

# LA UREA COMO ADITIVO EN EL PROCESO DEL CURADO DEL CONCRETO

**Curso: Proyecto**

**Grupo: 11**

**Julie Alejandra Moreno Poveda**

**Gratiniano Valiente Boyacá**

**2020.2S**



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

## Definición del problema

El curado del concreto ha tenido un sin número de estudios en todo el mundo. La necesidad de perfeccionar este proceso sin poner en riesgo la integridad física del equipo de trabajo durante la puesta en obra y el usuario final, hace que se analice con lupa cualquier posible novedad sobre el tema. Los estudios apuntan a su optimización en tiempos y costos.

¿Cómo se optimizaría el proceso del curado del concreto, disminuyendo el tiempo en la mano de obra, sin el uso desmedido de agua, sin aditivos o elementos que pueden incrementar los costos considerablemente y sin alterar el resultado final de su resistencia a la compresión, en Bogotá?

## Objetivo General

Proponer el uso de la urea en la mezcla del concreto, para ganar optimización en el proceso de curado y sin alterar su resistencia final a la compresión en estructuras de proyectos edilicios.

## Objetivos Específicos

- Identificar el comportamiento físico del concreto mezclado con urea durante su tiempo natural de curado de 28 días.
- Determinar el proceso de aplicación mediante dosificaciones y el proceso que no afecte las propiedades físicas y de resistencia a la compresión del concreto con Urea, a partir de análisis visual y prueba de física.
- Realizar un análisis de costos de los procesos de curado del concreto más reconocidos hasta el momento en Bogotá, frente a los resultados de la Urea en el proceso de curado de concreto como aditivo.

#UNA  
EXPERIENCIA  
DE VIDA



## Marco Referencial

### Riesgos o rocíos con agua

Este proceso es el más común. Se efectúa en la mayoría de los casos con manguera, no hay una medida específica de agua para cada estructura, ni tampoco una medida de tiempo de riego determinada, simplemente el operario se encarga de aplicar agua a chorro a las estructuras.



Figura 1. Agua a chorro sobre la columna. <https://bit.ly/35GOG5b>



Figura 2. Rocio de placa con Antisol rojo. <https://bit.ly/2IBauq6>

### Membranas de curado

Los curadores de membrana son parafinas o resinas, blancas y a base de agua, que se coloca sobre el concreto fresco o recién colado, formando una película impermeable con la finalidad de evitar la pérdida de humedad en edad temprana.

## Marco Referencial

### Nebulización de agua

Consiste en generar una capa de “niebla” artificial con atomizadores alrededor o sobre la estructura. El agua nebulizada incrementa la humedad y refresca la capa de aire que está arriba del concreto, disminuyendo la evaporación



Figura 3. Sistema de nebulización con manguera <https://bit.ly/3ny6gym>



Figuras 4 y 5 Curado de estructuras verticales y horizontales con tela.  
<https://enriquealario.com/curado-de-hormigon/>

### Cubiertas de textiles.

La superficie de concreto es cubierta con saco o costal húmedo, mantas o esteras de algodón o yute humedecidas, asegurándose previamente que no manche el concreto.

## Marco Referencial

### Cubiertas húmedas

Otro método empleado para el curado son las cubiertas húmedas saturadas, que pueden ser de tierra, arena, aserrín o paja, rociadas regularmente. Lo ideal es que estas capas sean de unas 6 pulgadas y si se requiere también ser cubiertas con una lona



Figura 6. Muelle fundido y curado con aserrín. <https://bit.ly/2Uy6Pvt>



Figura 7. Protección a la evaporización del agua con láminas de plástico. <https://bit.ly/2KbDSDz>

### Láminas de Plástico

Se pueden utilizar láminas de material plástico, por lo general son de polietileno. Estas láminas son muy livianas, constituyen una barrera efectiva contra la humedad y son fácilmente aplicables tanto sobre superficies simples como complejas

## Marco Referencial

### Papel Impermeable

Este consiste en poner dos láminas de papel Kraft adheridas entre sí, en la mayoría de los casos por un ligante aglutinante y reforzadas con fibras. Al igual que con la lámina de plástico, con este método no son necesarios riegos periódicos de agua



