

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

**EN**

# CONCRETO

Noviembre 2018

Volumen 8

Número 8

[WWW.REVISTACYT.COM.MX](http://WWW.REVISTACYT.COM.MX)

## EL PUENTE QUEENSFERRY CROSSING, EL PODER DE LA INGENIERÍA ESTRUCTURAL



\$60.00

ISSN 0187-7895

Una publicación del  
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.  
[WWW.IMCYC.COM](http://WWW.IMCYC.COM)



### ESTADOS

LA UNIDAD,  
EL PUENTE QUE SE  
NIEGA A SER OLVIDADO



### ARQUITECTURA

NUEVO PABELLÓN DEL  
CEMENTERIO DE DALMINE,  
ARCOS ROTOS ABIERTOS AL  
CIELO



### VOZ DEL EXPERTO

COMO ESPECIFICAR FIBRAS  
DE ACERO COMO REFUERZO  
DE CONCRETO LANZADO EN  
TÚNELES



**“Juntos visualizamos tu proyecto”**

**#PiensaEnConcreto**



/ConcretosCruzAzul



@ConcretosCA

Call Center: 01 800 0442 985 - 01 800 2926 226

[www.concretoscruzazul.com.mx](http://www.concretoscruzazul.com.mx)



## Control Flow Concrete

# aumenta la productividad para prefabricados

Se prevé que el mercado mundial de la construcción prefabricada alcance los \$ 185 mil millones para el año 2022, impulsado por el aumento en los gastos de construcción y el aumento de la urbanización. Según un estudio reciente de Allied Market Research, la demanda de una mayor eficiencia energética y una construcción más rápida está impulsando un aumento en el uso de sistemas de concreto prefabricado.

El concreto prefabricado a menudo se usa para crear sistemas estructurales (columnas, vigas, pisos, etc.), sistemas subterráneos y de servicios públicos (tuberías, pozos de registro, fosas sépticas, etc.) y sistemas de cierre de edificios, como paneles de paredes aislantes. Como el concreto prefabricado se cuela en un entorno controlado, es más fácil controlar la mezcla, la colocación y el curado. A medida que crece el mercado de prefabricados de concreto, vemos que los prefabricadores adoptan innovaciones para lograr mayores ganancias de eficiencia.

Por ejemplo, el uso de concreto autocompactable brinda a los prefabricadores la ventaja de una mayor tasa de producción. Este concreto durable y de alto revenimiento acelera la colocación en las cimbras, al tiempo que reduce la mano de obra y el equipo necesarios para colocar el concreto convencional. Esto es particularmente benéfico en moldes con refuerzo denso, ya que el concreto convencional no puede llenar fácilmente los espacios entre el acero. Sin embargo, el concreto autoconsolidable a menudo requiere un diseño de mezcla más costoso, así como mayores proporciones de cemento y agregados finos. Esto puede anular algunos de los beneficios de costos obtenidos de una producción más rápida.

Se ha desarrollado una nueva categoría concreta llamada control flow concrete para superar esos desafíos. Se cierra la brecha entre el concreto convencional y el concreto autoconsolidable.

Al igual que el concreto autocompactable, el control flow concrete fluye más que el concreto convencional y puede colocarse en la cimbra con la mínima vibración necesaria. Esto permite a los prefabricadores producir cada día más. Además, el control flow concrete se crea utilizando un diseño de mezcla convencional, por lo que los costos de material son más bajos que con el concreto autocompactable.

Se crea mediante la adición de aditivos **CONCERA**® al concreto convencional, lo que resulta en concreto resistente a la segregación altamente fluido con un revenimiento que se encuentra entre los del concreto convencional y autocompactable. El control flow concrete es ideal para crear vigas de concreto prefabricado, columnas y elementos subterráneos. También se puede usar para prefabricados arquitectónicos, ya que resulta en un acabado estéticamente agradable.

# Puentes, eslabones de bienestar social



**Los puentes contruidos con concreto armado son una muestra fehaciente de obras que combinan en su esencia una gran belleza y un cúmulo de elementos tecnológicos que ofrecen a la sociedad un servicio indispensable para su desarrollo.**

A pesar de estas consideraciones, pocas veces pensamos lo que este tipo de estructuras significan para sus creadores. Muchos especialistas en la materia toman como referencia la obra escrita del ingeniero estadounidense David B. Steinman (1886-1960) para explicar la naturaleza de los puentes:

“Los puentes simbolizan ideales y aspiraciones de la humanidad. Salvan las barreras que nos separan y juntan pueblos, comunidades y naciones en unidades más íntimas. Acortan distancias, aceleran el transporte y facilitan el comercio. Soportan sus cargas para aligerar las tareas de los hombres. Son esfuerzos conjuntos de diseñadores y operarios, de ciencia y destreza. Conforman la visión e iniciativa de las comunidades; son monumentos útiles, dedicados al bienestar de futuras generaciones. Son eslabones vitales en el camino hacia la fraternidad universal del género humano.

“Han inspirado a los poetas a través de los siglos y han estado en la literatura y la leyenda. Hay algo en los grandes vanos que excita la imaginación. Desde sus cimientos excavados en la roca hasta sus torres y vanos abovedados, un puente tiene algo de prodigio y de poesía”.

Esta definición pone al descubierto muchas de las cualidades que pueden atribuírsele a un puente bajo diversas perspectivas: el puente como ideal constructivo, como símbolo de toda una sociedad, como logro tecnológico que hace posible vencer un obstáculo; el puente como monumento, herramienta económica y comercial.

Hablar de la historia de los puentes es hablar de la destreza de los ingenieros romanos, su habilidad para comprender y aplicar la estereotomía, es decir, el modo en que pueden tallarse, partirse y aprovecharse las rocas extraídas de una cantera; pero también de la evolución de estructuras en los siglos XVIII, XIX y XX en Inglaterra, América y Francia, historia aparejada con el surgimiento de nuevas herramientas de cálculo y la entrada en escena de materiales constructivos como el hierro, el acero y el concreto, una materia prima, ésta última, que ha demostrado su capacidad para amoldarse a las exigencias del mundo actual y cumplir con normas de calidad y seguridad indiscutibles.

Javier Manterola Armisén, Ingeniero de Caminos español y catedrático de la Escuela Superior de Ingenieros de Madrid, particularmente famoso por su trabajo como proyectista de puentes, ha expresado una serie de conceptos que mueven a la reflexión: “De todas las obras públicas, las más objetuales, las que más historia y tradición tienen, y a las que con menor dificultad se les atribuye una dimensión estética notable, considerándose en algunos casos como obras de arte, son los puentes”.

El experto de 82 años señala, asimismo, que “los puentes no han entrado en el radio de acción de los críticos de arte. Son como transparentes: no se ven, no interesan ni se entienden”.

Este número de Construcción y Tecnología en Concreto quiere reconocer la importancia de los puentes y analizar sus virtudes y alcances. Hoy, en el siglo XXI, los puentes forman parte de las obras más espectaculares de la ingeniería moderna y en la gran mayoría de ellas está presente el concreto.

