

**SOLUCIÓN SOSTENIBLE CON LA INTRODUCCIÓN DEL ADITIVO  
DE ORIGEN BIOLÓGICO COMO REDUCTOR DE LA RETRACCIÓN  
EN HORMIGONES FLUIDOS DE 35MPa**

SUSTAINABLE SOLUTION WITH THE INTRODUCTION OF THE  
ORGANIC ADDITIVE AS A RETRACTION REDUCER IN FLUID  
CONCRETE OF 35MPa

---

Díaz G. MB.<sup>1</sup>  
Ramos M.R.<sup>2</sup>  
Díaz C.Y.<sup>3</sup>  
Martirena JF.<sup>4</sup>

Revista Científica Monfragüe Resiliente. <http://www.unex.es/eweb/monfragueresilente>

Editada en Cáceres, Dpto. Arte y Ciencias del Territorio de la Universidad de Extremadura.  
Elaborada conjuntamente con las Universidades de Lisboa y la Autónoma de México

---

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Desarrollo de Estructura y Materiales (CIDEM), Facultad de Ingeniería Civil Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, 54830, CUBA. Telef.: 53 42 281539- Email:mbetania@uclv.cu

<sup>2</sup> Centro de Bioactivos Químicos (CBQ), Universidad Central de Las Villas, Santa Clara. 54830, CUBA. Telef: 53 42 281254- E-mail: robeliorm@uclv.edu.cu

<sup>3</sup> Centro de Investigación y Desarrollo de Estructura y Materiales (CIDEM), Facultad de Ingeniería Civil Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, 54830, CUBA. Telef.: 53 42 281539- Email:yosvanyd@uclv.edu.cu

<sup>4</sup> Centro de Investigación y Desarrollo de Estructura y Materiales (CIDEM), Facultad de Ingeniería Civil Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, 54830, CUBA. Telef.: 53 42 281539- Email:martirena@uclv.edu.cu

## RESUMEN

Los altos costos y la monopolización del mercado de aditivos químicos incentivan a países en vías de desarrollo, incluyendo a Cuba a buscar nuevas alternativas que incluyan un desarrollo sostenible y próspero. Una de las alternativas que se están investigando en este momento para sustituir los aditivos químicos, se basa en el estudio de un aditivo plastificante de origen biológico, denominado por sus creadores como CBQ-VTC (Centro de Bioactivos Químicos Viscosificante Tensoactivo Controlador). En el presente trabajo se evalúa el bio-producto CBQ-VTC y su efecto sobre la retracción en hormigones fluidos de 35 MPa, para ello se varía los porcentos del bio-producto en 2%, 3% y 4%, y el aditivo químico SRC-20 en un 0.8% del peso del cemento. El trabajo se realiza en dos etapas: en la primera se procede al estudio de las propiedades reológicas como son asentamiento por el cono de Abrams y tiempo de fraguado; en la segunda se realizan los ensayos en estado endurecido como resistencia a compresión, retracción según la ASTM-C- 157 y permeabilidad al aire. Los resultados de estos ensayos aportan al avance y afianzamiento del uso de la tecnología de aditivos biológicos y forman parte del desarrollo eminente desde el punto de vista ambiental del bio-producto CBQ-VTC como un aditivo reductor de la retracción.

**Palabras claves:** eficiencia, hormigón, durabilidad.

## ABSTRACT

The high costs and monopolization of the market for chemical additives encourage developing countries, including Cuba to seek new alternatives that include sustainable and prosperous development. One of the alternatives currently under investigation to replace chemical additives, is based on the study of a plasticizer additive of biological origin, called by its creators as CBQ-VTC (Center for Bioactive Chemicals Viscosifying Surfactant Controller). In the present work the bio-product CBQ-VTC and its effect on the retraction in fluid concrete of 35 MPa are evaluated, for that the percentages of the bio-product are varied in 2%, 3% and 4%, and the chemical additive SRC-20 at 0.8% of the weight of the cement. The work is carried out in two stages: in the first one, the rheological properties are studied, as they are settled by the Abrams cone and the

setting time; in the second, tests are performed in a hardened state such as compressive strength, retraction according to ASTM-C-157 and air permeability. The results of these tests contribute to the advancement and strengthening of the use of biological additive technology and are part of the environmentally eminent development of the CBQ-VTC bio-product as a reducing retraction additive.