Figura 8. Protección a la evaporización con papel <https://bit.ly/3kPDI1j>



Figura 9. Curado de probetas con vapor <https://bit.ly/3pGCuZO>

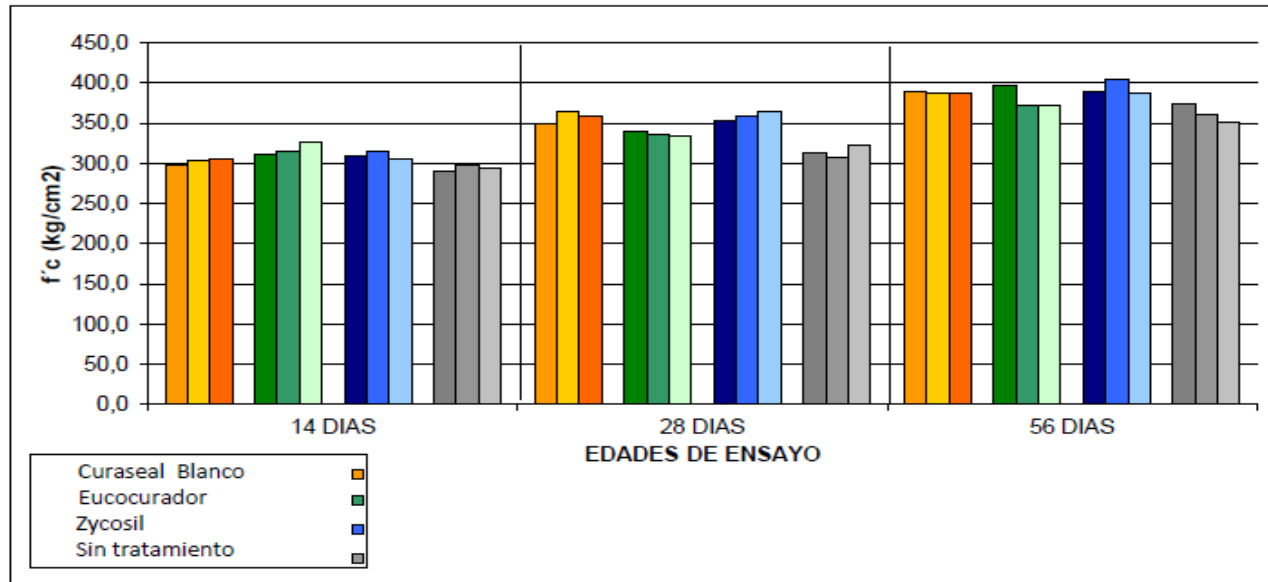
### Curado con vapor

El curado a vapor acelera la ganancia de resistencia a edad temprana, suministrando calor y humedad adicional al concreto. El ciclo consiste en, un intervalo inicial de espera, un período de incremento de temperatura, un período en que se mantiene la temperatura constante y un período de disminución de temperatura

## Marco Teórico

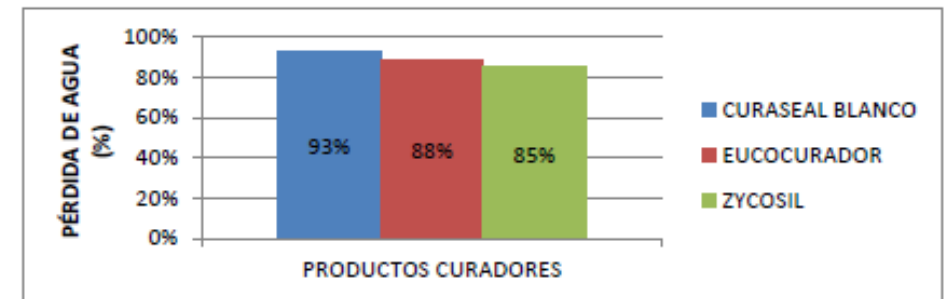
Comparación entre concretos curados con compuestos formadores de membrana y con un producto elaborado con nanotecnología en relación con la retención de agua y la resistencia a compresión. Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Colombia. Viviana Marcela Bolaños Cansino.

Gráfica 5.20 Resumen de resistencias a la compresión en cilindros



En este estudio que corresponde a un repositorio para aplicar al título de maestría en construcción del año 2011, demuestra la efectividad del curado del concreto, buscando la máxima retención de las moléculas del agua con un producto diseñado por nanotecnología

Gráfica 5.13 Pérdida de agua de los sistemas curadores (%)



#UNA EXPERIENCIA DE VIDA  
 Figura 10. Grafica comparativa de las pruebas de compresión <https://bit.ly/2IGzgVT>

Figura 11. Grafica comparativa, perdida de agua por método <https://bit.ly/2IGzgVT>

## Marco Teórico

**Aisber.** Universidad de Zaragoza- España. Paola Fatás. Ingeniera química.



Figura 12. Enfriador portátil <https://bit.ly/3kUJsH0>

Este producto es un recipiente capaz de enfriar la temperatura de latas y botellas hasta 20° grados menos de una manera casi instantánea. Al introducir la lata o botellas y presionarlo, el enfriador comienza a funcionar. La Urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) es un producto orgánico y neutro y la clave de este sistema ya que al disolverse con el agua puede no solo bajar la temperatura de manera drástica, sino también evita su evaporación por este mismo efecto, es decir es un retenedor natural de agua



## Marco Teórico

### Desarrollo de árido soluble para fabricación de hormigones porosos

ingeniera Brunny Bienvenida Martínez Rodríguez Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona.