Dejamos para ustedes una frase muy emotiva, proveniente de una colección de poemas narrativos acerca de la historia romana temprana. Su autor, Thomas Babington Macaulay, escribió: “De todos los inventos, exceptuando solamente el alfabeto y la imprenta, aquellos que abrevian las distancias han sido los que más han hecho por la civilización de nuestra especie”.

Los Editores

# SOLUCIONES INNOVADORAS PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN



Cemento de alta resistencia y fraguado rápido  
**>150 kg/cm<sup>2</sup> en 1 hora.**

Aplicaciones para minería, infraestructura y aeropuertos.

**Ventas:**

Tel. 01 800 1111 422

[svaldezj@gcc.com](mailto:svaldezj@gcc.com)



Asistencia Técnica: [asistec@gcc.com](mailto:asistec@gcc.com)  
Av. Homero 3507 Complejo Industrial  
CP 31109, Chihuahua, Chih.

2

EDITORIAL

6

BUZÓN

8

NOTICIAS

- » **Optimismo de los vivienderos**  
en Nuevo León
- » **Cemento ecológico con aluminio,**  
cáscara de arroz y otros residuos
- » **Nuevo centro de carga**  
en el aeropuerto de Querétaro
- » **Abierta,**  
la autopista Puebla-Morelos
- » **Muy dinámico,**  
el mercado inmobiliario de oficinas en México
- » **La energía eólica en México**  
entrega buenas cuentas
- » **Caminos rurales,**  
una tarea pendiente
- » **Albañiles,**  
trabajadores en alto riesgo

14

VOZ DEL EXPERTO

- » **Como especificar Fibras de Acero como**  
refuerzo de Concreto Lanzado en Túneles

36

INTERNACIONAL



ARQUITECTURA

32



8

NOTICIAS



40

ESTADOS



18

PORTADA

- » **El puente Queensferry Crossing**  
el poder de la ingeniería estructural

RESUELVE CON



imperquimia®

CONSTRUQUÍMICOS

Productos 100% Mexicanos para solucionar sus retos de obra.

Compruebe el mejor costo-desempeño del mercado.



Fotografía: Marcos Betanzos

SOLUCIÓN Y CALIDAD EN SU CONSTRUCCIÓN

imperquimia.mx

01800 (7378358) RESUELVE



- 24 ESTADOS "La Unidad":**  
El puente que se niega a ser olvidado
- 28 MEJOR EN CONCRETO**  
**Puentes,**  
evolución que no se detiene
- 32 ARQUITECTURA**  
**Nuevo pabellón del Cementerio de Dalmine,**  
Arcos rotos abiertos al cielo
- 36 INTERNACIONAL**  
**El Golden Bridge**  
y sus gigantescas manos de concreto
- 40 ESPECIAL**  
**Construcción acelerada de puentes con**  
elementos prefabricados unidos mediante  
concreto de ultra alto desempeño
- 50 DIEZ EN CONCRETO**  
**Constructores**  
y diseñadores de sueños
- 51 CONCRETÓN**  
CONCRETO HIDRÁULICO MUESTREO NORMA  
MEXICANA **NMX-C-161-ONNCCE-2013**
- 56 PUNTO DE FUGA**  
**Los puentes del canal panameño,**  
lenguaje de comunicación entre los extremos

 [cyt@imcyc.com](mailto:cyt@imcyc.com)

 [imcycoficial](https://www.facebook.com/imcycoficial)

 [@imcyc\\_oficial](https://twitter.com/imcyc_oficial)

Escanee el código para ver material exclusivo en nuestro portal.

**Cómo usar el Código QR**

La inclusión de software que lee Códigos QR en teléfonos móviles, ha permitido nuevos usos orientados al consumidor, que se manifiestan en comodidades como el dejar de tener que introducir datos de forma manual en los teléfonos. Las direcciones y los URLs se están volviendo cada vez más comunes en revistas y anuncios. Algunas de las aplicaciones lectoras de estos códigos son ScanLife Barcode y Lector QR, entre otros. Lo invitamos a descargar alguna de éstas a su smartphone o tablet para darle seguimiento a nuestros artículos en nuestro portal.



INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL  
CONCRETO A.C.

**CONSEJO DIRECTIVO**

**Presidente**

Lic. Miguel Garza Zambrano

**Vicepresidentes**

Lic. Pedro Carranza Andresen

Ing. Daniel Méndez de la Peña

Ing. José Torres Alemany

**IMCYC**

**Director General**

Ing. Roberto Uribe Afif

**Gerencia Administrativa**

MA. Rodrigo Vega Valenzuela

**Gerencia de Enseñanza, Difusión y Promoción**

Arq. José Antonio del Rosal García

**Gerencia Técnica**

Ing. Mario Alberto Hernández Hernández

**REVISTA CYT**

**Editor ejecutivo**

Arq. José Antonio del Rosal García

[jdelrosal@imcyc.com](mailto:jdelrosal@imcyc.com)

**Editores**

Raquel Ochoa Martínez

Juan Fernando González G.

**Arte y Diseño**

M.A.V. Axel Laurent Obscura Sarzotti

[aobscura@imcyc.com](mailto:aobscura@imcyc.com)

**Colaboradores**

Juan Salcedo Castañeda

Ángela Martínez Romero

Oscar Guillermo Matus

Javier Gutiérrez Bernal

Juan Manuel Tarrés

Grupo de Enseñanza IMCYC

**Comercialización**

Verónica Andrade

(55) 5322 5740 Ext. 230

[vandrade@imcyc.com](mailto:vandrade@imcyc.com)



Circulación Certificada por:  
PricewaterhouseCoopers México

PNMI-Registro ante el Padrón Nacional  
de Medios Impresos, Segob.

## Comentarios

*Quiero estudiar ingeniería civil, pero no sé cuál es la escuela mejor calificada en México. ¿Me podrían ayudar?*

**Respuesta:**

*Es muy complejo dar una recomendación precisa sobre la mejor Facultad de Ingeniería en el país, pero, de acuerdo con el sitio especializado MEXSTUDIA las mejores universidades públicas son: el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), la Universidad de Guadalajara (UDG) y la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).*

*Si tu presupuesto alcanza para una universidad privada, entonces te diremos que las mejores son la Universidad Anáhuac, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), la Universidad Iberoamericana (UIA), la Universidad La Salle (ULSA) y la Universidad Marista.*

➤ Recibimos sus comentarios en el correo: [jdelrosal@imcyc.com](mailto:jdelrosal@imcyc.com)

IMCyc ES MIEMBRO DE:

 Asociación Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil	 Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería	 Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda	 Fédération Internationale de la Precontrainte	 Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C.
 American Concrete Institute	 Cementos Fortaleza	 CEMEX S.A.B. de C.V.	 Federación Interamericana del Cemento	 Precast/Prestressed Concrete Institute
 American Concrete Institute Sección Centro y Sur de México	 Asociación Nacional de Compañías de Supervisión, A.C.	 Colegio de Ingenieros Civiles de México	 Formación e Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México, A.C.	 Post-Tensioning Institute
 American Concrete Institute Sección Noroeste de México A.C.	 Asociación Nacional de Industriales de Vigueta Pretensada, A.C.	 Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción	 Gobierno de DF	 Secretaría de Comunicaciones y Transportes
 American Concrete Pavement Association	 Asociación de Fabricantes de Tubos de Concreto, A.C.	 Comisión Nacional del Agua	 Grupo Cementos de Chihuahua	 Secretaría de Obras y Servicios
 Asociación Mexicana de Concretos Independientes, A.C.	 Cámara Nacional del Cemento	 Comisión Nacional de Vivienda	 HOLCIM México S.A. de C.V.	 Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C.
 Asociación Mexicana de la Industria del Concreto Premezclado, A.C.	 Fundación de la Industria de la Construcción	 Corporación Mectezuma	 Instituto Mexicano del Edificio Inteligente, A.C.	 Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica
 Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres, A.C.		 Federación Mexicana de Colegios de Ingenieros Civiles, A.C.	 Instituto Tecnológico de la Construcción	 Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica

Construcción y Tecnología en Concreto. Volumen 8, Número 8, NOVIEMBRE 2019. Publicación mensual editada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., ubicado en Insurgentes Sur 1846, Col. Florida, Delegación Álvaro Obregón, C.P. 01030, Tel. 5322 5740, [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com), correo electrónico para comentarios y/o suscripciones: [vandrade@imcyc.com](mailto:vandrade@imcyc.com). Editor responsable: Arq. José Antonio del Rosal García. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2010-040710394800-102, ISSN: 0187 - 7895, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido No. 15230 ante la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Distribuidor: Correos de México PP09-1855. Impreso por: Prepprensa Digital, S.A. de C.V., Caravaggio 30, Col. Mixcoac, México, D.F. Tel.: 5611 9653. Este número se terminó de imprimir el día 5 de Febrero de 2018, con un tiraje de 5,000 ejemplares. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (IMCyc).



Precio del ejemplar **\$60.00 MN.**  
 Suscripción anual para la República Mexicana **\$600.00 M.N.** y para extranjero **\$120.00 USD** (no incluye gastos de envío).



Tome el control.

CONCERA® Aditivos

para Control Flow Concrete

**Aditivos CONCERA® para lograr un concreto de alto revenimiento con un diseño de mezcla convencional**

- Diseños de mezcla convencionales simples
- Desempeño con calidad consistente
- Fácil aplicación y acabado
- Construcción rápida
- Ahorre mano de obra y costos de equipo
- Crezca su línea de base



## Optimismo de los vivienderos en Nuevo León

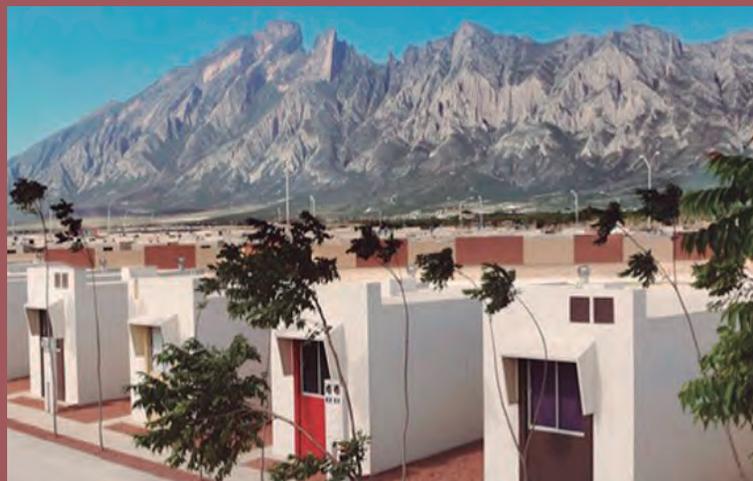
Un dos por ciento de aumento en el sector de la vivienda es lo que esperan los empresarios del ramo para el último trimestre de 2018 en el estado de Nuevo León, lo cual se basa en la confianza que se ha depositado en el nuevo gobierno federal.

Víctor Salazar, director del Clúster de Vivienda, señaló que pese a la incertidumbre provocada por los comicios de julio pasado y el proceso de renegociación del tratado comercial México, Estados Unidos y Canadá, al tercer trimestre del año el sector registró un crecimiento del cinco por ciento con respecto al mismo periodo del año anterior. Es un hecho, puntualizó Salazar, que los precios de los insumos de la vivienda han alcanzado su punto máximo, por lo que espera se estabilicen en los dos últimos meses de este año.

Nuevo León tuvo una mejoría al mes de septiembre en el renglón de vivienda nueva y con créditos del Infonavit, y es por ello que “vemos con una perspectiva positiva el hecho de que llegue el nuevo gobierno, dado que se le ha pedido la

apertura de nuevos esquemas de financiamiento que activen la demanda. Ahora habrá que darle un nuevo giro al tema de los trámites, dado que es lo que arroja el Banco Mundial”, subrayó el director del Clúster de Vivienda.

C



## Cemento ecológico con aluminio, cáscara de arroz y otros residuos

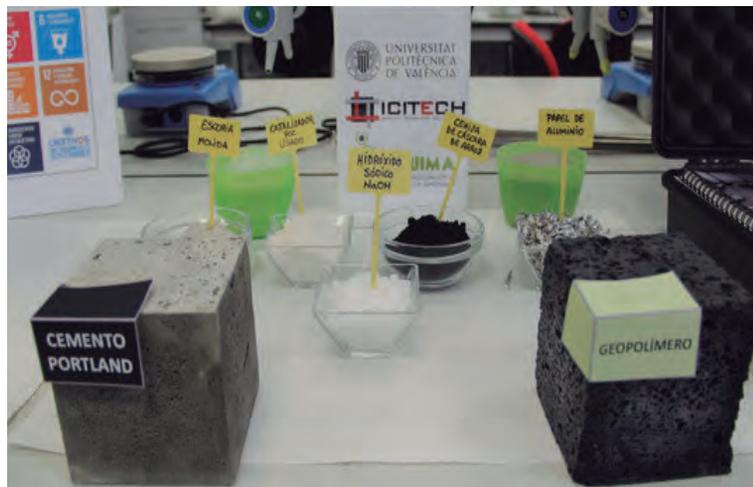
Investigadores de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España, pertenecientes al Instituto de Ciencia y Tecnología del Hormigón (ICITECH), han creado un concreto celular (HCT) ligero y aislante en el que el 85 por ciento de los materiales se consideran residuos.

El proceso para la obtención de este material genera alrededor de un 78 por ciento menos de emisiones contaminantes, al mismo tiempo que aumenta la eficiencia energética por ser un material aislante, lo que lo convierte en el concreto celular más ecológico obtenido hasta la fecha a nivel internacional, destacó la citada institución.