**Keywords:** efficiency, concrete, durability

## 1. INTRODUCCIÓN

Los aditivos químicos son utilizados a nivel mundial por sus efectos en los hormigones, uno de ellos es como reductor de la retracción. En realidad, ellos actúan sobre el agua que hace parte del hormigón disminuyendo su tensión superficial. Los hormigones cuyo diseño tiene en cuenta el volumen de pasta y dentro de su composición incluyen este tipo de aditivos, se conocen como hormigones de retracción controlada. (Howland 2001, Hernández 2005)

Los aditivos usados actualmente en las mezclas de hormigones y morteros son fundamentalmente sintéticos, es decir aditivos químicos, pero se ha estudiado otro tipo de extractos orgánicos de origen vegetal como aditivo en materiales cementicios, entre ellos podemos mencionar el extracto de la planta del cactus, aditivos proteínicos de sangre animal y otros aditivos basados en saponinas, los cuales han arrojado resultados aceptables para su uso. Las resinas neutralizadas extraídas del pino, son el aditivo orgánico comercial que se ha investigado y usado más ampliamente en los últimos años. Todos estos presentan en su composición agentes tensoactivos proporcionándole un comportamiento similar a los superplastificantes y tener un uso positivo ante la retracción en el hormigón. (Jaramillo 2009, Herrera, De-León et al. 2012)

En el 2015, Gilberto evalúa el efecto superplastificantes del aditivo biológico MEF 32 y el aditivo químico A2R9 sobre la retracción en hormigones producidos en la ECOT Cayo Santa María, Cuba, mostrando una influencia positiva sobre las propiedades físico- mecánicas de los hormigones elaborados. (Alvarez 2015)

Para afianzar la línea de investigación anteriormente expuesta en el propio 2015, Pérez realiza un estudio del aditivo CBQ-VTC en combinación con el superplastificante A2R9. Se comprobó que las combinaciones del bio-producto CBQ-VTC favorecen en la disminución de la retracción en el hormigón. (Pérez 2015).

Se hace evidente la sustitución de los aditivos químicos por aditivos de origen biológicos que puedan mejorar las propiedades de los hormigones elaborados para diferentes estructuras y a su vez logren sostenibilidad en las localidades en las que se produzcan. El objetivo fundamental de los aditivos de origen biológico como el CBQ-VTC, es mejorar las propiedades de los hormigones para los cuales fue diseñado de forma sostenible y marcar la diferencia en una nueva era donde las soluciones medioambientales estén definidas por acciones sustentables.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

En la investigación se realiza una evaluación detallada de los materiales y métodos experimentales empleados en el estudio de cuánto influye el aditivo biológico CBQ-VTC producido en el Centro de Bioactivos Químicos en la retracción del hormigón. Conjuntamente se compararán estos resultados con los de un hormigón diseñado y elaborado en las mismas condiciones pero con un aditivo químico de escala comercial SRC-20, producido por la firma MAPEI especialmente para Cuba, por sus condiciones ambientales.

Se trabaja en las dosificaciones actuales usadas en hormigones de 35 MPa. Para hacerlo se controla la relación agua/cemento a utilizar garantizando que la mezcla cumpla con el asentamiento esperado (18-21 cm en el cono de Abrams), alcance una resistencia a las 24 horas superior a los 15 MPa y la fisuración en edades tempranas, producida por la retracción, sea la mínima posible, o al menos esté en el mismo nivel de la que se produce en la mezcla con el aditivo SRC 20.

En la Tabla 1 se definen los por cientos de los aditivos utilizados y la cantidad de los materiales que se trabaja.

- **Materiales**

Para lograr los objetivos se utiliza como materia prima el cemento P 35 de la fábrica Karl Marx en la provincia Cienfuegos; el aditivo de origen biológico CBQ-VTC elaborado en el Centro de Bioactivos Químicos de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas; aditivo químico clasificado como superplastificante SRC-20 de la compañía MAPEI; árido fino y grueso proveniente de la cantera Mariano Pérez “El Purio”, Encrucijada en la provincia Villa Clara.

El aditivo de origen biológico CBQ-VTC es obtenido en el Centro de Bioactivos Químicos (CBQ), basado en la modificación de la tecnología de microorganismos eficientes. Estos microorganismos se emplean en una fermentación anaeróbica estática. Las características de se encuentran reflejadas en la Tabla 2.

- **Métodos y Técnicas**

La fabricación de las muestras se lleva a cabo en el Laboratorio de Materiales del Centro de Investigación y Desarrollo de Estructuras y Materiales (CIDEM) de la Facultad de Construcciones en la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.