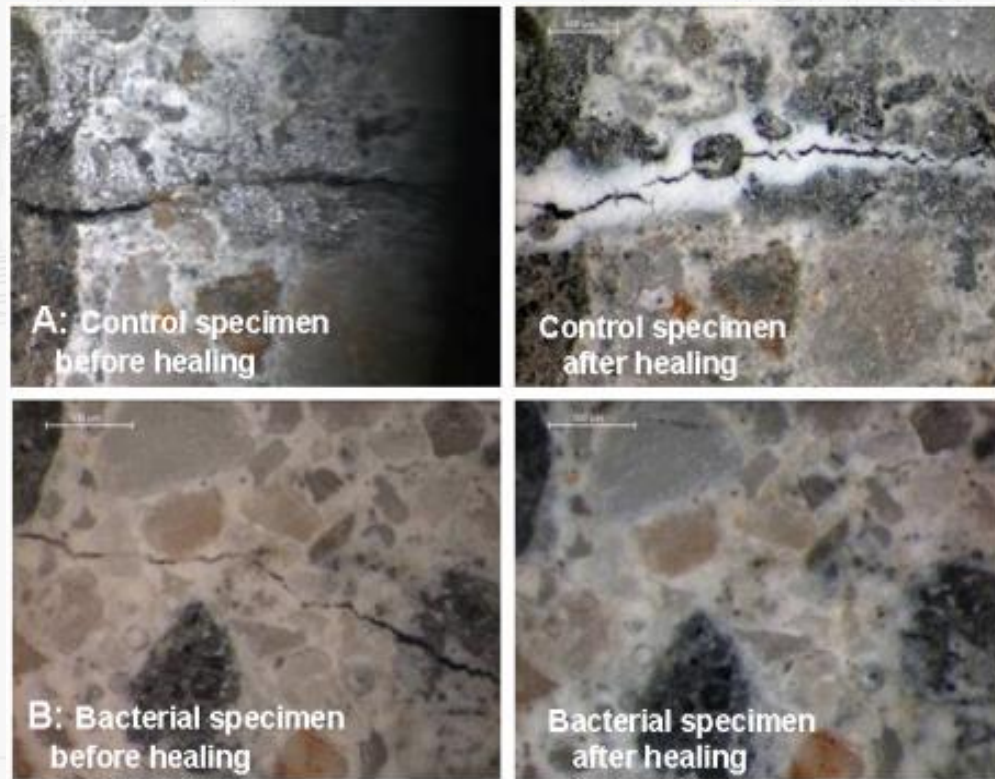
Figura 13. Prueba de absorción del hormigón poroso <https://bit.ly/3qe8STV>

El hormigón poroso o permeable es utilizado mayormente en pavimentos de parkings, caminos, pistas, invernaderos, interior de urbanizaciones, etc. Su principal función es permitir que el agua de lluvia traspase el pavimento a tierra sin estropearlo, evitando la acumulación de agua. Este tipo de concreto es sensible al desmoronamiento o Raveling

## Marco Teórico

### Hormigón autocurativo a base de bacterias.

Henk Jonkers de la Universidad de Tecnología, Facultad de Ingeniería Civil y Geociencias, en Países Bajos