Los investigadores han sustituido parcialmente el reactivo químico de síntesis convencional por la ceniza de cáscara de arroz y, en lugar de utilizar aluminio en polvo metálico lo han reemplazado por papel de aluminio doméstico reciclado. En términos de densidad, resistencia

y conductividad térmica, presenta valores similares a los concretos celulares fabricados tradicionalmente con cemento Portland.

C





## Nuevo centro de carga en el aeropuerto de Querétaro

**Con una inversión de 80 millones de pesos** se construirá un centro para regular la carga en el Aeropuerto Intercontinental de Querétaro (AIQ), de acuerdo con un informe de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (Sedesu) del estado. El proyecto se efectuará en un espacio de tres hectáreas, superficie que podrá albergar 250 tráileres y 300 vehículos ligeros y que contará con una zona de bodegas que será muy útil para “aquellos procesos que ya haya liberado la aduana y tengan que permanecer almacenados, en lo que llega el transportista”.

La construcción deberá estar lista en el mes de mayo de 2019, dijo Marco Antonio del Prete Tercero, titular de Sedesu en el territorio queretano, quien detalló que el objetivo de la citada obra es que los vehículos de carga pesada tengan un lugar para esperar el proceso



de distribución y evitar que las unidades se ubiquen sobre la Carretera 200, lo que implica un riesgo para la seguridad vial de la zona.

El funcionario destacó, asimismo, que la inversión en infraestructura carretera que se ha realizado en Querétaro ha sido muy importante ya que se ha construido un distribuidor vial, así como ampliaciones y puentes vehiculares en distintas vías.

**C**



EL INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO A.C.

**LO INVITAN AL CURSO**

# EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

EL OBJETIVO GENERAL DE ESTE CURSO RADICA EN QUE AL FINAL EL ALUMNO CONOZCA LOS ASPECTOS MÁS IMPORTANTES ASOCIADOS AL DIAGNÓSTICO, LA EVALUACIÓN Y LA INTERVENCIÓN DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO CARACTERIZADA POR LA PRESENCIA DE ALGUNA SINTOMATOLOGÍA PATOLÓGICA ANÓMALA.

**13 DE MARZO 2019 - \$ 6,000.00 + IVA**

AV. INSURGENTES SUR # 1846 COL. FLORIDA, C.P. 01030, MÉXICO, CDMX.  
(55) 5322 5740 IMCYC@IMCYC.COM

**WWW.IMCYC.COM**



## Abierta, la autopista Puebla-Morelos

**Hace unos días, en el marco de la** celebración de la Revolución Mexicana, se puso en operación el tramo de la Autopista Siglo XXI, vía que permite conectar al centro del país, desde Puebla, al Pacífico, sin cruzar el área metropolitana de la Ciudad de México.

El proyecto de la autopista arrancó en el sexenio del gobernador Melquiades Morales Flores, cuya administración construyó el tramo de Atlixco a Jantetelco, Morelos, pero hubo que esperar más de 10 años para que se concluyera el tramo que conecta con la autopista del Sol. Ahora, quien salga de Puebla con destino al famoso puerto tardará solamente dos horas y media en llegar.

El tramo que se entregó tiene una longitud de 61.8 kilómetros, inicia en el municipio de

Jantetelco y concluye en la comunidad de Xicatlacotla, en Tlaquiltenango. La cinta asfáltica de la Autopista Siglo XXI mide 12 metros de ancho, cuenta con dos carriles de circulación de 3.5 metros cada uno (uno por cada sentido), así como con acotamientos externos de 2.5 metros. La obra incluye la construcción de cuatro entronques: Jantetelco, San Rafael, Jojutla y Xicatlacotla.

C



## Muy dinámico, el mercado inmobiliario de oficinas en México

**El dinamismo en el mercado inmobiliario** de oficinas ha mantenido un crecimiento sostenido en los doce últimos meses, de acuerdo con datos del portal digital Mercado Libre Inmuebles. La oferta de oficinas publicada en la plataforma aumentó 65% en el último año y predominó el interés por la renta: 82% de las oficinas se ofrecen para alquiler; en cuanto a las búsquedas, 89% fueron de oficinas en renta y sólo el 11% para compra.

Como es lógico, la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey concentran gran parte de la oferta y demanda de estos espacios. La capital de la República va a la cabeza del país, y tal parece que todo mundo quiere tener una oficina en las colonias Polanco, Juárez, Lomas de Chapultepec, Santa Fe y Anzures. En Guadalajara, los espacios más codiciados son Country Club, Puerta Hierro

y Ladrón de Guevara, mientras que en el caso de Monterrey son las zonas del Centro, Del Valle y Obispado las de mayor oferta.

Compañías y emprendedores se interesan, en general, por oficinas con tamaños menores a los 100 m<sup>2</sup> en las tres ciudades analizadas (59% en CDMX y 51% en Guadalajara y Monterrey).

C





## La energía eólica en México entrega buenas cuentas

**Al término de este año se habrá hecho una** inversión de 600 millones de dólares para la construcción de 52 nuevas centrales generadoras de energía renovable en México, lo cual es responsabilidad de un total de 34 compañías.

Las expectativas de este sector, dice la Secretaría de Energía, son magníficas ya que se estima una derrama de 5 mil millones de dólares en los próximos tres años, debido, principalmente, al trabajo de las instalaciones localizadas en Baja California, con “La Rumorosa”, y Tamaulipas con la infraestructura eólica “Tres Mesas”. Ambas zonas se han distinguido por su altísimo potencial, lo cual, de acuerdo con los especialistas del ramo, hará que pronto empaten el nivel competitivo que posee el Istmo de Tehuantepec.

El año terminará con un incremento de 25% en la generación de energía eólica con respecto a 2017, lo cual se debe a las operaciones múltiples de parques capaces de crear más de mil 100 mega watts de electricidad.

C



## Caminos rurales, una tarea pendiente

**Uno de los principales compromisos del** gobierno del presidente Andrés Manuel López Obrador es el de construir 300 caminos rurales durante toda su administración. Sin embargo, la herencia que recibirá es sumamente compleja ya que hay 53 mil 521.52 kilómetros de ese tipo de vías que están en malas condiciones.

La Dirección General de Caminos (DGC) de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ha reconocido que siete de cada 10 kilómetros que conforman la red federal, estatal y municipal de caminos rurales se encuentra en regulares y malas condiciones, debido a que no se les destinó el financiamiento suficiente para su mantenimiento y conservación.

