

# EVALUACIÓN DE UN BIOPOLIMERO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO: EVALUACIONES PRELIMINARES

Karol Mendoza, Valentina Millano, Oladis T. de Rincón y Nathalie Romero  
kmendoza@luz.edu.ve, millanov@gmail.com, oladis1@yahoo.com, natycorrosión@yahoo.es

## RESUMEN

En este trabajo se pretende evaluar el efecto de un biopolímero (poli( $\beta$ -N-acetilglucosamina-co- $\beta$ -glucosamina)) proveniente de desechos orgánicos industriales, como aditivo del concreto. Para ello se elaboraron probetas de concreto con relación agua cemento 0,68 aditivadas con 0,1%, 1%, y 10% del biopolímero granulado. Se realizaron pruebas de Resistencia a la Compresión luego de 38 días de curado, Porosidad Total y Absorción Capilar mediante las normas: ASTM C39-12, DURAR and UNE 83982:2008 respectivamente. Los resultados obtenidos mostraron que el concreto aditivo con 1% mejora la resistencia a la compresión y disminuye la porosidad total y efectiva con respecto al concreto patrón. Esto se debe posiblemente a la reacción del biopolímero con las moléculas del agua, reduciendo el contenido de agua de la mezcla de amasado, mejorando así la durabilidad del concreto diseñado.

**PALABRAS CLAVES:** Concreto, Biopolímero y Aditivo

Recibido: Julio 2013 - Aceptado: Octubre 2013

# ASSESSMENT OF A BIOPOLYMER IN REGARDS TO QUALITY OF CONCRETE: PRELIMINARY ASSESSMENT

Karol Mendoza, Valentina Millano, Oladis T. de Rincón y Nathalie Romero

Centro de Estudios de Corrosión, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia, Maracaibo Ciudad Universitaria, Edif. Centro de Estudios de Corrosión "Profa. Oladis T. de Rincón", al lado de la Escuela de Ingeniería Química y Petróleo

## ABSTRACT

The objective of the present paper is to evaluate the effects of a biopolymer (i.e. poly( $\beta$ -N-acetylglucosamine-co- $\beta$ -glucosamine)) obtained from industrial organic waste, as concrete admixture. For this purpose, concrete specimens were prepared with a water-to-cement ratio of 0.68 and with 0.1 wt%, 1 wt% and 10 wt% of biopolymer added to the mix. Compressive Strength at 38 days, Total and Effective Porosity and Capillary Absorption Tests were performed according to ASTM C39-12a, DURAR and UNE 83982:2008 respectively. The results showed that, a dose of 1 wt% biopolymer to the concrete mixture increases their compressive strength at 38 days and decrease their total and effective porosity, compared to the blank. It is postulated that this is due to the reaction of the biopolymer with water molecules, reducing the water content of the kneaded concrete, thereby improving durability of the design.

**KEYWORDS:** *Admixture, Biopolymer and Concrete*

## INTRODUCCIÓN

El concreto armado es uno de los materiales de construcción más utilizado desde el siglo pasado, ya que se pensaba que podría tener una durabilidad ilimitada. Sin embargo, se reporta numerosas estructuras con deterioros prematuros, debido al uso de diseños de mezcla de baja calidad, con el fin de disminuir los costos. Estos tipos de concreto presentan propiedades fisicoquímicas inadecuadas como altas porosidades, permitiendo el fácil ingreso de los agentes agresivos del medio ambiente al concreto que inducen a la corrosión de la armadura, por lo tanto la durabilidad de las estructuras disminuyen drásticamente.

El uso de los aditivos químicos, es uno de los métodos más utilizados para mejorar la calidad del concreto. Estos han pasado a ser un ingrediente más, conjuntamente con las adiciones minerales de los nuevos concretos, que son cualitativamente diferentes a los concretos que han ocupado la mayor parte de siglo pasado. Los aditivos químicos no solamente permiten reducir la relación agua/cemento y producir concretos trabajables sino que aumentan la resistencia y durabilidad ante diferentes condiciones climáticas. Existen diferentes tipos de aditivos para el concreto, que varían según la propiedad que modifiquen en el concreto fresco o endurecido, entre ellos se encuentran, los que disminuyen la cantidad de agua permitiendo así incrementar su resistencia mecánica y disminuir su porosidad, manteniendo la misma consistencia del concreto a pesar de la disminución del agua <sup>(1)</sup>.

Sin embargo dichos aditivos son productos químicos sintetizados, que generan contaminación al medio ambiente y presentan costos elevados.

En los últimos años los investigadores se han enfocado en la búsqueda del uso de materiales alternativos que permitan generar construcciones de concreto armado sustentables y además sostenibles, que garanticen la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro, mediante un equi-

librio adecuado para el desarrollo económico, uso racional de los recursos, protección y conservación del ambiente <sup>(2)</sup>.

Es por ello que en esta investigación se pretende evaluar el uso de un biopolímero (poli( $\beta$ -N-acetilglucosamina-co- $\beta$ -glucosamina)) como aditivo al concreto, obtenido de desechos orgánicos generados por industrias camaroneras. De estos desechos se obtiene un biopolímero el cual proviene de un recurso renovable, y tienen la ventaja de no ser agente contaminante ni para los organismos que los utilizan, ni para el medioambiente que los recibe <sup>(3)</sup>.

## PARTE EXPERIMENTAL

Se elaboraron probetas de concreto con relación agua/cemento 0,68, cilíndricas con dimensiones de 15cm x 30cm para el ensayo de resistencia a la compresión y de 10cm x 20cm para los ensayos de Porosidad Total y Adsorción Capilar. Se realizaron 5 probetas para cada ensayo. Las mezclas de concreto fueron aditivadas con 0,1%, 1% y 10% del biopolímero granulado en base al contenido de cemento. Luego de un periodo de curado de 38 días se realizó el ensayo de resistencia a la compresión según norma C39-12. Las probetas de 10cm x 20cm fueron de Porosidad Total siguiendo el procedimiento descrito en el Manual de Inspección y Diagnóstico cortadas en lonjas de 5 cm para los ensayos de Corrosión en Estructura de Hormigón Armado (DURAR) y Adsorción Capilar bajo las normas UNE83982:2008.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las probetas utilizadas para el desarrollo de este trabajo se elaboraron con un diseño de mezcla de baja calidad (relación a/c 0,68), cuya composición para la mezcla patrón se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Diseño de mezcla del patrón para 1 m<sup>3</sup> de concreto

Mezcla	Cemento	Agua	Arena	Piedra
	(Kg.)	(Lt.)	(Kg.)	(Kg.)
<b>Patrón</b>	<b>317</b>	<b>216</b>	<b>593</b>	<b>946</b>

La mezcla patrón obtuvo un asentamiento de 14 cm, 40% mayor al valor del diseño seleccionado (7,5cm a 10cm), Tabla 2. Sin embargo, el contenido de agua fue incrementado para las mezclas aditivadas con el biopolímero, debido a que la trabajabilidad disminuyó considerablemente al utilizar inicialmente la cantidad de agua calculada. Motivo por el cual en ensayos preliminares se determinó que el biopolímero utilizado reduce la cantidad de agua del amasado, en un 4% para el caso de la mezcla con 1% del biopolímero.

**Tabla 2. Resultados de Trabajabilidad**

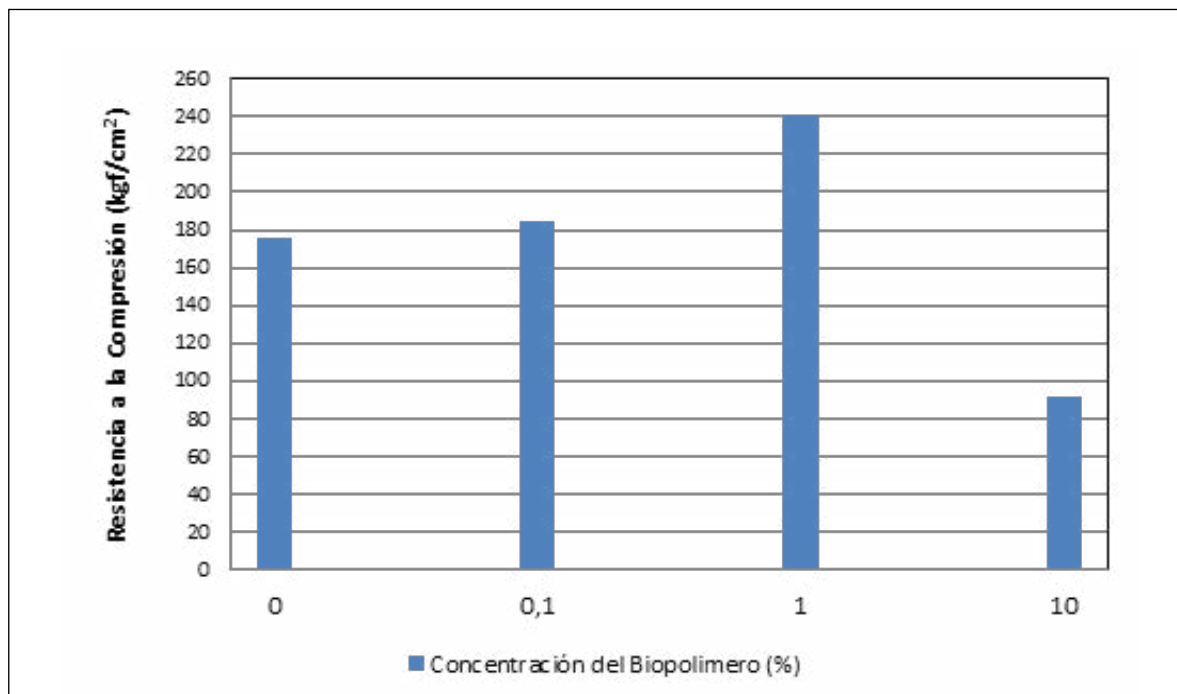
Mezcla	Agua (lt)	Aditivo (kg)	Asentamiento (cm)
Patrón	216	0	14
BP 0,1%	218,4	0,317	5,5
BP 1%	228	3,17	7,6
BP 10%	277,2	31,7	10

BP= Biopolímero<sup>1</sup>

Luego que las probetas cumplieron su etapa de curado (38 días), se realizaron las pruebas fisicoquímicas. En la Figura 1, se muestran los resultados de resistencia a la compresión, donde los valores de las mezclas aditivadas con 0,1% y 1% del biopolímero superan la resistencia a la compresión del patrón, con un incremento del 5,4% y 36%, respectivamente. Mientras que la mezcla con 10% de biopolímero disminuye esta característica drásticamente. Es evidente que a pesar del exceso de agua incorporado a la mezcla para mejorar la trabajabilidad, el biopolímero ejerce un efecto positivo en las mezclas con una adición entre 0,1% y 1% específicamente.

Los resultados de porosidad total y porosidad efectiva mostrados en la Tabla 3, no presentan diferencias significativas, debido a la elevada relación agua/cemento que facilitó la interconexión de todos los poros. Estas porosidades superan el criterio de evaluación establecido (>15%), clasificándolo como concretos de inadecuada durabilidad<sup>(4)</sup>. Sin embargo las probetas que fueron aditivadas con 1% del biopolímero obtuvieron resultados de porosidades menores al patrón, entre un 17% a un 27%

**Figura 1. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto aditivado a diferentes concentraciones en base al contenido de cemento.**



menos, mientras que las aditivadas con 0,1% y 10% presentaron valores semejantes al patrón sin beneficio alguno.

En la Tabla 3, también se muestran los resultados de resistencia a la penetración del agua (m), absorción (k) y Sorción capilar (S), observando un comportamiento favorable en las probetas aditivadas con el biopolímero, ya que alcanzaron mayores valores de resistencia a la penetración del agua (m), menor cantidad de agua absorbida por unidad de área (k) y menor sorción capilar, que las probetas patrón sin aditivo. Siendo la mezcla aditivada con 1% del biopolímero la de mejor desempeño.

Todos estos resultados evidencian que la mezcla aditivada con 1% del biopolímero evaluado, incrementa favorablemente las propiedades fisicoquímicas,

asociado posiblemente a reacciones del agua del amasado con el biopolímero, el cual estaría actuando como un reductor de agua, basado en que su estructura presenta grupos funcionales polares tales como aminas, las cuales poseen pares de electrones libres que forman puentes de hidrogeno con el agua<sup>(6)</sup>, quedando adsorbidas las moléculas de agua en la superficie de la molécula del biopolímero, de tal forma que la relación agua cemento disminuye.

El uso del biopolímero al 1% en el concreto como reductor de agua, podría ser comparado con los aditivos comerciales, ya que proporciona a los diseños de mezclas de concreto de baja calidad mejoras en su durabilidad y a un menor costo, debido al origen orgánico y ecológico del biopolímero.

Tabla 3. Resultados de porosidad Total y Absorción Capilar

Mezcla	Porosidad	Porosidad	M	[k] (k/m <sup>2</sup> .s <sup>1/5</sup> )	S
	Total (%)	Efectiva (%)	(s/m <sup>2</sup> ) x10 <sup>-7</sup>		(m/s <sup>1/2</sup> ) x10 <sup>4</sup>
Patrón	21,8	21,8	1,9	0,05	2,3
BP 0,1%	22,9	19,88	2,8	0,037	1,89
BP 1%	17,2	18,6	3,8	0,03	1,61
BP 10%	23,3	21,45	4,3	0,033	1,62

m= Resistencia a la penetración del agua; K= Absorción Capilar y S= Sorción Capilar<sup>2</sup>

## CONCLUSIONES

La adición del biopolímero al 1% en mezclas de concreto de alta relación agua/cemento, incrementa la calidad del mismo disminuyendo su porosidad y aumentando su resistencia mecánica.

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo se realizó gracias al financiamiento otorgado por el Gobierno Bolivariano de Venezuela a través del Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias y del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. RIVERA, Gerardo . Concreto Simple. Aditivos para concreto y mortero.

Universidad del Cauca, Popayán, Cauca, Colombia. 2010, p. 236-238.

2. MUCIÑO, Alberto. Concreto Nanotecnológico. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 2009, N°69(2): p.9-12

3. LARES, Cristobal. y coautores. Materiales del pasado para el presente y el futuro Quitina y Quitosano .Rev. Avances en Química, 2006.N°1(2) 15-21. p.13-16.

4. TROCONIS, Oladis y colab. Manual de Inspección, Evaluación y Diagnóstico de Corrosión en Estructuras de Concreto Armado. 5ta ed Venezuela: CYTED, 2007 117-121p .ISBN 980-296-541-5.

5. MORRISON, Robet. BOYD,Robet. Química Orgánica. 5ta ed. Estados Unidos: Addison Wesley, 1990. 916 p. ISBN0-201-62932-1.