

Comparación de un Curado Adecuado del Concreto Normal entre Antisol, Humedecimiento Constante y Especímenes sin Curar

Comparison of Adequate Curing of the Normal Concrete Between Antisol, Constant Moisture and Uncured Specimens

Ruiz-Suárez, Oscar Vladimir ^{a*}; Burgos-Calderón; Daniela^b

^aIngeniero civil, Magíster en estructuras, P.s en pedagogía y docencia universitaria. Docente de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

^bEstudiante de Ingeniería Civil, Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

ruiz.oscarvl@uniagraria.edu.co

Fecha de recepción: julio de 2016 / Fecha de aceptación: noviembre de 2016.

Resumen

El presente artículo está basado en una investigación que se realizó acerca de dos metodologías de curado a un concreto simple. Adicionalmente, se comparó junto con muestras que no fueron curadas. Esto, partiendo de la importancia que tiene realizar este procedimiento para garantizar el adecuado funcionamiento del concreto como material de construcción en obras de ingeniería civil. Se realizaron pruebas de compresión simple para determinar la resistencia que iba adquiriendo el concreto en distintas fechas, una vez comenzó su etapa de curado. Paralelo a esto, se elaboró este mismo ensayo a muestras que no fueron curadas para determinar qué porcentaje de deficiencia presentaban los elementos que no fueron sometidos a este procedimiento fundamental, dentro de la elaboración de una edificación en concreto reforzado.

Palabras clave: concreto, deficiencia, edificación, calidad.

Abstract

The present article is based on an investigation that was carried out on two curing methodologies to a simple concrete, and was additionally compared with samples that are not cured. This, based on the importance of performing this procedure to ensure the proper functioning of concrete as construction material in civil engineering works. Simple compression tests were carried out in order to determine the resistance that the concrete was acquiring at different dates once its curing stage began. Parallel to this, this same test was developed to samples that are not cured to determine what percentage of deficiency would present the elements that are not subjected to this fundamental procedure in the development of a building in reinforced concrete.

Keywords: concrete, deficiency, building, quality.

Introducción

Si bien todos los ciudadanos han visto en las calles grandes, pequeñas edificaciones, carreteras y puentes, la base de concreto, los constructores implementan este material en sus proyectos, debido a su excelente comportamiento, ante las distintas fuerzas que se pueden presentar, independientemente de cuál sea su naturaleza.

Para que el concreto, como material de construcción cumpla con su función, debe ser sometido a distintas prácticas durante su elaboración *in situ* que garanticen su óptimo comportamiento y durabilidad en el tiempo, a fin de respaldar la vida útil, no solo del elemento sino de la edificación.

Aunado a esto, el curado es uno de los factores principales durante la elaboración del concreto, pues refiere a la actividad de mantener la humedad y temperatura requerida por el mismo, los días posteriores al desencofrado (retiro de formaleta, por ende exposición del elemento a la intemperie). En esta etapa del proceso, el elemento por naturaleza perderá agua fundamental para seguir hidratando sus partículas de cemento, que endurecen y alcanzan la resistencia final requerida para satisfacer la necesidad del elemento, dentro de la estructura.

Partiendo de lo mencionado, se requiere buscar una forma eficaz de curar los elementos de concreto de forma que se ajuste a las condiciones de obra, tiempo, presupuesto y disponibilidad del constructor.

Actualmente, se requiere optimizar costos y tiempo en la mano de obra y en la ejecución de las actividades desarrolladas en el proceso constructivo de la infraestructura. A través de los años se han utilizado los métodos tradicionales como el humedecimiento constante o el uso de plástico, para mantener el óptimo contenido de humedad en el concreto, durante el proceso de curado. Recientemente han salido al mercado productos húmedos, conocidos como materiales sellante, que según sus fabricantes garantizan el completo desarrollo de la resistencia por curado.

Con esta investigación, se busca constatar cuál es el proceso óptimo para hacer reducción en los aspectos mencionados en el párrafo anterior, que cumplan con la resistencia establecida en el diseño.

Lo anterior, partiendo de ensayos de laboratorio con muestras de concreto simple elaboradas bajo la normatividad ACI (American Concrete Institute). Muestras que posteriormente deben ser curadas a través de un procedimiento que se llevó a cabo con el sistema tradicional, es decir mediante el humedecimiento constante con agua, membrana curadora (Antisol rojo de Sika) y adicionalmente se hizo una comparación en porcentaje con especímenes sin curar.