Se diseña de forma tal que se puedan evaluar la consistencia mediante el cono de Abrams y el tiempo de fraguado con un Penetrómetro Proctor en estado fresco y en estado endurecido la resistencia a compresión, permeabilidad al aire por el método de Torrent (Ver Fig. 1) y la del objetivo de la investigación la retracción según la ASTM 157-C (Ver Fig. 2).

### **3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

- **Influencia del aditivo biológico CBQ-VTC en la consistencia del hormigón**

La clasificación de las mezclas atendiendo a su asentamiento se realiza según lo establecido en la norma NC-120, 2014 “Hormigón Hidráulico. Especificaciones”, dando en todas las mezclas como se aprecia en el Gráfico 3.1, un asentamiento

superior a los 16 cm lo que se corresponde a hormigones fluidos excepto en la combinación que tuvo como resultado un hormigón muy fluido con más de 21 cm de asentamiento.

- Influencia del aditivo biológico CBQ-VTC en el tiempo de fraguado del hormigón

En el Gráfico 2 se observa como el aditivo CBQ-VTC actúa como un ligero acelerador del fraguado. En las muestras a medida que aumenta el por ciento de aditivo se hace más prolongado el tiempo de fraguado inicial. Al analizar estos resultados se puede afirmar que a menor por ciento del aditivo biológico CBQ-VTC se logra menores valores de tiempos de fraguado, comparado con el Patrón 0,8% del SRC 20.

Este efecto en las muestras con CBQ-VTC, puede estar dado por grupos hidroxycabóxicos, que están presentes en el CBQ-VTC. Estos grupos orgánicos se encuentran en algunos ácidos carboxílicos como por ejemplo el ácido láctico, entre otras sustancias. Así, se conoce que los ácidos carboxílicos alifáticos actúan como retardadores del fraguado en pastas de cemento Portland. El ácido acético actúa como retardador del fraguado a dosis menores que el 1 % en cementos aluminosos, pero a dosis superiores puede actuar como acelerador.

- Influencia del aditivo biológico CBQ-VTC en la resistencia a compresión del hormigón

Como se observa en el Gráfico 3 se cumple con el principio del mecanismo de acción de los aditivos, donde se observa el rango límite del uso del CBQ-VTC de un 2 a un 4%. La Muestra M2 (2% CBQ-VTC) es la que tiene menores resultados tanto en los 7 como en los 28 días, aumentando solo 4,4 MPa, mientras que la Muestra 3 (3% CBQ-VTC) aumenta en 5,7 MPa, ya en el caso de la Muestra 4 (4% CBQ-VTC), la resistencia disminuye en 3,3 MPa a los 7 días y 5MPa a los 28 días con respecto a la Muestra 3 (3% CBQ-VTC) que es la que tiene mejores resultados.

- Influencia del aditivo biológico CBQ-VTC en la permeabilidad al aire del hormigón

En el Gráfico 4 las muestras alcanzan permeabilidad baja lo que indica que el hormigón presenta buena durabilidad, se realiza un promedio de los valores de kT y

la muestra que presenta los menores resultados es la M2 (2% CBQ-VTC) con  $0,051 \text{ m}^2 \times 10^{-16}$  y la M4 (4% CBQ-VTC) con  $0,054 \text{ m}^2 \times 10^{-16}$ , y la de mayor valor de kT es la mezcla M3 (3% CBQ-VTC) con  $0,057 \text{ m}^2 \times 10^{-16}$ . En el caso de la MP (0,8%SRC 20) se define con una permeabilidad moderada, por lo que se evalúa las muestras con el aditivo biológico CBQ-VTC como hormigones de buena calidad. La M3 a pesar de tener permeabilidad baja, es la que obtiene mayores valores, debido a que a esta muestra no se le hace la corrección del agua, ya que el aditivo tiene el máximo por ciento y se trabaja sin corregir. Esto puede afectar la permeabilidad, debido a que hay más agua en el sistema y puede influir en el proceso de hidratación, donde queda agua libre y ocurre mayor formación de poros.

- Influencia del aditivo biológico CBQ-VTC en la retracción del hormigón

En el Gráfico 5 se observa que la muestra M4 (4% CBQ-VTC) es la que mejor comportamiento tiene al no tener grandes variaciones, es decir mantiene valores de retracción sin expandirse prácticamente. En el caso de la muestra M3 (3% CBQ-VTC) y la muestra M2 (2% CBQ-VTC) varía entre los tres y cinco días  $85 \mu\text{m}$  y  $49 \mu\text{m}$  respectivamente, las cuales mantienen un comportamiento muy similar con estas variaciones en los restantes días. La muestra Patrón (0,8% SRC-20) a partir de los cinco días comienza las transiciones con un comportamiento similar a las muestras M2 y M3 (2 y 3% CBQ-VTC respectivamente).