La calidad de estas vías de comunicación se deterioró en los últimos dos años y casi 2 mil 247.1

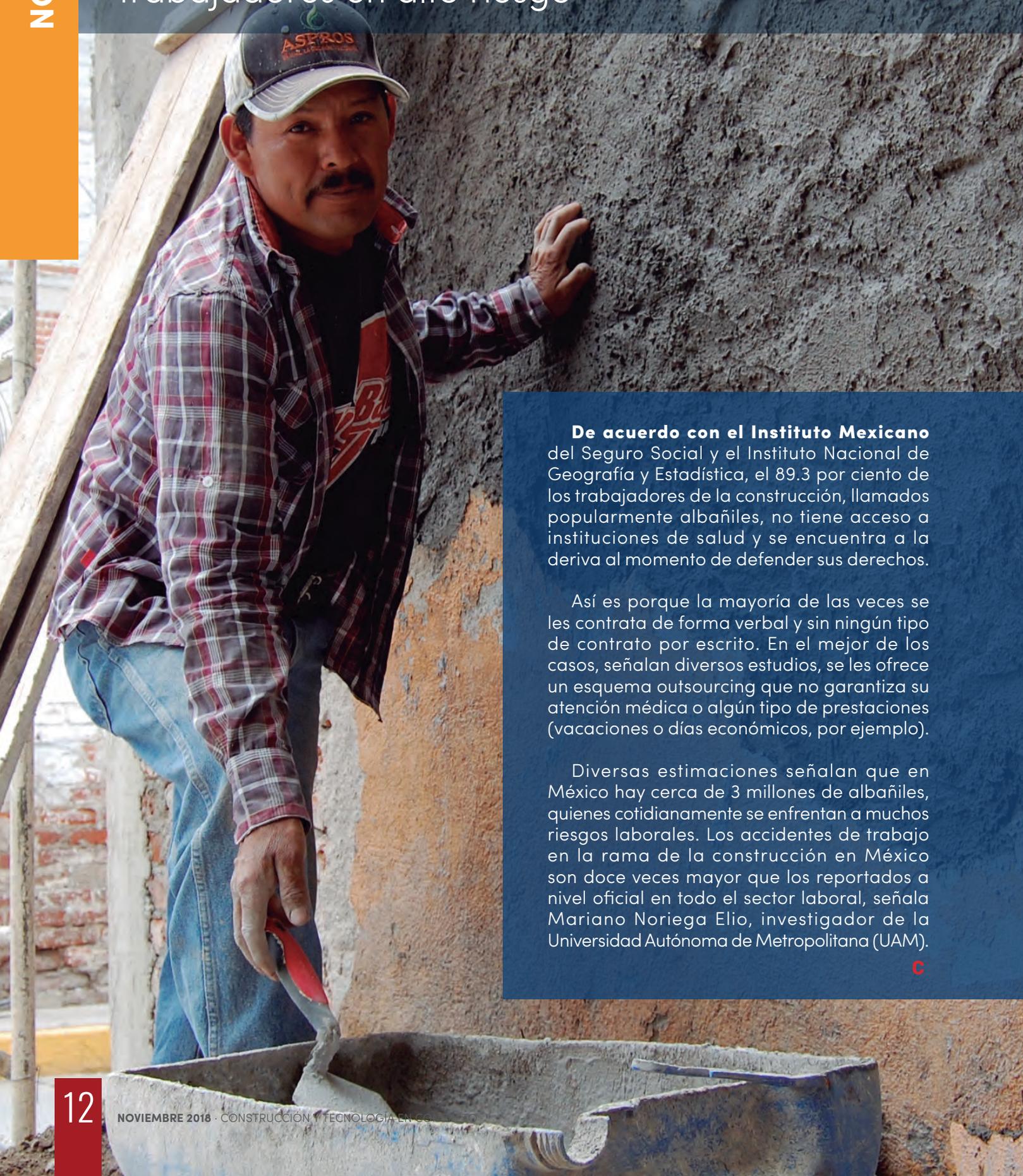
kilómetros pasaron de un estatus de “caminos rurales en buenas condiciones” a uno de “malas condiciones”. El nuevo gobierno planea construir 300 caminos rurales (en Guerrero y Oaxaca), acción que le dará empleo a 50 mil personas.

C





# ALBAÑILES, trabajadores en alto riesgo



**De acuerdo con el Instituto Mexicano** del Seguro Social y el Instituto Nacional de Geografía y Estadística, el 89.3 por ciento de los trabajadores de la construcción, llamados popularmente albañiles, no tiene acceso a instituciones de salud y se encuentra a la deriva al momento de defender sus derechos.

Así es porque la mayoría de las veces se les contrata de forma verbal y sin ningún tipo de contrato por escrito. En el mejor de los casos, señalan diversos estudios, se les ofrece un esquema outsourcing que no garantiza su atención médica o algún tipo de prestaciones (vacaciones o días económicos, por ejemplo).

Diversas estimaciones señalan que en México hay cerca de 3 millones de albañiles, quienes cotidianamente se enfrentan a muchos riesgos laborales. Los accidentes de trabajo en la rama de la construcción en México son doce veces mayor que los reportados a nivel oficial en todo el sector laboral, señala Mariano Noriega Elio, investigador de la Universidad Autónoma de Metropolitana (UAM).

C

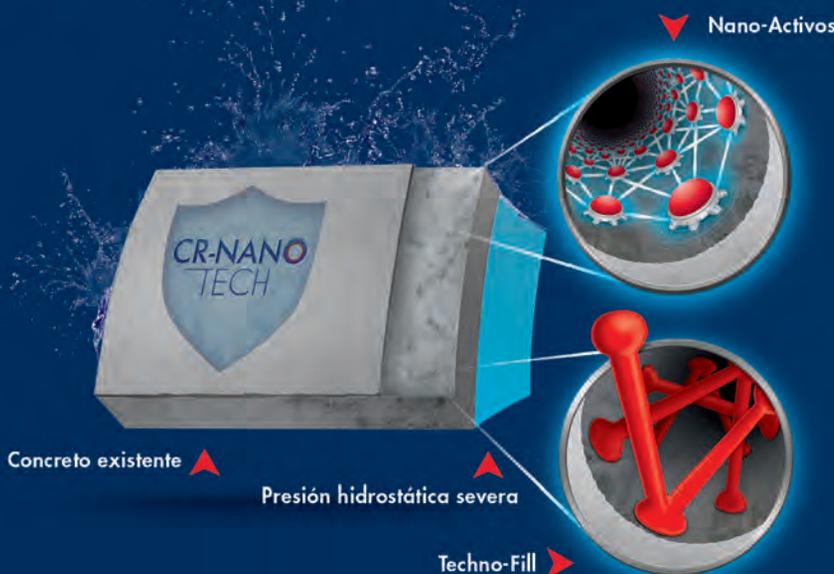


# CR-NANOTECH

## NUEVA GENERACIÓN DE IMPERMEABILIZANTES CEMENTOSOS



### TECNOLOGÍA QUE FORMA PARTE DEL CONCRETO DE MANERA PERMANENTE



## TECNOLOGÍA HÍBRIDA

Protección Permanente + Rápida Acción



### NANO-ACTIVOS

Agentes hidrofóbicos que penetran en poros y capilares del concreto.



### TECHNO-FILL

Sales insolubles que obturan la propagación del agua y generan protección contra altas presiones hidrostáticas.