### Hormigón autocurativo a base de bacterias

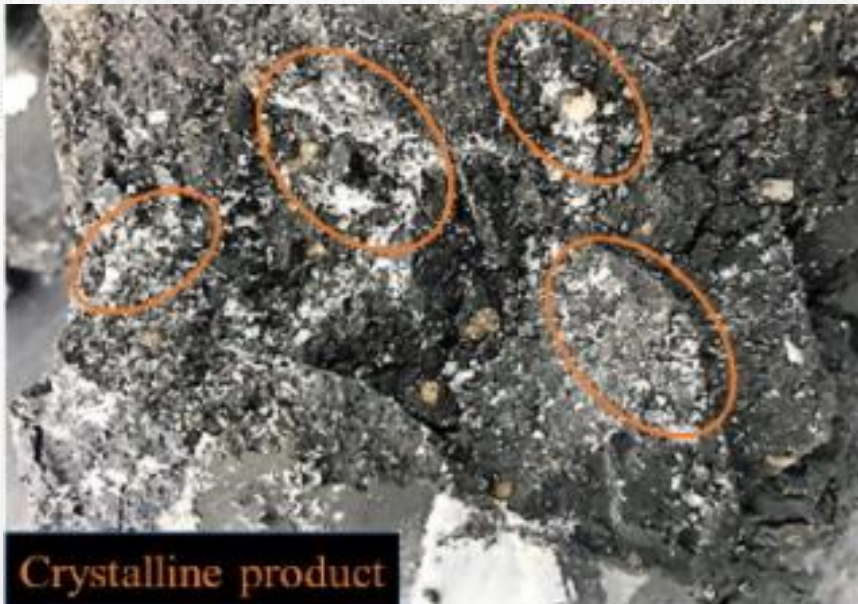
La composición del concreto autorreparante, “Self-healing concrete”, consiste en adicionar ciertos tipos de bacterias a las grietas causadas por el deterioro del concreto. El estudio investiga el potencial de las bacterias para actuar como agentes autocurativos en el hormigón de cualquier condición. (cemento, agua, agregados finos y gruesos, aditivos, etc.).

Figura 14. Muestra microscópica del hormigón antes (izq.) despues (der.) del curado <https://bit.ly/2IOyHJD>

## Marco Teórico

### Proceso de hidratación y evolución de la microestructura del hormigón de baja exotermia producido con Urea

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Forestal Nanjing, China. Escuela de Ciencia e Ingeniería de Materiales, Universidad del Sureste Nanjing, China. Laboratorio clave de materiales de construcción de Jiangsu, Universidad del Sureste Nanjing, China



En la investigación se reemplaza el agua en el mismo porcentaje que se adiciona solución de Urea. Se investigó sistemáticamente el efecto de diferentes contenidos de urea (0%, 5%, 10%, 15%) en probetas cúbicas de 100\*100\*100 mm<sup>3</sup> de concreto, para una tasa de carga de compresión entre 0.8-1.0 MPa, equivalente a 145 Psi.

## Marco Normativo

Dentro del proceso y pruebas para el curado del concreto se contemplan algunas de las normas nacionales e internacionales:

### **NSR-10 TITULO C – CONCRETO ESTRUCTUAL**

En ella encontramos la estandarización de dosificación, pruebas y ensayos en un concreto estructural y no estructural, condiciones de los materiales, requerimientos de resistencias, de durabilidad y de diseño sismo resistentes, detalles de los refuerzos, entre otros

### **NTC 550 – ELABORACION Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO EN OBRA**

Esta norma establece los procedimientos para la elaboración y curado de los especímenes cilíndricos y prismáticos tomados de muestras representativas del concreto fresco que se va a usar para la construcción.

### **NTC 1377 - ELABORACION Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO PARA ENSAYOS EN EL LABORATORIO**

Esta norma establece los procedimientos para la elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de materiales y condiciones de ensayo.

### **ASTM C31 - FABRICACIÓN Y CURADO EN LA OBRA DE ESPECÍMENES DE CONCRETO PARA ENSAYO.**

Contempla los pasos para preparar y curar probetas de concreto compactadas mediante varillado.

### **ASTM 172 - PRÁCTICA NORMALIZADA PARA MUESTREO DE CONCRETO RECIÉN MEZCLADO**

Esta práctica trata sobre los procedimientos de obtención de muestras representativas de concreto fresco entregado en el lugar del proyecto sobre las cuales se van a realizar ensayos para determinar el cumplimiento con los requisitos de calidad de las especificaciones bajo las cuales el concreto es suministrado.

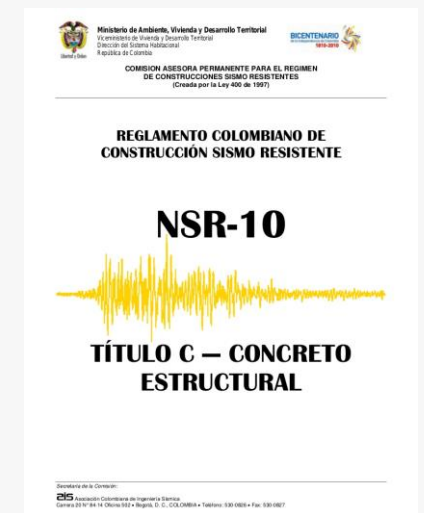


Figura 16. NSR10 <https://bit.ly/3qaHgz9>

## Aspectos Metodológicos

El estudio está enfocado en un análisis visual y cuantitativo del comportamiento del concreto al que se le ha adicionado Urea. Este proceso ha tomado alrededor de siete meses, con los primeros ensayos realizados en abril del presente año, y culminando con las pruebas “caseras” en vista que, por ser un año de contingencia, no fue posible realizarlas en el laboratorio. Inicialmente se decidió sobre cual diseño de concreto se realizarían los análisis.



