



# Uso de refuerzo de puentes y vialidades con sistemas FRP

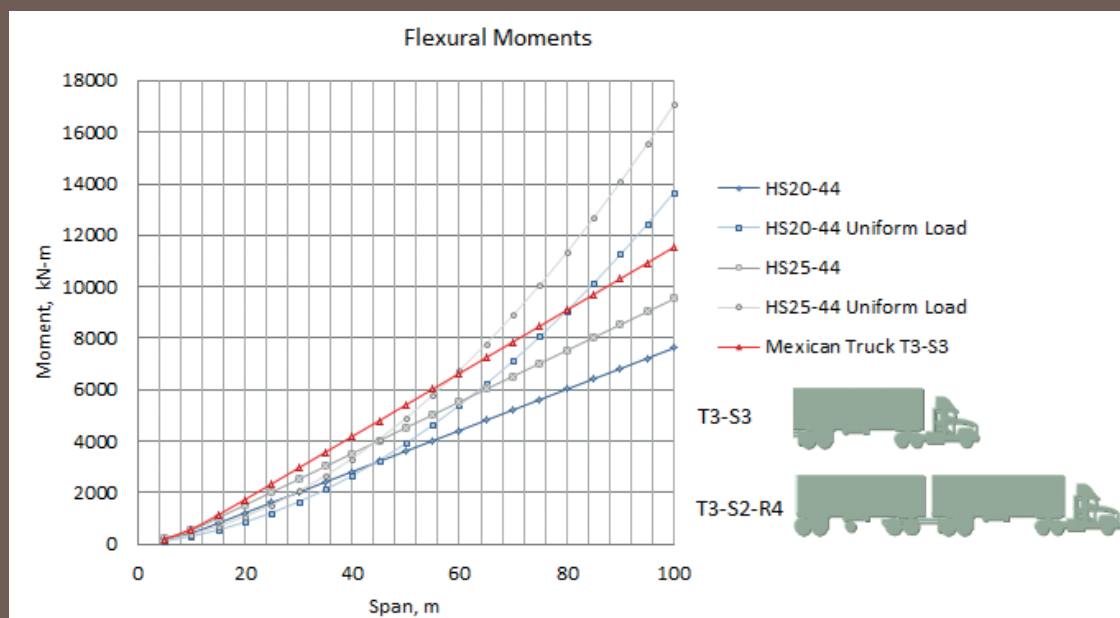
Una de las técnicas que se viene empleando a nivel mundial desde la década del 80 para realizar el reforzamiento de estructuras de concreto armado es mediante el uso de las fibras de carbono, que trabajan adheridas a los elementos estructurales.

En el año 2002, el Instituto Americano del Concreto (ACI por sus siglas en inglés) emitió sus primeras recomendaciones para la utilización de sistema de FRP para reforzamiento del concreto. Posteriormente el año 2008, el comité 440 del ACI publicó la guía ACI 440.2R-08, la cual introdujo importantes modificaciones a la luz de las diversas investigaciones sobre el tema respaldado por los numerosos ensayos de laboratorio. Las aplicaciones más habituales son refuerzos de: trabes, puentes, losas, columnas, tableros de puentes, refuerzo de muros, depósitos, silos, chimeneas, túneles, tuberías, etc.