Metodología

Para hacer esta evaluación de metodologías de curado, se tomó como base un concreto simple de 3000 psi (lb/in²) de resistencia, elaborado bajo la metodología ACI

(American Concrete Institute), se realizaron 36 muestras cilíndricas de las cuales 12 fueron para el curado por humedecimiento constante, 12 para curado con Antisol rojo y 12 especímenes no tuvieron curado para hacer posteriores comparaciones. Posterior al desmolde, se separaron los 3 grupos de muestras para hacer su respectivo curado.

Curado por humedecimiento constante. Para el curado por humedecimiento constante se realizó un sistema de riego con un programador electrónico, con temporizador ajustable, el cual se estableció que regara las muestras por un minuto, 4 veces al día. Este se encendía a las 8 a.m. y 10 a.m., y en las horas de la tarde, a las 2 p.m. y 4 p.m. Dicho procedimiento fue para los 28 días de curado, exceptuando 3 domingos, ya que el propósito de este proyecto era simular un caso real de obra.

Curado con material sellante. El curado con material sellante se hizo con Antisol rojo a base de agua de la marca Sika, el cual trabaja como membrana curadora de concreto tipo 1 clase A, conforme con los procedimientos ya descritos en la Norma Astm C- 156 para elementos con exposición a fuertes cambios de temperatura o vientos y lluvia.

Este compuesto acuoso consiste en crear una capa impermeable sobre el elemento de concreto, para evitar la pérdida prematura de la humedad; una vez se desmolda el elemento, requiere de una única aplicación, y ya realizará su trabajo curador durante los próximos 28 días. En cuestiones de

presentación puede ser lavado, una vez transcurridos los 28 días de curado. Se aplicó una capa uniforme en todas las caras de las muestras cilíndricas, con ayuda de una brocha, asegurándose que no quedaran espacios sin cubrimiento del producto.

Muestras sin curar. Adicionalmente de las muestras que fueron curadas con dos metodologías distintas, se dejaron 12 especímenes sin curar, para hacer una comparación en porcentajes de la diferencia en resistencias a compresión axial que presenta un elemento que no cuenta con curado respecto a uno que sí es curado.

Finalmente, los ensayos de compresión simple se realizaron a todas las muestras, a los 7, 14 y 28 días de edad. En cada fecha se fallaron 4 muestras, en cada uno de los escenarios propuestos.

Resultados y Discusión

A continuación se observan los diagramas de barras comparativos de las resistencias obtenidas a través de los ensayos de compresión axial, de los cuales se pueden crear relaciones entre las diferentes metodologías de curado realizadas en este proyecto y evaluar las diferencias porcentuales que se encuentran entre una y otra metodología. Esto permite establecer conclusiones de la efectividad, facilidad de aplicación y economía.

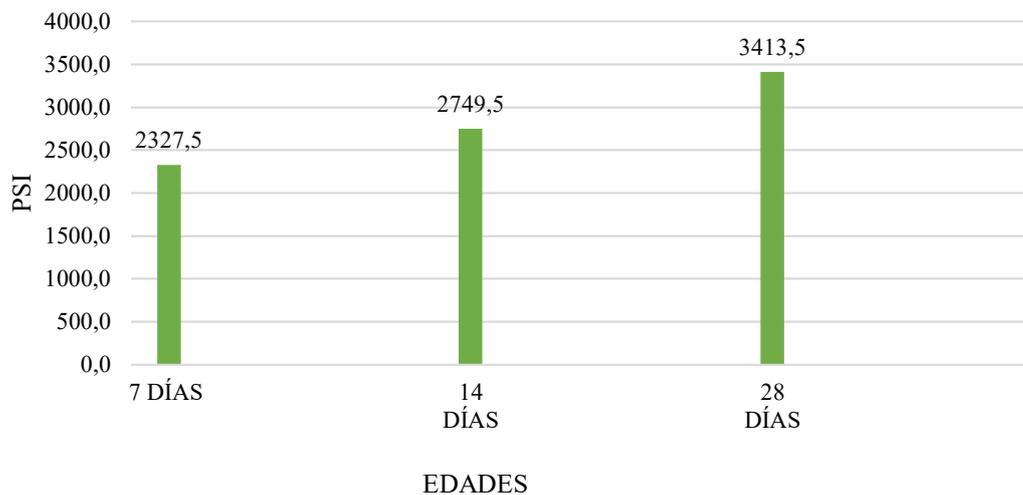


Figura 1. Resistencias por humedecimiento constante.