Figura 17, 18 y 19. Arena de río , grava. Dosificación por peso de cemento Portland tipo .



En la investigación se reemplaza el agua en el mismo porcentaje que se adiciona solución de Urea. Se investigó sistemáticamente el efecto de diferentes contenidos de urea (0%, 5%, 10%, 15%) en probetas cubicas de 100\*100\*100 mm<sup>3</sup> de concreto, para una tasa de carga de compresión entre 0.8-1.0 MPa, equivalente a 145 Psi. Debido que en la tabla de dosificaciones para un concreto de 4000 Psi las cantidades de grava y arena se especifican en m<sup>3</sup>, era necesario conocer el peso \*m<sup>3</sup> de estos materiales para aplicar correctamente la relación 2:2:1.

## Aspectos Metodológicos

### PRIMERA PRUEBA



Figura 23 y 24. Cilindros fraguando (izquierda). Cilindros curados (derecha)

La primera probeta se elaboro en una tamaño similar al de un marcador, solo para inspección visual. Partiendo de su buena consistencia se realizaron otras 4 muestras de 0,10d\*0,20h.

Cabe mencionar que para este tipo de pruebas se adicionaron 80 g de urea entre el agua para 2 probetas y lograr la solubilidad y adicionarse con la mezcla.

## Aspectos Metodológicos

### SEGUNDA PRUEBA



Figura. 20, 21 y 22 de izquierda a derecha el procedimiento paso a paso de la realización de las muestras

Se tomo un juego de 4 muestras mas, 1 en condición normal, es decir sumergida en agua y otras 3 con 10, 20 y 30 gramos de Urea respectivamente.

En este caso la urea se adiciono después de haberse hecho la mezcla con los gramos ya mencionados en el anteriormente.

## Aspectos Metodológicos

### PRUEBAS DE COMPRESION



Las pruebas se realizaron en una prensa hidráulica manual de 4000 Lb. Bogotá, barrio el Ricaurte. Todas las muestras fueron pesadas previamente; su promedio fue de 6.5 Lb.



## Aspectos Metodológicos

Comparativo de muestra. Los cilindros con Urea durante los 28 días de curado presentaron un cambio significativo en su apariencia. Primero, la parte superior de estas tiene una película brillante. Segundo, en el contorno de los cilindros se evidencia la cristalización de la Urea en forma de “pelo”.



Figura.25, Probetas recién desmoldadas de las primeras pruebas



Figura. 26 y 27. Aspecto de los cilindros después de las pruebas. Primer ensayo (izquierda). Segundo ensayo (derecha).