Conoce más de Fester CR-Nanotech en [www.fester.com.mx](http://www.fester.com.mx)

# COMO ESPECIFICAR FIBRAS DE ACERO COMO REFUERZO DE CONCRETO LANZADO EN TÚNELES

*ESPECIFICACIONES, PRUEBAS DE LABORATORIO Y OBTENCIÓN DE LOS VALORES DE INGENIERÍA PARA DISEÑO.*



## **Las propiedades estructurales y de calidad del Concreto Lanzado**

Reforzado con Fibras (CLRF) en el Estado Limite de Servicio (ELS) y hasta el Estado Limite Ultimo (ELU) conocido como el desempeño posterior al primer agrietamiento y el índice de absorción de energía pueden ser determinadas mediante dos métodos prueba y validación del comportamiento reconocidos internacionalmente.

## **PRUEBAS DE VIGA:**

Estas se utilizaban generalmente para obtener únicamente los llamados "índices de tenacidad", los cuales indican el porcentaje de la carga máxima a la que fue sometida el espécimen después de una deflexión de 3.5 milímetros, pero ahora tenemos normas para este tipo de pruebas que nos brindan mayores datos para determinar la fuerza

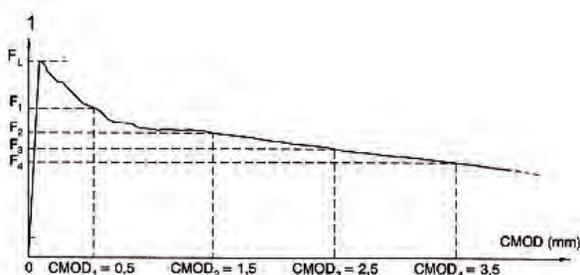
flexional residual a una deflexión determinada o una resistencia a la flexión equivalente sobre un rango de deflexión.

Las normas ahora más comúnmente utilizadas por la calidad y tipo de resultados son: EN-14651\* (Fig. A), EN-14488-1, EN-14488-3, EN-14488-5 y cada vez en menor medida la ASTM C 1609 y la norma Japonesa JSCE SF4 debido a la falta de datos que brindan ambas además de su alta dispersión en los resultados que de estas dos pruebas se pueden obtener.

Las mediciones y validaciones de una fibra, ahora se deben efectuar verificando los valores  $fR1a$  0.5 mm y hasta  $fR3$  a 2.5 mm de abertura de la boca de la fisura (Crack Mouth Opening Displacement "CMOD") de la viga para obtener los ELS y ELU.

Estos métodos de prueba actualmente son menos difíciles de repetir y ahora nos brindan los valores de ingeniería requeridos tanto por el Model Code 2010 de la FIB y/o la Rilem en sus métodos de diseño de estructuras reforzadas con fibras de acero. Estas pruebas, principalmente la EN-14651\* tal y como se mencionó en el párrafo anterior nos brindan valores de ingeniería que fácilmente pueden ser utilizados dentro de los parámetros de diseño de los concretos lanzados reforzados con fibras.

## CARGA F



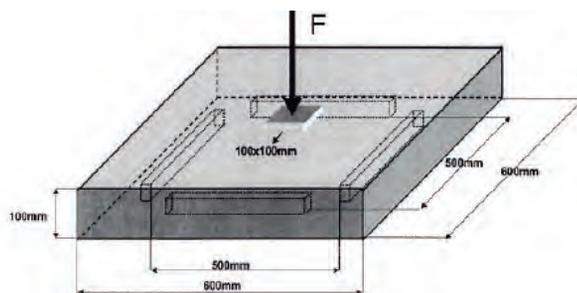
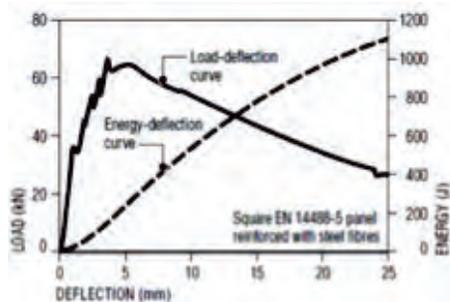
## FIGURA A

Es de gran importancia saber que deberán de respetarse las siguientes desigualdades para poder aceptar una fibra como refuerzo del concreto y en especial del concreto lanzado, estas desigualdades son:

$fR1k / fLk > 0.4$  y posterior a cumplir con esta desigualdad deberá cumplir con  $fR3k / fR1k > 0.5$

## PRUEBA DE PANEL CUADRADO:

Para determinar el comportamiento del CLRF (índice de absorción de energía) la prueba de paneles cuadrados EN14488-5 (antes EFNARC desarrollada por Legrand en 1984) es la que consiste de obtener de paneles de 600 mm x 600 mm con 100 mm de espesor. Estos paneles se soportan continuamente y de forma perimetral para aplicar una carga al centro a través de una placa de 100 mm x 100 mm. Con esta prueba se mide la carga al centro del panel vs la deflexión del mismo para después calcular la energía absorbida en Jules a una deflexión de 25 mm. (Figura "B")



## FIGURA B

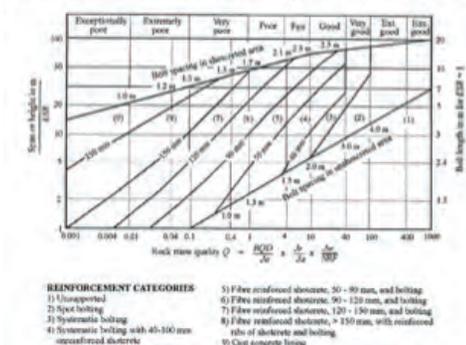
El mecanismo de falla del panel es representativo del comportamiento del sistema del revestimiento (CLRF mas sistemas de anclaje) y es una prueba es más fácil de efectuar que las de viga, sin embargo las pruebas de panel siempre se recomiendan para verificar consistentemente la calidad del concreto lanzado pero nunca servirá como elemento para diseño o de validación de una fibra como refuerzo en sustitución del acero tradicional.

## DISEÑO

El diseño del soporte del macizo rocoso mediante concreto lanzado para excavaciones subterráneas es generalmente impreciso y empírico ya que la compleja interacción entre la masa rocosa fallando alrededor de una abertura subterránea y la capa de concreto lanzado con diferentes espesores estrechamente vinculada a la roca y sus propiedades cambiantes al endurecer desafían casi todos los intentos de análisis teórico y/o matemático.

Es importante reconocer que el concreto lanzado es rara vez utilizado sin refuerzo, y su uso combinado con pernos, anclas y otros tipos de refuerzo en el macizo rocoso complica aún más el análisis de su contribución al soporte. Las metodologías y teorías actuales de diseño de soporte mediante concreto lanzado se basan ampliamente en métodos prácticos y experiencia previa. Grimstad y Barton (1993) publicaron una gráfica actualizada que relaciona diferentes sistemas de soporte donde se incluye el concreto lanzado y concreto lanzado reforzado con fibras Deacero. (Figura "C").

