

Capítulo 12

Evaluación del nailon tensado como alternativa no convencional en elementos estructurales

Luis Sebastián Acosta Regalado¹
Alexander Steeven Bethancourt Díaz²
Britany Esneidan Chamorro Galarza³

Cítese como: Acosta Regalado, L. S., Bethancourt-Díaz, A. S. y Chamorro-Galarza, B. E. (2023). Evaluación del nailon tensado como alternativa no convencional en elementos estructurales. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 137-146). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c342>

Resumen

El uso del nailon tensado como un refuerzo dentro de las mezclas de concreto busca optimizar distintos aspectos, como: ambientales, económicos y también factores estructurales para mejorar la resistencia de los elementos que soportan las estructuras. El proyecto de investigación tiene como objetivo, evaluar el comportamiento a tensión indirecta de elementos de concreto reforzado con nailon tensado, implementando el principio de concreto presforzado que conlleva eliminar esfuerzos de tensión en el concreto; esto se realiza mediante la introducción de esfuerzos artificiales de compresión antes de la aplicación de cargas externas, superpuestas, permanentes, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio, la escasa o nula fisuración que posibilita que los elementos sometidos a esfuerzos de compresión trabajen íntegramente bajo la hipótesis de carga y, por tanto, aligeramiento de la estructura. Se espera que este proyecto de investigación permita crear una nueva alternativa de refuerzo para elementos estructurales; de esta manera, disminuir los efectos y riesgos producidos por estructuras de concreto armado a los que se ven expuestas las personas.

Palabras clave: nailon; presfuerzo; pretensado; concreto; acero.

¹ Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Mariana. Correo: luisse.acosta@umariana.edu.co

² Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Mariana. Correo: steevenae.betancourth@umariana.edu.co

³ Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Mariana. Correo: britanyes.chamorro@umariana.edu.co



Evaluation of tensioned nylon as a non-conventional alternative in structural elements

Abstract

The use of tensioned nylon as a reinforcement in concrete mixes seeks to optimize environmental, economic, and structural factors to improve the strength of the elements that support the structures. The objective of the research project is to evaluate the indirect tension behavior of concrete elements reinforced with tensioned nylon, implementing the principle of prestressed concrete that involves eliminating tension stresses in the concrete, by introducing artificial compressive stresses before the application of external, superimposed, permanent loads, to improve its behavior and resistance under service conditions and the little or no cracking that allows the elements subjected to compressive stresses to work completely under the load hypothesis and, therefore, lightening the structure. It is expected to create a new reinforcement alternative for structural elements and thus, reduce the effects and risks produced by reinforced concrete structures to which people are exposed.

Keywords: nylon; prestressed; concrete; steel.

Avaliação do náilon tensionado como uma alternativa não convencional em elementos estruturais

Resumo

O uso do náilon tensionado como reforço em misturas de concreto busca otimizar fatores ambientais, econômicos e estruturais para melhorar a resistência dos elementos que sustentam as estruturas. O objetivo do projeto de pesquisa é avaliar o comportamento de tensão indireta de elementos de concreto reforçados com nylon tensionado, implementando o princípio do concreto protendido que envolve a eliminação de tensões de tração no concreto, introduzindo tensões compressivas artificiais antes da aplicação de cargas externas, sobrepostas e permanentes, para melhorar seu comportamento e resistência em condições de serviço e a pouca ou nenhuma fissuração que permite que os elementos submetidos a tensões compressivas trabalhem completamente sob a hipótese de carga e, portanto, aliviando a estrutura. Espera-se criar uma nova alternativa de reforço para elementos estruturais e, assim, reduzir os efeitos e os riscos produzidos pelas estruturas de concreto armado às quais as pessoas estão expostas.

Palavras-chave: nylon; protendido; concreto; aço.

Introducción

El principio de concreto presforzado permite que el concreto incremente su capacidad carga a flexión antes de la aplicación de cargas externas y superpuestas, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio. Algunas ventajas importantes del concreto presforzado son: su uso se



da, principalmente en estructuras impermeables o expuestas a agentes agresivos (Alcon-Aranda, 2009). Sin embargo, hay muy poca o nula posibilidad de fisuración en este tipo de elementos, que tienen aplicados principios de presforzado, ya que cuando están sometidos a compresión, trabajan íntegramente bajo las condiciones de carga, lo cual consigue reducir considerablemente las dimensiones de los elementos y, por tanto, el aligeramiento de la estructura, conllevando una reducción de la masa dinámica, presupuesto y niveles en los esfuerzos de diseño.

En efecto, el concreto presforzado tiene algunas desventajas respecto al concreto armado, aunque es importante referir que en general, no minora su importancia y uso extendido en la construcción (Alcon-Aranda, 2009). Entre las desventajas está que, para su fabricación se requiere equipos e instalaciones especiales, materiales (acero y concreto) de altas prestaciones que tienen costos elevados y, personal calificado en el proceso de construcción y montaje; no obstante, al igual que el concreto armado, el concreto presforzado hace necesaria la consideración de elevados procesos de control de calidad, tanto en el proceso de producción como en el de la puesta en obra.

El uso del nailon tensado como un refuerzo dentro de las mezclas de concreto busca mejorar aspectos tanto ambientales como económicos y estructurales, con el fin de aumentar la resistencia y disminuir las dimensiones y cantidad de materiales de los elementos que transmiten las fuerzas de las estructuras, para hacer que estos sean más económicos constructivamente. El proyecto de investigación tiene como objetivo, evaluar el comportamiento a flexión de elementos de concreto reforzado con torones de nailon tensado, implementando así el principio de concreto presforzado; estas técnicas de reforzamiento estructural tienen como finalidad, aumentar la capacidad de carga de la estructura.

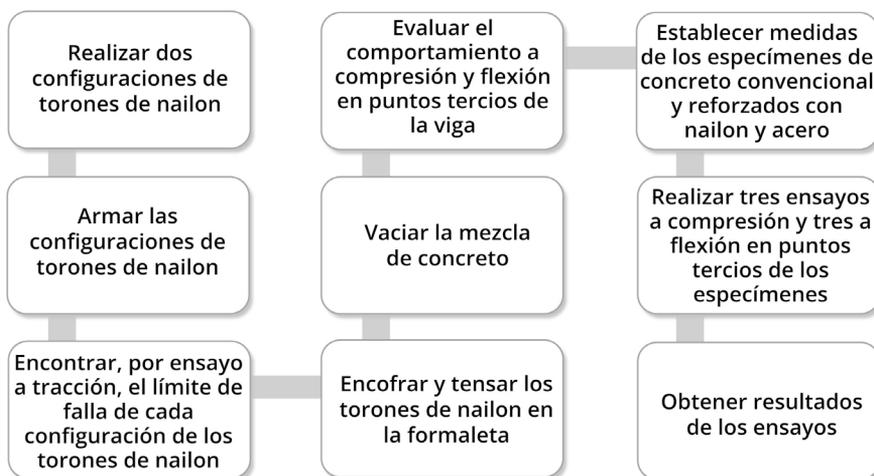
Bajo este escenario, se busca crear una alternativa de refuerzo con la utilización de nailon tensado en elementos estructurales, ya que es una propuesta para profundizar en otro tipo de métodos para la construcción de estructuras de concreto pretensado. Aquí, el material en efecto es el nailon, que se caracteriza por ser heterogéneo, con una condensación de polímeros, que es poco usado ya que muchas veces no se tiene en cuenta su alta durabilidad, resistencia mecánica, dureza, rigidez, buena tenacidad y fuerte capacidad de amortiguación mecánica.



Metodología

Figura 1

Actividades para desarrollar



Fuente: elaboración propia

Descripción de metodología

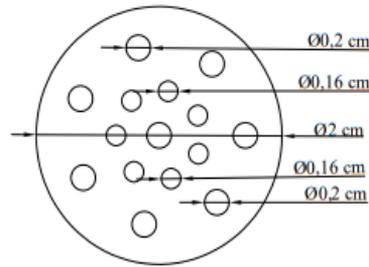
Para la realización y ejecución de torones se determinó el uso de un tipo de nailon llamado Truper con un diámetro de 2 mm y otro llamado Discovery con un diámetro de 1.6 mm.