Las resistencias obtenidas bajo la metodología de curado de humedecimiento cumplen en las 3 edades, a las cuales se les aplicó la prueba de compresión. A los 7 días ya había alcanzado un 77,5 % de la resistencia base de diseño, a los 14 días ya estaba en el 91,6 % y a los 28 días, ya había superado la resistencia base de diseño en un 13,8 %.

De esta metodología de humedecimiento constante se puede decir que su aplicación

en obra es totalmente confiable, pues esta no permite la pérdida prematura de agua en el elemento estructural, garantizando así el alcance total de la resistencia de diseño. La mezcla de concreto nunca presentó alzas en la temperatura, las cuales posteriormente afectaron la resistencia por la aceleración en las reacciones químicas de la hidratación del concreto.

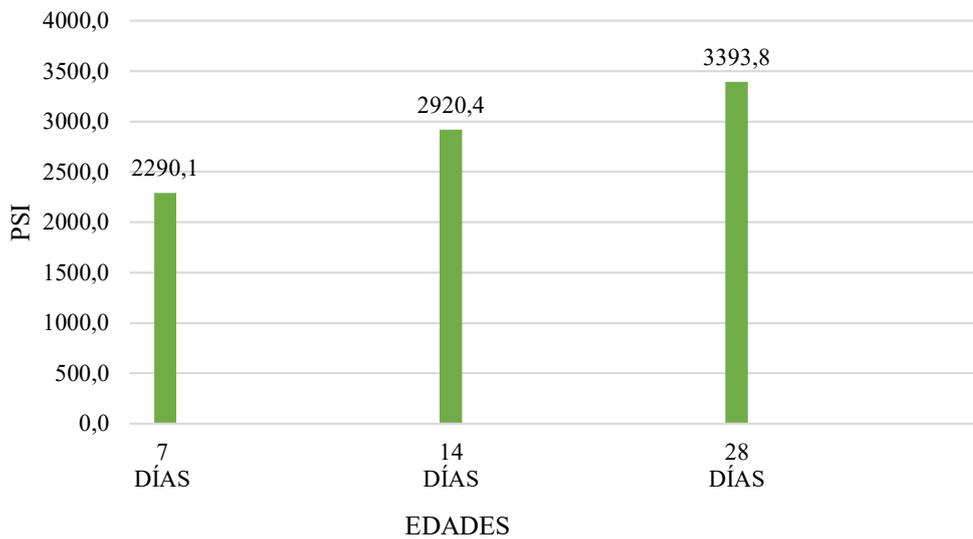


Figura 2. Resistencias con material sellante.

Se puede evidenciar que a los 7 días se obtuvo un 76,3 % de la resistencia base de diseño, es decir un 1,2 % menor a la resistencia que alcanzó la metodología de humedecimiento constante. Continuo a esto, a los 14 días presentó un 97,3 % de la resistencia; con respecto a los especímenes curados bajo humedecimiento constante, el Antisol presentó un alza del 5,7 %. Finalmente, a los 28 días, alcanzó y superó la resistencia de diseño en un 13,1 %, quedando un 0,7 % debajo de la resistencia alcanzada en el curado con agua, siendo un valor mínimo, lo cual permitió establecer que ambas metodologías cumplieron el objetivo de alcanzar las resistencias de diseño inicial.

El proceso de curado es el nombre que se le da a la acción de mantener el concreto lo más húmedo posible, mientras este alcanza la resistencia, pues se le está proporcionando el agua necesaria para hacer la respectiva hidratación del cemento y ejecutar eficientemente su proceso de

endurecimiento. Como el concreto presenta por naturaleza pérdida de humedad durante el proceso de fraguado, al quedar expuesto completamente al aire y no contar con algún suministro de hidratación, pierde la humedad con la que cuenta, creando una disminución en la velocidad e intensidad del fraguado de la mezcla de concreto. Por tanto, afecta específicamente la resistencia final. En el ejercicio teórico-práctico se pudo evidenciar lo mencionado, partiendo de que a los 7 días, solo se alcanzó un 62,8 %; se estaría hablando de un 4,2 % de deficiencia con respecto a lo requerido para dicha edad. Posteriormente, a los 14 días se obtuvo un 81 % cuando se debía estar por encima del 84 %, es decir que siguió por debajo de los requerimientos, y finalmente a los 28 días, como se esperaba, no alcanzó la resistencia, pues estaba en el 86,2 %. Así mismo, se presentó 13,7 % de deficiencia respecto al 100 % que debía cumplir. Es relevante mencionar que la diferencia de las resistencias obtenidas en los especímenes

sin curar en cualquiera de las 3 edades evaluadas, fue significativa con respecto a los dos sistemas de curado implementados en este proyecto. A continuación, en el gráfico

4, 5 y 6 se relacionan porcentualmente los datos obtenidos por edad de las pruebas de compresión.