Figura.28, efecto que causó el desmoldado de las segundas pruebas

## Aspectos Metodológicos

### Resultados de las pruebas de compresión

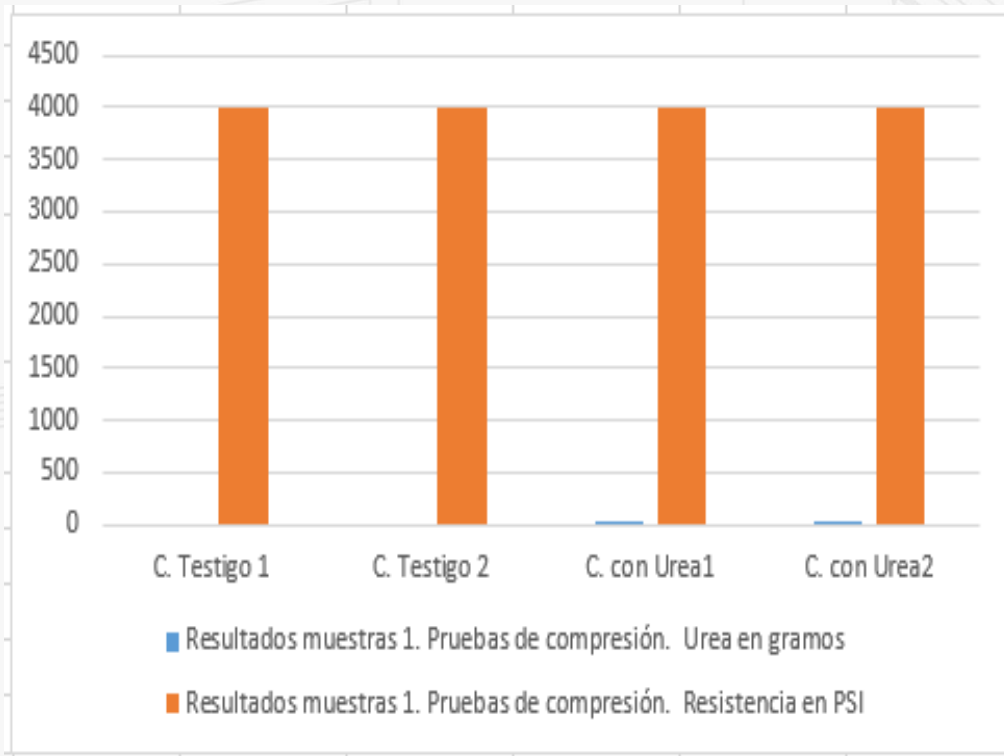


Figura 29. Grafica comparativa de pruebas de compresión. Muestras desarrolladas en abril 2020

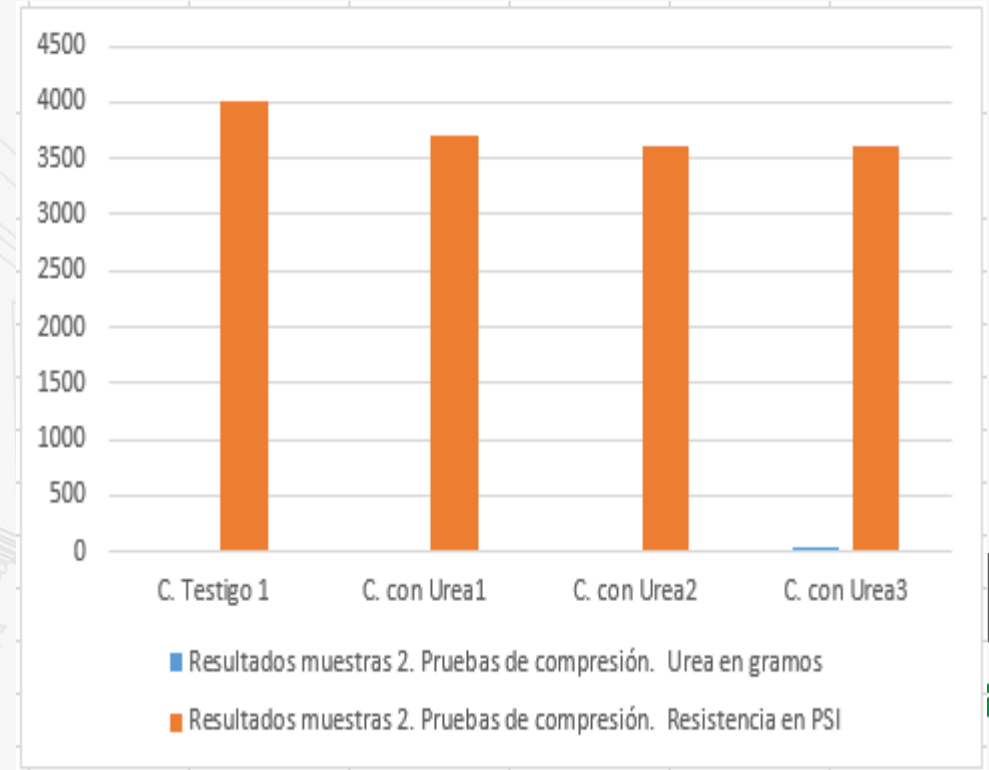


Figura 30. Grafica comparativa de pruebas de compresión. Muestras desarrolladas en sep. 2020

## Calculo de costos

Se tomó un ejemplo sencillo sobre el costo del curado del concreto, con algunas de las referencias mencionadas en este documento. Se decidió hacer la simulación sobre un área horizontal o posible placa de 2 m<sup>2</sup> \* 2 m<sup>2</sup> y 0.20 m de espesor.