Estimación de las categorías de soporte según el sistema Q



**FIGURA C**

También dentro del ACI-560 (Design Considerations, Chapter 8, Comparable Moment Capacity, par. 8.3). La comparación se hace entre la capacidad de "carga" de las capas del concreto lanzado, basado en la equivalencia de los momentos a flexión. Los momentos a flexión sólo tienen que ser considerados como la estructura total se estabiliza mediante pernos en la roca y si es necesario por marcos de acero adicionales.

La capa de concreto lanzado actúa como un elemento de redistribución de esfuerzos y soporte con la ayuda de pernos y arcos. Para evaluar el desempeño del diseño original, tenemos que comprobar las propiedades mecánicas en flexo-tracción y posteriormente se propone una estructura equivalente utilizando como refuerzo para el concreto las fibras Deacero.

## CONCRETO LANZADO REFORZADO CON FIBRAS DEACERO

Las fibras Deacero se adicionan a la mezcla del concreto lanzado para dar una mejor capacidad de redistribución de esfuerzos o absorción de energía y menores deformaciones, cuando así se requiere además de incrementar la resistencia al impacto y proveer de ductilidad acorde a la aplicación y necesidades de proyecto. Esta última propiedad es la habilidad que tendrá el concreto lanzado de continuar resistiendo cargas en el tiempo después de que su matriz se ha fisurado, en este sentido las fibras sintéticas sufren "creep" por lo que no deberán de ser utilizadas en obras de infraestructura. Es evidente que las tres propiedades anteriores, son de gran importancia para los sistemas de soporte diseñados para las condiciones especiales a que están sometidas las excavaciones en minas, túneles (civiles y mineros) y lumbreras.

La longitud de la fibra debe de ser por lo menos dos veces el tamaño máximo del agregado, sin exceder bajo ningún motivo dos terceras partes el diámetro de la boquilla de la lanzadora, esto con el fin de evitar "tapones" en la boquilla y ligar el espacio cementante entre uno y otro además de proveer la suficiente adherencia de las fibras Deacero a la matriz de concreto.

Entre menor sea el diámetro de la fibra Deacero el número de fibras por unidad de peso se incrementa y la longitud de la red de fibras se incrementa haciendo que el espaciamiento entre fibras se reduzca entre las fibras por lo que el reforzamiento se hace más eficiente al tener una red para la redistribución de esfuerzos más densa. Siempre se debe de buscar tener una longitud de refuerzo por metro cúbico no menor a 10,000 ml de fibras Deacero para garantizar un adecuado traslape entre ellas

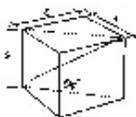
según las fórmulas de D. C. Mc Kee.

De acuerdo a la Norma Europea EN 14487-1, la(s) distancia(s) media entre las fibras de acero debería ser menor de  $0.45 l_f$ , con el fin de asegurar el traslape mínimo entre las fibras.

El valor de un traslape mínimo entre las fibras podría estimarse como:

**Donde:**

$$s = \sqrt[3]{\frac{\pi \times d_f^2 \times l_f}{4p_f}}$$



- $l_f$  es la longitud de la fibra.
- $d_f$  es el diámetro equivalente de la fibra.
- $p_f$  es el porcentaje de la fibra.

**$s$  = debe ser menor de  $0.45 l_f$  para asegurar un traslape mínimo.**

La fórmula y los límites de " $s$ " se han tomado de la tesis de D. C. Mc Kee, Universidad de Illinois, Urbana, 1969: "Las propiedades de un mortero expansivo reforzado con fibras de alambre aleatorias".

Los esfuerzos de tensión inducidos al concreto lanzado son transferidos a las fibras de acero mediante el vínculo físico entre ambos materiales; sin embargo la adherencia se puede mejorar notoriamente mediante los anclajes mecánicos que proveen las diferentes formas de las fibras, las cuales se recomiendan sean extremos doblados o aplanados aunque existen las de forma ondulada, en todos los casos es importante que la resistencia a tensión de la fibra sea como mínimo de  $12,500 \text{ kg/cm}^2$ .

Por otra parte, para que se logre una eficiente transferencia de cargas se requiere que las fibras Deacero tengan una alta resistencia a la tensión para evitar que estas se rompan tal y como se cita en el párrafo anterior. La

alta capacidad de resistencia de cargas de las fibras de acero una vez fracturada la matriz de concreto, garantizará el grado de ductilidad y la seguridad dentro del túnel.

El uso de recubrimientos finales de larga vida construidos con concretos lanzados o colados in situ reforzados con fibras Deacero ya es posible al poder desarrollar propuestas de sustitución del acero tradicional por fibras Deacero en obras subterráneas.

Cada fibra de acero dependiendo de su forma y tamaño tendrá un efecto diferente en el comportamiento y calidad del concreto lanzado. La dosificación requerida de fibras de acero para cumplir con los requerimientos estructurales y de diseño está necesariamente relacionado con el desempeño de esta y debe de estar regido en función de los valores  $fR1$  a  $fR4$  según la norma NMX-C-488-ONNCCE-2014, EN-14889-1 o ISO 13270 para de esta forma poder conocer el desempeño de las fibras en el ELS y el ELU.

Para una misma matriz de concreto, el desempeño estructural y la cantidad de absorción de energía es influenciada significativamente por el tipo de fibra (relación de esbeltez longitud/diámetro) tipo de anclaje y dosificación. Entre mejor anclaje y mayor sea la relación de aspecto y la dosificación, mejor será el desempeño del CLRF. **C**

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Design Guidelines for The Use Of Fiber Reinforced Shotcrete In Ground Support. F. Papworth. 2002.
- 2) Slope Stabilized with Steel Fibrous Shotcrete. Kaden R. Western Construction April 1974 pp. 30 – 33.
- 3) High Volume Syntetic Fiber Reinforced Shotcrete. Morgan D.R. First Annual Syntetic Fiber Reinforced Shotcrete Symposium. Jan 1998 pp. 115 – 132.
- 4) The Use Of Steel Fiber Reinforced Shotcrete For The Support Of Mine Openings. Marc Vandewalle. Shotcrete Magazine August 2002 pp 10 – 14.
- 5) NMX-C-488-ONNCCE-2014 capitulo A.2. Efectos sobre la Resistencia a flexión del concreto\*.
- 6) EN 14561 - Test method for metallic fibre concrete - Measuring the flexural tensile strength (limit of proportionality (LOP), residual)
- 7) EN 14889-1 - Fibras for concrete - Part 1: Steel fibres - Definitions, specifications and conformity
- 8) EN 14488-5 - Testing sprayed concrete - Part 5: Determination of energy absorption capacity of fibre reinforced slab specimens.
- 9) ISO 13270 - Steel fibres for concrete – Definitions and specifications.