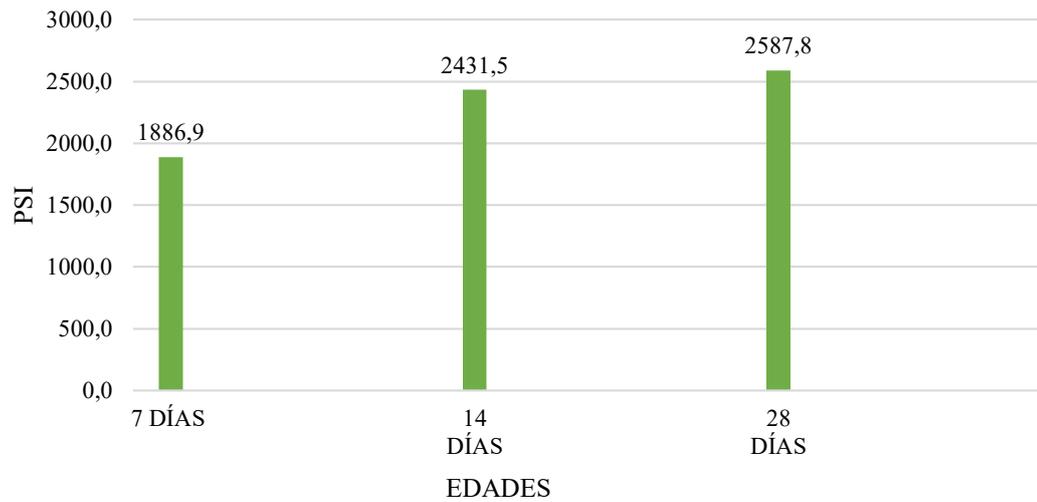


Figura 3. Resistencias en muestras sin curado.

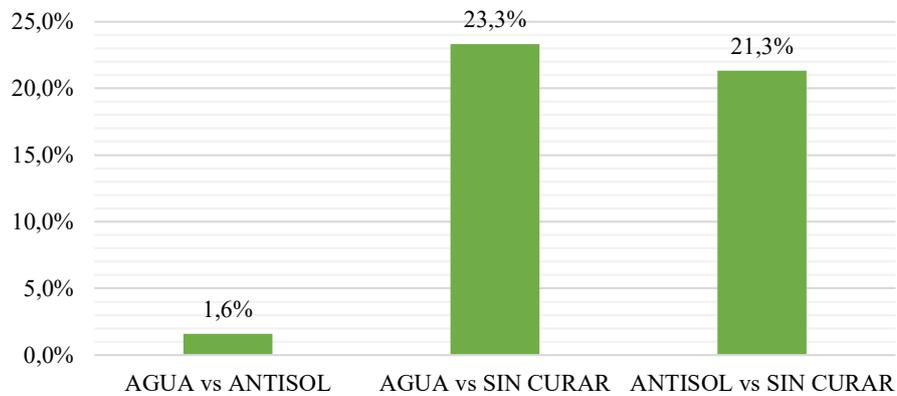


Figura 4. Resistencias en muestras sin curado.

En el gráfico 4 se evidencia como el curado con humedecimiento contante se encuentra un 1,6 % por encima de la resistencia obtenida con Antisol, mientras que a los especímenes sin curar les lleva un 23,3 %

de diferencia y el Antisol un 21,3 %. Valores significativos que aseguran una deficiencia en condiciones bajo las que se encuentran los especímenes sin curar.