En el caso de la muestra M3 (3% CBQ-VTC) a pesar de alcanzar menor valor de retracción que la muestra patrón a los seis días, se observa que esta presenta un incremento notable a las 72 horas de elaborado el hormigón, donde alcanza valores de  $307,11 \mu\text{m}$ , esto puede estar dado que al no corregirse el agua y estar al límite el por ciento del aditivo, hay un aumento del agua de amasado, lo que puede acelerar el proceso de hidratación y así aumentar la contracción química en la pasta de cemento.

#### **4. CONCLUSIONES**

1. Se hace viable la introducción del aditivo en base a la tecnología de microorganismos eficientes CBQ-VTC como aditivo plastificante reductor de la retracción en hormigones fluidos de 35 MPa, técnica que evidencia soluciones sostenibles en la esfera de la construcción.
2. El aditivo CBQ-VTC modifica las propiedades reológicas en los hormigones, a medida que aumenta la dosis aumenta la consistencia, pero a la vez actúa como un ligero acelerador del fraguado y en cuanto a las propiedades físico-mecánicas, aumenta la resistencia a compresión de las muestras y reduce la permeabilidad al aire, creando más impermeable.
3. La retracción es un fenómeno intrínseco del hormigón y con la implementación del aditivo CBQ-VTC en dosis de 2 a 4% el peso del cemento se logra disminuir dicho fenómeno y alcanzar un hormigón más duradero.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez, G. E. D. (2015). Impacto del uso de las combinaciones del bioproducto MEF-32 y aditivos comerciales sobre la retracción en hormigones producidos en la ECOT Cayo Santa María. Facultad de Construcciones, Departamento de Ing. Civil. Santa Clara, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas: 91.

Herrera, A., et al. (2012) Mucilago de nopal como reductor de retracción en concreto auto-consolidable.

Howland, J. J. (2001). Desarrollo de los aditivos Superplastificantes. La última generación, Dirección de Desarrollo Tecnológico. MICONS.

Jaramillo, L. Y. Z. (2009). Evaluación del jugo de fique como aditivo ocluser de aire y su influencia en la durabilidad y resistencia del concreto. Facultad de Minas, Escuela de Ingeniería de Materiales Medellín, Universidad Nacional de Colombia 43.

Pérez, L. S. (2015). Evaluación de combinaciones del bio-producto CBQ-VTC y aditivo químico A2R9 en las propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido. Facultad de Construcciones, Departamento de Ing. Civil. Santa Clara, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

### Anexos

DISEÑO DE MEZCLA PARA 1m <sup>3</sup>					
Mezcla	Cemento(Kg)	Arena(Kg)	Gravilla(Kg)	Agua (Lts)	Aditivo



					SRC-20(Kg)	CBQ-VTC(Kg)
Patrón	450	869,1	890	183.2	2,8	-
M2	450	858.5	890	183.6	-	8.65
M3	450	858.5	890	183.6	-	12.98
M4	450	858.5	890	181	-	17.30

Tabla 1.1 Dosificaciones del experimento

Propiedades	Método de ensayo	Resultados
Color	Exámen visual	carmelita
Densidad relativa	NC 271-2	1,04
Contenido de ST	NC 271-1	3,60
Contenido de SS	Refractómetro	9,4
Valor de pH	NC 271-4	3,14

Tabla 1.2 Características del aditivo de origen biológico CBQ-VTC

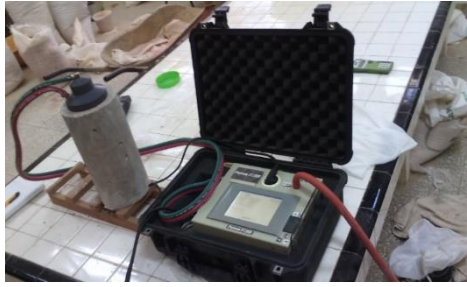


Fig. 1 Permeabilímetro. Técnica para permeabilidad al aire



a) b)

Fig. 2 Equipos para determinar la retracción en el hormigón a) Defómetro según la ASTM 157-C b) Canal de retracción

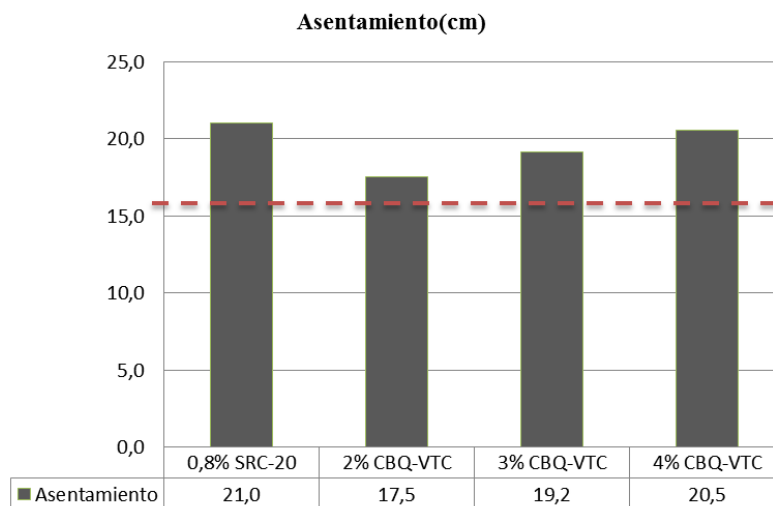


Gráfico 1 Influencia del CBQ-VTC en la consistencia

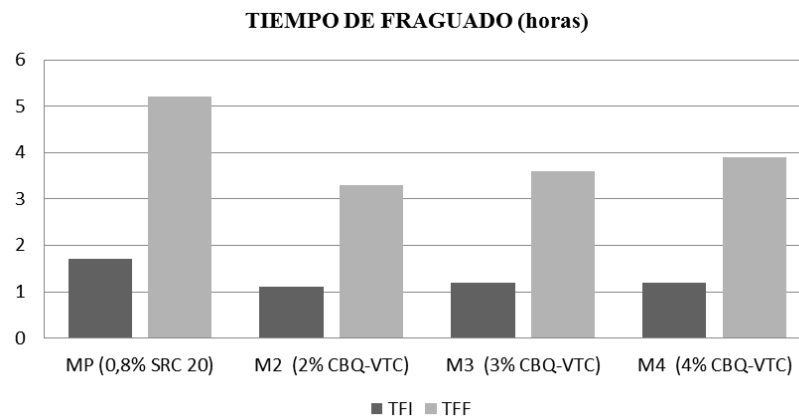


Gráfico 2 Influencia del CBQ-VTC en el tiempo de fraguado (Tiempo de Fraguado Inicial TFI y Tiempo de Fraguado Final TFF)

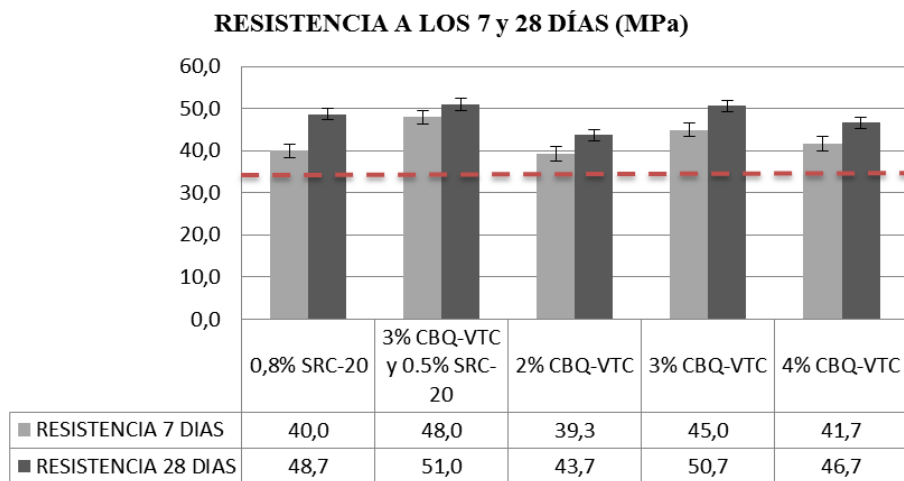


Gráfico 3 Influencia del CBQ-VTC en la resistencia a compresión

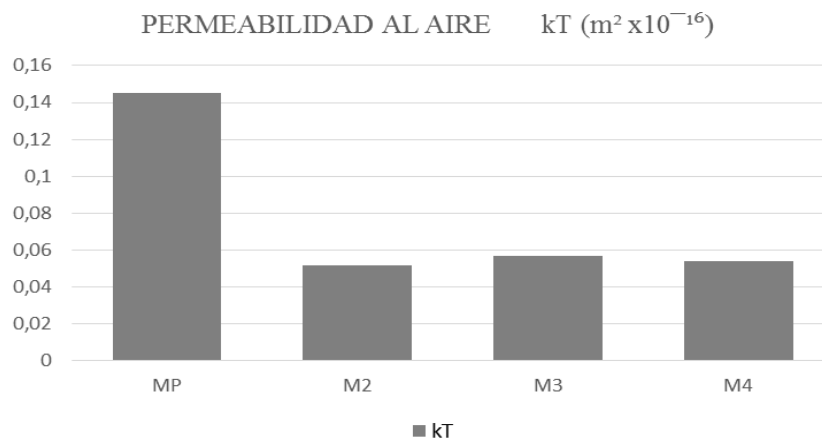


Gráfico 4 Influencia del CBQ-VTC en la permeabilidad al aire

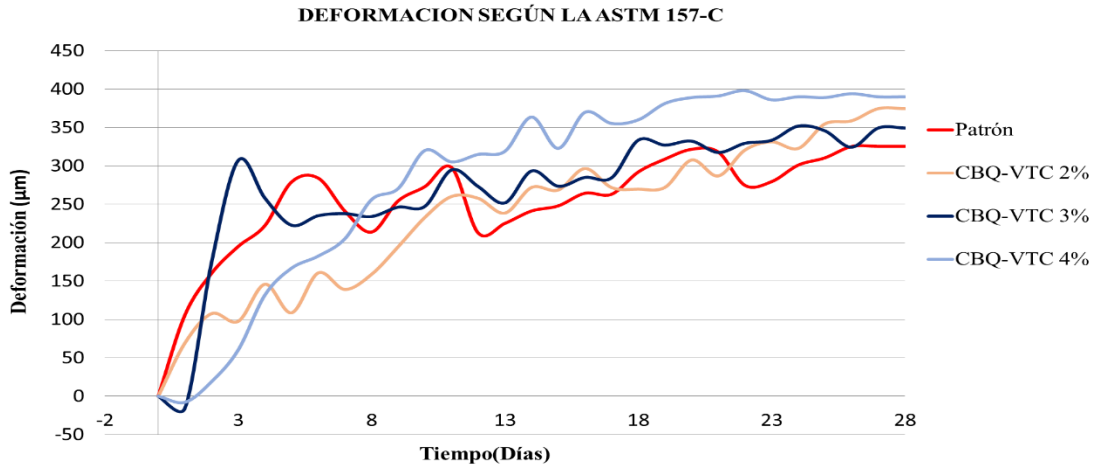


Gráfico 5 Influencia del CBQ-VTC en la retracción por secado según la ASTM 157-.C

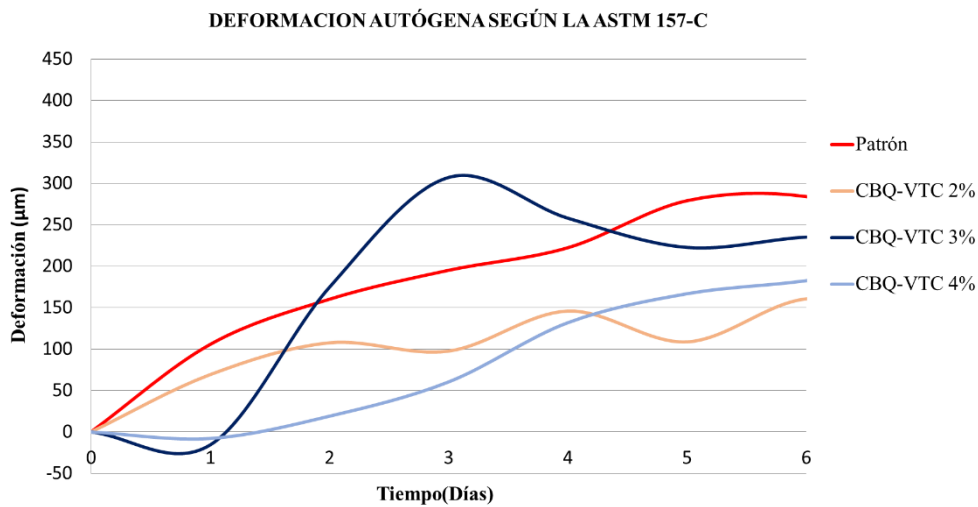


Gráfico 6 Influencia del CBQ-VTC en la retracción autógena según la ASTM 157-.C