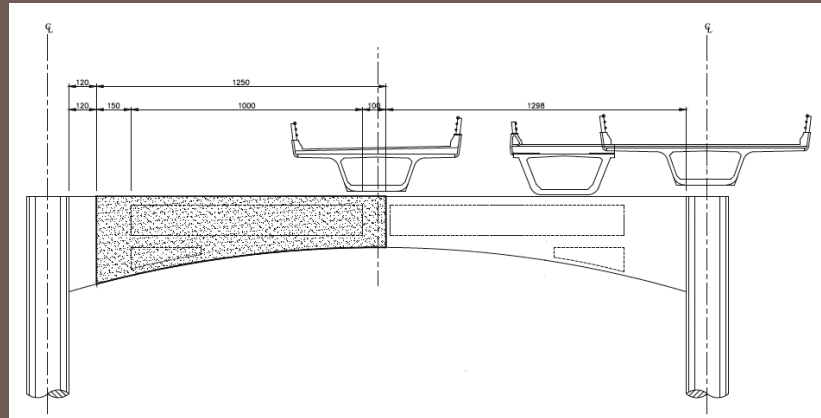
## REFUERZO A FLEXIÓN, REFUERZO A CORTANTE Y CONFINAMIENTO

En México para el diseño estructural de puentes vehiculares, era extensamente usada la especificación estándar de la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transporte de Estados Unidos (AASHTO por sus siglas en Inglés). Las cargas vivas no especifican un

FIGURA 1



**FIGURA 2**



resultado de las fuerzas cortantes y los momentos por flexión que están muy por debajo de los inducidos por los grandes vehículos que transitan las principales redes de carreteras en México. Normalmente esos vehículos grandes son los definidos como T3-S3 y T3-S2-R4. Para la comparación, en la figura 1 se muestran los momentos de flexión para diferentes cargas de vehículos.

Este problema ha sido abordado por las Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), y actualmente está especificada la carga viva en uso, ya sea para las principales carreteras o caminos secundarios con los modelos llamados IMT-66.5 e IMT-20.5,

respectivamente. Los modelos de carga viva fueron desarrollados por medio de estadísticas y análisis de probabilidad de riesgos, mediante el uso de varias variables aleatorias sobre pesos y dimensiones y grandes muestras de los datos recogidos en las carreteras mexicanas.

En el Segundo piso del Periférico de la Ciudad de México; Algunos de los segmentos construidos en su primera etapa han tenido que ser revisados por las altas cargas vehiculares que originalmente no estaban consideradas. Después de una extensa evaluación de las condiciones descritas de la estructura anteriormente se determinó que en algunos de los primeros segmentos construidos de la autopista (trabes transversales) era necesario reforzar a torsión (Fig. 2a, 2b).

Al considerar todas las restricciones existentes, para este caso en particular. El uso de fibra reforzada (FRP) parecía ser alternativa natural. Sin embargo, no existen modelos analíticos racionales disponibles ampliamente aceptados para el fortalecimiento de las trabes de concreto armado sometidas a torsión usando los sistemas (FRP). La mayoría de los proyectos de investigación en el uso de FRP se han centrado en mejorar el comportamiento a flexión, cortante y confinamiento de los elementos estructurales de concreto.

El Boletín 14 de la FIB Task Group 9.3 (Externally bonded FRP reinforcement for RC Structures by the International Federation for Structural Concrete, 2001) fue la única guía disponible que abordó esta cuestión. Sin embargo, mediante el uso de los criterios de la guía del FIB, se requiere un número significativo de capas de FRP. Como se ha demostrado en algunos estudios experimentales donde la relación entre la fuerza FIB calculado para la resistencia medida tiene un promedio de 0.293 (con un máximo de 0.7), se realizaron estudios adicionales de optimización. También, ya que estos elementos son parte de un sistema lateral, su capacidad de deformación final tuvo que ser investigada cuidadosamente. Para el diseño final, se consideraron todos los estribos cerrados existentes dentro de la trabe que actúa como refuerzo a torsión, y los abiertos como refuerzo a cortante. Se proporcionó El sistema FRP propuesto para tanto el diferencial de torsión y cortante todavía requerido (Fig. 3). **C**

**FIGURA 3**



**REFERENCIAS**

- 1) Diseño de estructuras de concreto reforzadas con fibra de carbono, aspectos básicos de la norma aci 440 - 2008. Autor: Ing. William Baca Escobar.
- 2) Strengthening of Mexico City "Periférico" Freeway, GR+A Ingeniería.
- 3) MasterBrace® Sistema Compuesto de Reforzamiento, BASF 2015.