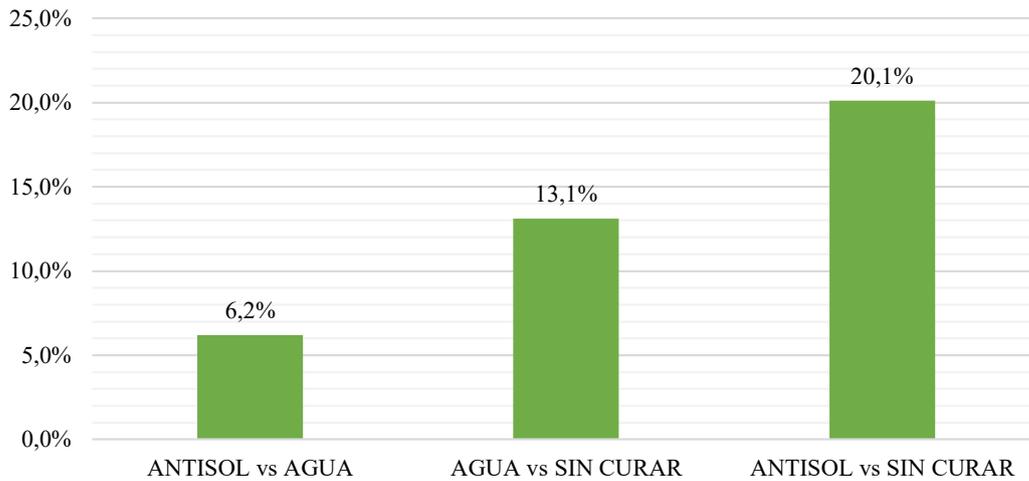


Figura 5. Diferencia porcentual de las resistencias obtenidas a los 14 días.

Las diferencias que se encontraron a los 14 días se observan en la figura 5, en la que se muestra un alza del 6,2 % del Antisol por encima del curado con agua. De igual forma,

existe una diferencia significativa sobre los especímenes sin curar, de un 13,1 % y 20,1 % del agua y Antisol, respectivamente.

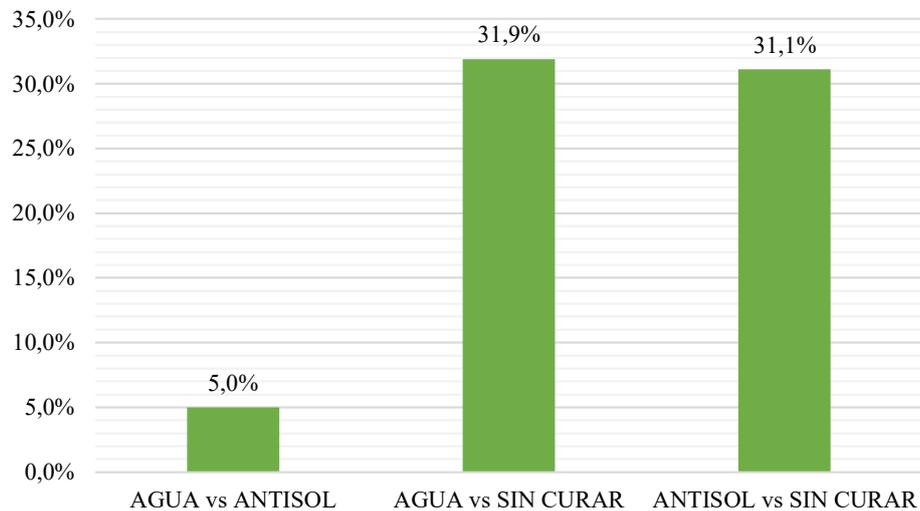


Figura 6. Diferencia porcentual de las resistencias obtenidas a los 28 días.

Finalmente, en el ensayo de compresión, a los 28 días se obtuvo que tanto el curado por humedecimiento constante, como el curado con Antisol, cumplen con su función de curado. Sin embargo, como resistencia final de las muestras curadas con agua se encuentra un 5 % más elevada que la de

los especímenes curados con Antisol. La diferencia más significativa se presentó en los ensayos realizados a los 28 días, pues se encontró una diferencia del 31,9 % y 31,1 % de agua y Antisol, respectivamente en comparación con las muestras sin curar.