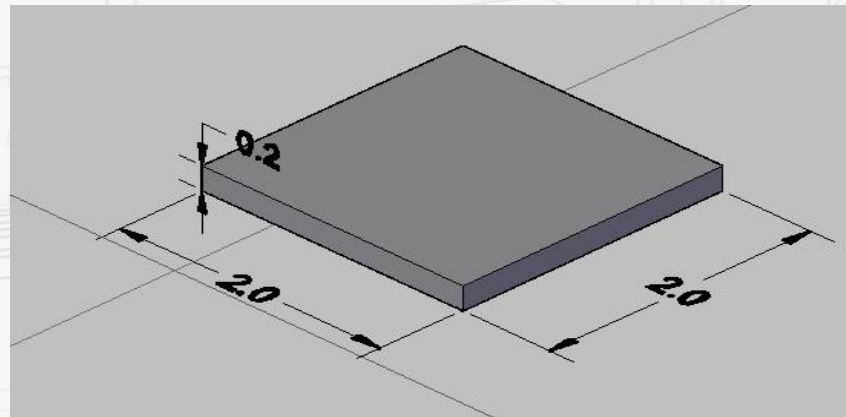


Figura. 31. Simulación de una placa en AutoCAD 3d

Los promedios de los elementos costos se buscaron aleatoriamente en internet y se promediaron al mes de noviembre 2020. El costo diario en agua por los 4m<sup>2</sup> es de \$1.728 y se multiplica por los 28 días de proceso del curado. No incluye ningún cargo fijo adicional ni de ninguna otra índole.

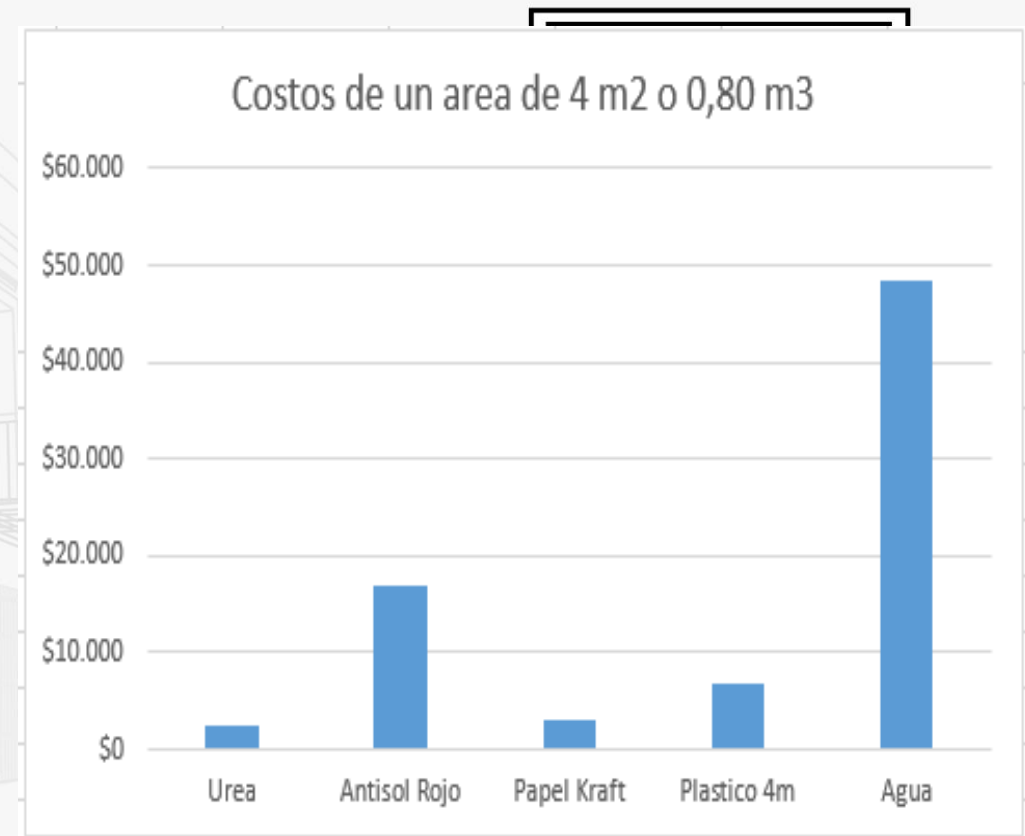


Figura. 32. Costos promedio de curado por categoría

## ALGUNAS CONCLUSIONES

- La Urea indudablemente, es un excelente reductor de temperatura y retenedor de agua.
- Los varios estudios que se han hecho con Urea en el concreto, demuestran que es posible hacer incorporaciones de otros materiales al concreto para que hagan parte integral del mismo. Si ningún tipo de afectación mecánica inicial.
- Se evidenció que el concreto con Urea tarda más tiempo en curar completamente.
- No es necesario el reemplazo del agua ya que ésta es importantísima para la reacción química que garantiza la resistencia del concreto.
- Si la Urea fuera un componente viable para usarlo en el curado del concreto, le daría una optimización considerable por costos y tiempos de trabajo.
- La durabilidad contra el tiempo del concreto con Urea debe ser un tema con el tiempo suficiente de estudio, así como la confirmación de resultados de este, teniendo en cuenta que el proceso de dosificación y ensamble no se realizaron ni en obra ni en un laboratorio certificado



Bibliografía



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

WIKIPEDIA. La enciclopedia libre. Artículo del 19 de noviembre del 2020.