Figura 2

Nailon de 1.6 mm y 2 mm



Con la ayuda de probetas de aluminio de 2 cm se realizará dos configuraciones, ambas conformadas por un alma de 2 mm. Sin embargo, la primera configuración tendrá un total de siete agujeros externos de diámetro 2 mm y siete agujeros interiores de 1,6 mm.

Figura 3*Configuración de torón de nailon*

La Figura 3 muestra el diseño de la configuración del torón de nailon con siete alambres exteriores de 2 mm, siete internos de 1.6 mm y un alma de 2 mm. Para la ejecución de las probetas se hace uso de maquinaria como una pulidora; así, se logra el corte del material a una longitud de 2 cm; posteriormente se pule y retira material sobrante consecuente al corte realizado. Una vez lista la probeta con ayuda del taladro mecánico se procede a realizar las perforaciones correspondientes a la configuración ya establecida, a una velocidad de dos revoluciones por minuto, con brocas de diámetros de 0.02 cm para perforación externas y de 0.016 cm para la parte interna de la probeta.

Figura 4*Corte y emparejamiento de las probetas de aluminio*



Figura 5

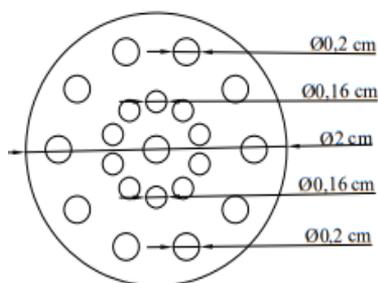
Perforación de probeta de siete exteriores, siete internos y un alma



Para la segunda configuración se tendrá en cuenta que diez serán los agujeros externos con un diámetro de 2 mm, y diez agujeros internos de 1.6 mm.

Figura 6

Configuración 2 de torón de nailon



La Figura 6 muestra el diseño de la configuración de torón de nailon con diez alambres exteriores de 2 mm, diez internos de 1.6 mm y un alma de 2 mm.

Figura 7

Perforación de probeta de diez exteriores, diez internos y un alma



El siguiente paso para realizar es seccionar, fibra por fibra, a una longitud de 52 cm correspondientes al espécimen a ensayar logrando, con la ayuda de configuración de los cilindros de aluminio, la forma de los cables.

Figura 8

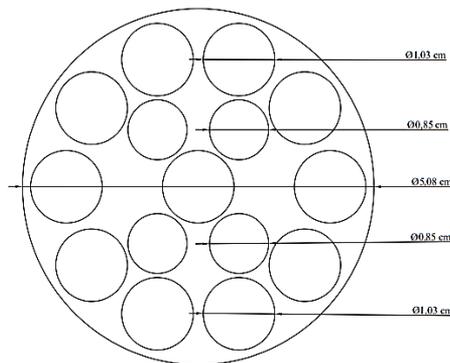
Elaboración de la configuración del torón



Cuando se obtiene el número de cables, es necesario trenzarlos para formar un torón; este estaría listo para analizar el comportamiento a tracción del nailon trenzado en torones. Una vez configurados los torones de nailon, los sometemos a ensayo de tracción adaptado a la norma NTC 2289 en la máquina para determinar su límite de fallo.

Figura 9

Configuración del cable que irá en la formaleta para tensar los torones



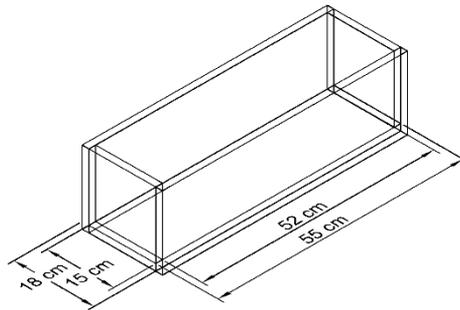
Diseño de formaletas en 2d y 3d

Para elaborar el diseño de las formaletas se hará uso del software denominado AutoCAD, el cual permitirá tener una observación clara del producto esperado; para este caso, se lo realiza con las dimensiones necesarias para la viga requerida; aquí también se podrá configurar los torones de nailon en la parte lateral de las formaletas; la ventaja de este programa es que permite observar el diseño en un modelo 2D y 3D.



Figura 10

Diseño de formaleta en AutoCAD



Fabricación de formaletas en madera

Las formaletas son fabricadas en madera después de realizar el diseño correspondiente con sus medidas, según la norma. Para el armado se usa tornillos de 2.5 pulgadas y taladro para darles forma.

Figura 11

Corte y armado de formaletas



Una vez determinado el diseño, se procede a insertar torones por la configuración requerida y se tensa asegurándolos de la parte contraria, con seguros para válvulas.

Figura 12

Seguros y chavetas de acero para asegurar los torones en la formaleta



Con ayuda del gato hidráulico utilizado para ensayos a placa, se realiza la tensión de los cables; el manómetro con el que se cuenta permite determinar la presión requerida en el cable, una vez realizados los ensayos a tracción del material.

Figura 13

Gato hidráulico de ensayo de placas



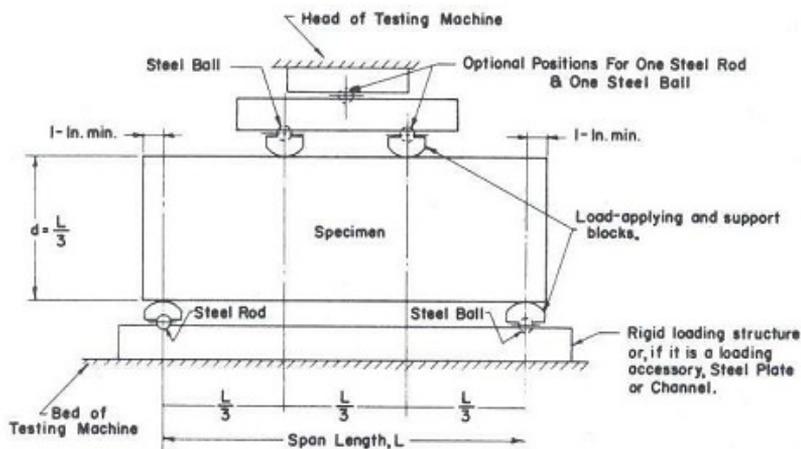
Fuente: Adatec S. A. Metrología (2015).

Luego se realiza el diseño de mezcla para una resistencia que deberá soportar la viga de concreto; los torones son tensados antes de fundir. Al día siguiente, se desencofra, se continúa con el proceso de fraguado y se espera un lapso de 28 días para terminar el curado.

Una vez alcanzado el tiempo de curado, se somete el espécimen (viga pretensada) al ensayo de flexión, aplicando la carga en los puntos tercios como mejor posición. Se realiza lo mismo para el concreto reforzado con varillas de refuerzo convencional y se compara los resultados.

Figura 14

Ensayo de flexión



Fuente: D'Amico (2012).



Conclusiones

La elaboración del concreto con diferentes materiales no convencionales como son los escombros de construcción, los plásticos P molido, ET y el vidrio, genera una viabilidad y aumento de las propiedades mecánicas requeridas para una mezcla de concreto.

Con los agregados no convencionales se puede demostrar que, al reutilizarlos en un porcentaje adecuado en una mezcla de concreto, estos pueden influir y optimizar las propiedades del concreto y así también, mitigar los impactos ambientales.

El nailon pretensado sería un método para ayudar al refuerzo de la estructura y, a su vez, ahorraría material y disminuiría su peso.

Referencias

Adatec S. A. Metrología. (2015). Conjunto de ensayo de placa 300 a 700 mm de diámetro. <http://www.adatec.co.cr/route.php?url=setsdeensayosdeplatosde300a760mmdia>

Alcon-Aranda, M. W. (2009). *Evaluación del proceso de fabricación y aplicación de viguetas pretensadas en estructuras* [Tesis Doctoral, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/7465>

D'Amico, A. (2012). Concreto reforzado con fibras y concreto lanzado: nuevos métodos de ensaye. *Construcción y tecnología en concreto*, 28-30.