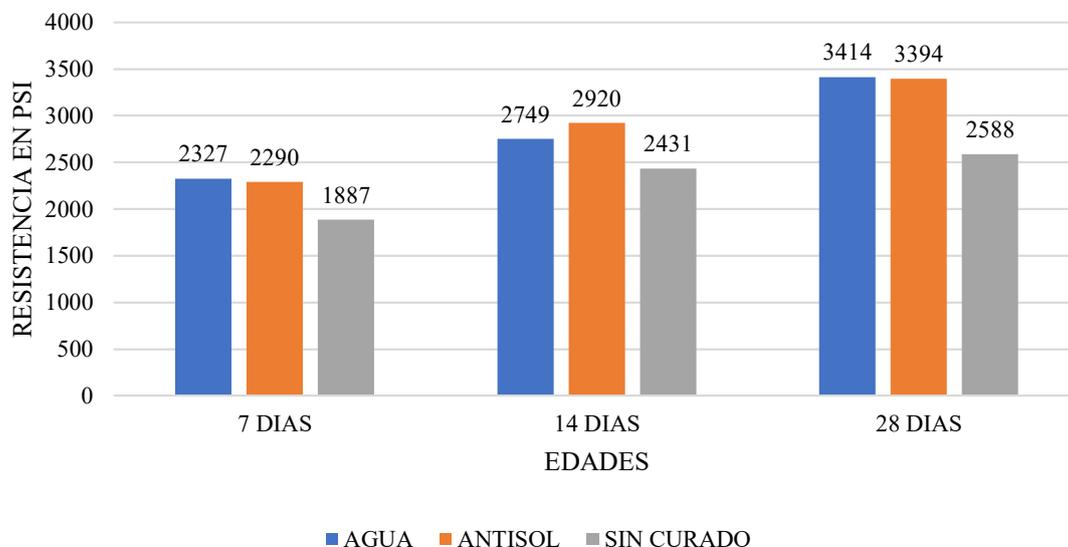


Figura 7. Resumen comparativo de las resistencias.

Es cierto que un sinnúmero de factores son los que afectan la resistencia del concreto durante el proceso de fraguado y curado, independientemente de los materiales y su calidad. No obstante, la carencia de curado o un mal procedimiento de curado son los más importantes, como ha sido mencionado, al estar expuesto de manera permanente en el aire se va a estancar el alcance de una mayor resistencia.

Teniendo el comparativo total de las resistencias obtenidas fue más claro el panorama del comportamiento del concreto en términos de resistencia, bajo cada metodología utilizada. Además se pudo apreciar la trascendencia de llevar a cabo prácticas inadecuadas o simplemente no realizar el proceso en los elementos estructurales en concreto, poniendo en riesgo la vida útil de la estructura. De la misma manera, resaltar la importancia de este, partiendo de que la característica mecánica principal del concreto es la resistencia a compresión simple.

En cuanto al análisis de falla, se encontró que las muestras curadas con agua presentaron mayor índice de rotura en forma transversal, mientras que los especímenes curados con membrana sellante y sin curado, fallaron de forma cónica y transversal.

Finalmente, haciendo un análisis de costos de lo invertido en este proyecto y llevándolo a un ejemplo real de obra se tendría que, para curar 4 muros de concreto, de 2,40 m x 2,20 m x 0,12 m, el valor del procedimiento por humedecimiento constante sería de \$ 388.378. Esto realizando todo el montaje del programador, manguera, energía, y

accesorios. Mientras que para el curado con Antisol sería por un valor de \$ 406.580, incluyendo además del material, una fumigadora y la mano de obra.

De lo anterior, se puede resaltar que entre los costos de implementación de las dos metodologías se encuentra una diferencia del 4,47 % de la membrana curadora, por encima del curado por humedecimiento constante.

Conclusiones

A través de los resultados de compresión axial obtenidos en el laboratorio a muestras de concreto simple curadas con Antisol rojo y humedecimiento constante, se puede concluir que ambas metodologías presentan un alto grado de efectividad y confiabilidad para ser implementadas en proyectos de ingeniería civil.

Se obtienen resistencias a compresión axial a determinadas edades (7, 14 y 28 días), de lo cual se pudo determinar que si un concreto normal es curado por humedecimiento constante o con Antisol, cumplirá con los valores porcentuales establecidos para cada edad, garantizando que alcanzará la resistencia final a los 28 días. Así mismo, con estos resultados de laboratorio se demostró que el no llevar a cabo el proceso de curado presenta una deficiencia significativa en la obtención de la resistencia final del concreto.

Con base en los ensayos realizados, se observó que las metodologías de curado por

humedecimiento constante y membrana curadora (Antisol rojo Sika), cumplieron y superaron el porcentaje de resistencia dada para cada edad, a diferencia de los especímenes que no fueron curados y que no cumplieron con el porcentaje de resistencia requerida para cada edad de falla.

Referencias Bibliográficas

- Fitzgerald, R. (1996). *Mecánica de materiales*. Alfaomega.
- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bogotá, Colombia: Bhandar Editores Ltda.