Recuperado de

<https://bit.ly/37g2KSH>

BBC NEWS. Mundo Noticias. Artículo del 29 de junio del 2016. Recuperado de

<https://bbc.in/3mgonIE>

NMRCA. El concreto en la práctica. CIP11 – curado del concreto en el lugar, que,

por qué y cómo? Recuperado de <https://bit.ly/3liLWza>

EUCO Euclid Group Toxement Colombia. (Versión 2016) Guía básica para el

curado del concreto. Recuperado de <https://bit.ly/2VdkFUm>

Silva, O. (2020). ARGOS. Revista C360. Blog Innovación y tendencias. Formas de

curar el concreto. Recuperado de <https://bit.ly/3fK2grG>

Catala, E. (2014). ALARIO Arquitectura Técnica, Consultoría y gestión de la

edificación. Valencia España.

Recuperado de <https://bit.ly/2KSjN5P>



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

GRUPO POLPAICO. Cemento Polpaico. Protección y curado del Hormigón. Ficha Técnica. Recuperado de

<https://bit.ly/2VjEVn7>

Quiñones, C. (2018) UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA. Estudio de prefactibilidad técnica económica para la creación de una empresa pre mezcladora de Hormigón fresco. Repositorio para obtener el título de Ingeniero Constructor Licenciado en Ingeniería. Chile. Recuperado de

<https://bit.ly/3qkeXhU>

Hernández, M. (2016). CONCRETE PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. Curing of Concrete. Informaciones Técnicas Tecnología I-T6, traducido. Recuperado de <https://bit.ly/38SnAdf>

Bolaños, M. (2011). UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Facultad de ingeniería.

Comparación entre concretos curados con compuestos formadores de membrana y con un producto elaborado con nanotecnología en relación con la retención de agua y la resistencia a compresión. Maestría en Construcción. Recuperado de <https://bit.ly/33oLidv>



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

Parra, S. (2015). XAKATA CIENCIA REVISTA VIRTUAL. Aisber- Enfriador para recipientes a base de Urea. Desarrolladora, Paola Fatás Ingeniera química, Universidad de Zaragoza. España.

Recuperado de

<https://bit.ly/2J8pagl>

Martinez, B. (2016). ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DE BARCELONA. Desarrollo de árido soluble para fabricación de hormigones porosos. Ingeniería Estructural Y De La Construcción. Tesis De Máster. España.

<https://bit.ly/33t2miC>

Jonkers, H. (2011). UNIVERSIDAD DE TECNOLOGÍA, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOCIENCIAS, DEPARTAMENTO DE MATERIALES Y MEDIO AMBIENTE - MICROLAB, DELFT. Aplicación de bacterias como agente auto curativo para el desarrollo de hormigón sostenible. Países Bajos.

Recuperado de <https://bit.ly/36gGxod>



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia



Wang, L. Ju, S. Chu, H. Liu, Z. Yang, Z. Wang, F. Jiang, J. (2019). UNIVERSIDAD FORESTAL DE NANJING, Facultad de Ingeniería Civil. ESCUELA DE CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES. UNIVERSIDAD DEL SURESTE. LABORATORIO CLAVE DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE JIANGSU.

Hydration process and microstructure evolution of low exothermic concrete produced with urea.

Construction and building materials. Nanjing, China. Recuperado, biblioteca virtual UGC.

<https://bit.ly/3q8nLqU>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. COMISION ASESORA PERMANENTE PARA EL REGIMEN DE COSNTRUCCIONES SISMO RESISTENTES. (2010) NRS 10 Titulo C. Recuperado de

<https://bit.ly/3ljhJjs>

Icontec Internacional. Norma Técnica Colombiana NTC 550. (2000). Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. Recuperado de <https://bit.ly/3fyhNeh>



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

Icontec Internacional. Norma Técnica Colombiana NTC 1377. (2010). Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. Recuperado de <https://bit.ly/3nMEvls>

ASTM International - Standards Worldwide. ASTM C31 (2008). Fabricación y Curado en la Obra de Especímenes de Concreto para Ensayo. Recuperado de <https://bit.ly/3nKZmWn>

ASTM International - Standards Worldwide. ASTM C172 (2008). Práctica normalizada para muestreo de concreto recién mezclado. Recuperado de <https://bit.ly/395bIET>

ACUEDUCTO – Agua y Alcantarillado de Bogotá. Estructura tarifaria para los suscriptores atendidos en Bogotá d. c. Recuperado de <https://bit.ly/2Va393g>



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia