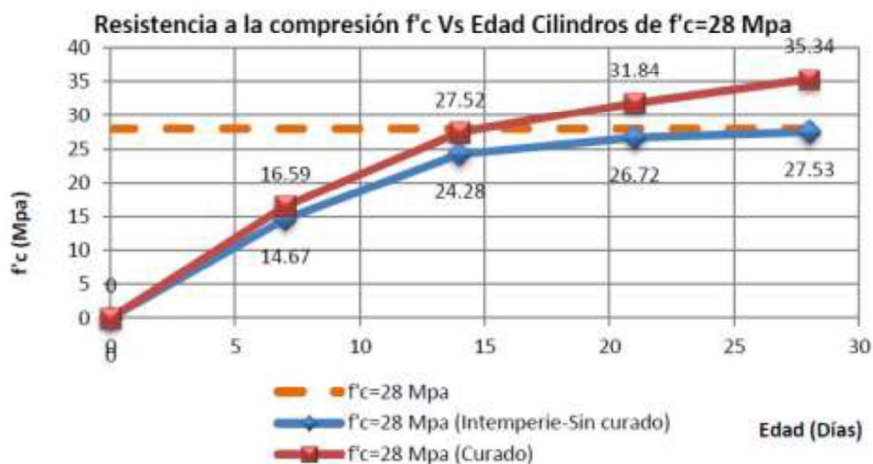


Figura 5: Resultados Resistencia Cilindros de 28 MPA  
Fuente: Autor



Figura 6: Diferencia de Resultados Resistencia Cilindros de 28 MPA  
Fuente: Autor

**Aplicación del Curado:** Curado del Concreto: El curado del concreto es entendido como un proceso necesario para la obtención de resistencias adecuadas en el concreto (figura 7). El resultado de las encuestas evidencia que, en promedio, se realiza

el curado del concreto en las obras; sin embargo, es entendido como la aplicación periódica de agua, el uso de compuestos curadores o la utilización de barreras impermeables.

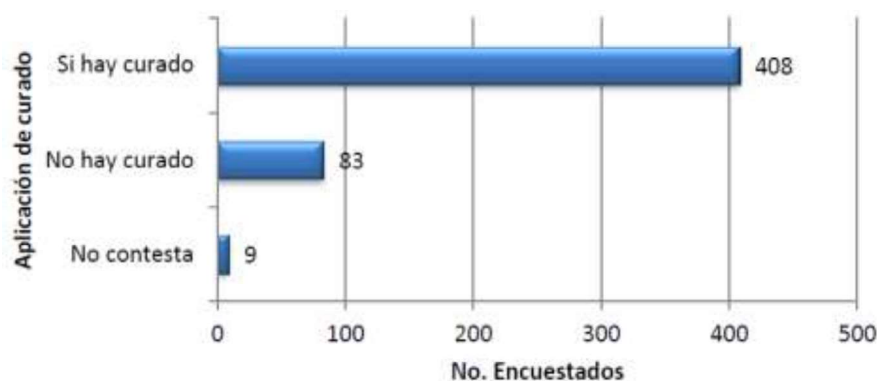


Figura 7: Curado promedio para diferentes edificaciones  
Fuente: Autor

**Tiempos de aplicación de agua en el curado del concreto:** La aplicación de agua como método de curado, en promedio, es realizado preferiblemente durante tiempos menores a 6 horas, y en un tiempo de 12 y 24 horas; sin embargo, como se evidencia en la figura 8, la no aplicación de agua tiene un peso importante, y la aplicación de agua en

tiempos mayores a 24 horas es muy baja. Por ello, de acuerdo con las recomendaciones de curado del concreto, es insuficiente este tiempo de aplicación de agua, por cuanto es necesario realizar el curado durante los siete días posteriores a la elaboración de concreto.

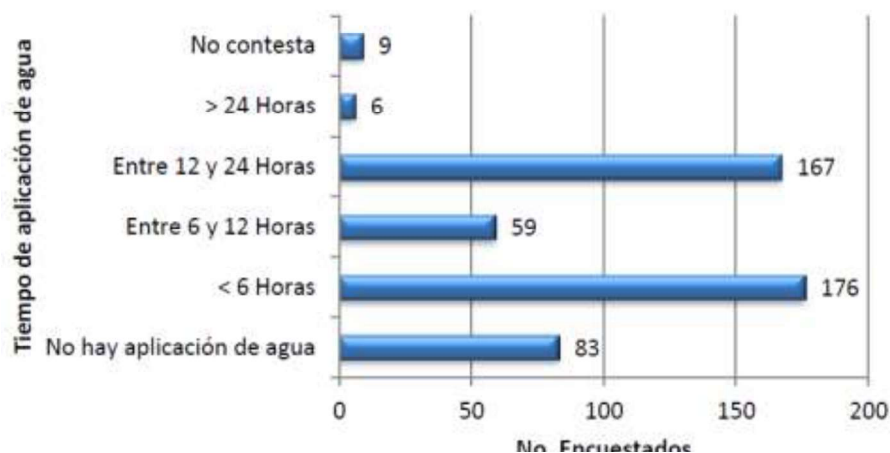


Figura 8: Aplicación de Agua en promedio para diferentes edificaciones  
Fuente: Autor

**Población encuestada:** Como se evidencia en la figura 9, la población encuestada corresponde en gran medida a maestros y ayudantes de obra.

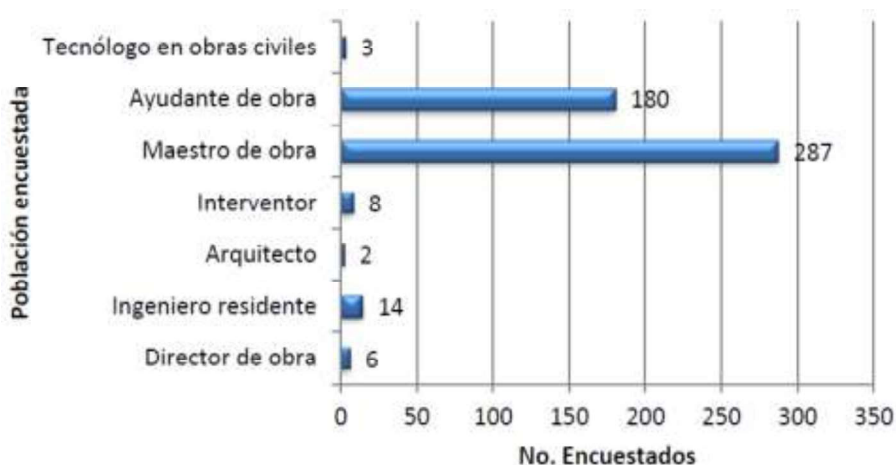


Figura 9: Población encuestada  
Fuente: Autor

## 5. Conclusiones

Las pruebas piloto realizadas muestran cómo es afectada directamente la resistencia del concreto por la aplicación de un método de curado. De acuerdo con los resultados mostrados para el concreto de 28 MPa, se puede evidenciar que es afectado en mayor medida por la no aplicación de agua, comparado con el concreto de 21 MPa. Ambas muestras diferencias en la resistencia final a 28 días de 22,1% y 21,1%, respectivamente, con respecto a los cilindros curados en condiciones sumergidas.

A pesar que los concretos de 21 MPa y 28 MPa presentan un desarrollo de la resistencia a 28 días cercanos al 100%, estos no superan las resistencias inicialmente esperadas, lo que en obra puede ser peligroso debido a que cualquier error en la dosificación o deficiencia en el curado del concreto puede facilitar que esta diferencia se incremente y aleje el resultado final de la resistencia inicialmente esperada.



La protección en los elementos de concreto es importante, dado que las condiciones de intemperismo afectan directamente el resultado final de resistencia del concreto a 28 días. Es necesaria la capacitación continua del personal dedicado a la construcción de edificaciones o estructuras de concreto, con el fin de mejorar los procesos constructivos en la ciudad. Se recalca la importancia de la aplicación de métodos de curado en las obras en la ciudad.

De acuerdo con los resultados anteriormente mencionados, se evidencia que la aplicación de agua no supera las 24 horas y solo en bajos porcentajes se realiza la aplicación de esta, en tiempos mayores, lo cual es insuficiente para lograr obtener las resistencias esperadas inicialmente.

## 6. Agradecimientos

El autor reconoce las contribuciones de V. G. Adame, L. M. Arcos, Y. P. Becerra, J. C. Casallas, M. E. Combariza, I. A. Correa, S. V. García, L. F. Gil, E. D. Hernández, J. Ibáñez, Y. A. López, A. C. Mojica, N. A. Moreno, L. Núñez, J. C. Rojas, G. H. Romero, Y. X. Roperero, J. S. Sanabria, J. F. Sánchez, H. S. Sierra, R. S. Molano, D. S. Vargas, C. C. Villamil y otros, por sus colaboración con la presente investigación como parte del Semillero de Estructuras, SIEC y SIPAV, de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja.

## 7. Referencias

- Alcaldía de Tunja. (2001). Acuerdo Municipal. 0014, del 31 de mayo de 2001: Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Tunja. Recuperado de <http://goo.gl/rzF8Ed>
- Asociación de Ingeniería Sísmica (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10* (tomo 2). Bogotá: Autor.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2013). *Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal total por área 1985-2020*. Recuperado de <http://goo.gl/XIOgwo>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas (Icontec) (s. f.). Norma Técnica Colombiana NTC. Bogotá: Autor.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC) (1994). *Práctica estándar para el curado del concreto ACI 308-92*. Ciudad de México: Autor.
- Reinaguerra, S. (2004). Por qué curar el concreto. *Noticreto*, 72, 50-54.
- Sika Colombia (2009). Curado del concreto. Recuperado de <http://goo.gl/rV7n4z>
- X. Sharon Huo, L. U. (2006). *Experimental study of early-age behavior of high performance concrete deckslabs under different curing methods*. Recuperado de <http://goo.gl/OrbaZl>