# EL PUENTE QUEENSFERRY CROSSING

## ***EL PODER DE LA INGENIERÍA ESTRUCTURAL***

*La compleja unión de cinco estructuras enormes conforma el nuevo Queensferry Crossing. Una increíble hazaña de ingeniería civil, realizada en el desafiante clima del Firth of Forth (río negro), cerca de Edimburgo, Escocia.*



JAVIER GUTIÉRREZ BERNAL



FOTOGRAFÍAS DE CROWN



L

## os puentes son una parte

esencial en el desarrollo de la infraestructura global. Desde las primeras estructuras edificadas en la antigüedad hasta las actuales mega construcciones, un conjunto de estos elementos ha dejado no sólo grandes obras maestras, sino también enriquecedoras experiencias que engrandecen y fundamentan a la ingeniería estructural y, por consecuencia, marcan nuevos hitos en el turbulento desarrollo de los sistemas estructurales a nivel mundial.

Los puentes han evolucionado gradualmente, desde los hechos de manera natural con troncos, piedras y lianas, hasta las emblemáticas vialidades atirantadas contemporáneas. Con la evolución de los puentes llegaron también nuevas tecnologías, impactando en el desarrollo de innovadores proyectos que mejoraron las condiciones sociales de vida de las poblaciones a nivel global. El binomio perfecto entre ingeniería y tecnología ha catapultado extraordinarias construcciones que satisfacen la demanda y requisitos de las sociedades modernas.

Desde el Renacimiento hasta la actualidad, la ingeniería estructural ha madurado significativamente. El desarrollo y comprensión de los materiales ha mejorado los sistemas estructurales; la edificación, el derrumbe de un viaducto, los cambios geológicos, la transformación de la ciencia y la tecnología han sacudido desde sus profundidades telúricas hasta las cimas más altas a los diseños de los megaproyectos viales.

Con la llegada de la Revolución Industrial y su oleada de inventos, entre ellos el surgimiento del hierro forjado, los diseñadores y constructores se atrevieron a crear grandes proyectos. Ejemplo de ello es la edificación del Menai (1826), el primer puente colgante del mundo, diseñado por Thomas Telford. Tuvieron que transcurrir 25 años más para que surgiera el viaducto tubular ferroviario, Britania Railway, de Robert Stephenson.

Los sistemas estructurales metálicos avanzaron provocando cambios significativos en sus diseños,

aunque dependieron en todo momento del tipo de obstáculo natural o artificial al que tuvieron que enfrentarse los profesionales de la ingeniería especializados en puentes. Lo fundamental fue dar forma a estructuras en equilibrio perfecto.

Para finales del siglo XIX llega el gran salto: las estructuras colgantes y el nacimiento del cable trenzado, es decir, nuevos sistemas estructurales que mejoraron los enlaces de transporte. Hablamos de puentes como el Niágara, el localizado en Brooklyn, el George Washington y el Golden Gate, entre otros, que son obras imponentes que le dieron la bienvenida al nuevo siglo.

¿Qué sucedía en México? “Al dar inicio el siglo XX, únicamente se construían losas planas de 10 m de claro máximo y, poco después, losas sobre varias nervaduras hasta de 15 m de claro. Para claros mayores se seguía recurriendo al acero estructural”, apuntó Enrique Chao en una investigación publicada en *Construcción y Tecnología en Concreto* hace unos años.

En suma, las grandes catástrofes, el crecimiento urbano, las guerras y las invasiones dan origen a una serie de innovaciones que perfilan el surgimiento de extraordinarias estructuras. La alianza del concreto y del acero trajo consigo un potente material (el concreto pretensado-armado) que llevará a inimaginables formas estructurales: los puentes atirantados.

Asimismo, el desarrollo de la ciencia y la tecnología al servicio de la ingeniería estructural permitió la construcción de sucesivos proyectos sobre el mar, desfiladeros profundos y estrechos. La meta final de los nuevos sistemas se basó en la posibilidad de brindar soluciones funcionales y estéticas duraderas, seguras y de calidad.

Es en este contexto que *Construcción y Tecnología en Concreto* se dio a la tarea de traer los pormenores del proyecto de infraestructura más grande de Escocia: el Queensferry Crossing, ubicado sobre el río negro Forth.

## Antecedentes

El Queensferry Crossing es el proyecto de



infraestructura más grande de Escocia y, al mismo tiempo, el puente atirantado de tres torres más largo del mundo. Pero, ¿cuál fue el detonante para erigir esta impresionante vialidad? De acuerdo con Transport Scotland, las autoridades responsables de la estructura, en los primeros años del siglo XXI la principal vía de la región, el Forth Road (FRB), edificado en 1964, comenzó a mostrar signos de deterioro significativo.

“En 2004, una inspección interna de los cables principales descubrió que la corrosión había provocado una pérdida de resistencia de entre ocho y diez por ciento, lo que generó el temor de que en el futuro se pudieran requerir restricciones significativas de tráfico para permitir las reparaciones. En ese momento, unos 70 mil vehículos usaban el puente todos los días y era una de las arterias económicas prioritarias de Escocia. Debido a estos problemas y al impacto potencial de los trabajos de mantenimiento, el FRB ya no se consideró viable como el cruce principal a largo plazo del Firth of Forth”.

La misma fuente informó que, en el año 2006, realizaron exhaustivos estudios y evaluaciones para determinar el sistema estructural óptimo que sustituiría al viejo FRB. Las soluciones “incluían puentes colgantes y atirantados y diferentes tipos de túneles en una variedad de ubicaciones”.

## Origen

Los principales proyectos de infraestructura, como el Queensferry Crossing, comienzan con un meticuloso trabajo de planificación y preparación, explicó Transport Scotland. “No aparecen de la noche a la mañana”.

Las autoridades responsables duraron más de tres años diseñando, procurando y gestionando el proyecto hasta su aprobación por el parlamento escocés. Finalmente, en diciembre de 2007, los

## DATOS GENERALES

ministros de dicha nación anunciaron la intención de salvaguardar el corredor de transporte transfronterizo, económicamente vital, mediante la construcción de un nuevo puente atirantado al oeste del FRB.

La empresa Arup y Jacobs Engineering UK fueron designadas por Transport Scotland para desarrollar el diseño de la impresionante, “estructura multimodal que transportaría autobuses guiados o trenes ligeros, así como automóviles y camiones, y tendría un camino para ciclistas y peatones”, explicó la firma Arup.

Fue precisamente Arup la compañía que se hizo responsable del “diseño civil y estructural, el diseño geotécnico, mecánico y eléctrico, además del diseño marítimo, la consultoría en ingeniería contra incendios y la consultoría de seguridad e ingeniería de fachadas.

Pero hay más, ya que dicha entidad brindó asesoría para el monitoreo de salud estructural, la ingeniería de análisis eólico, la gestión digital y la consultoría de materiales, además de una consultoría ambiental, gestión de proyectos y gestión de riesgos, lo que se complementó con las compras, programación y servicios de monitoreo de construcción”, reconoció Arup.

### Diseño y construcción

Con diseño de Naeem Hussain, líder de práctica de diseño de puentes de Arup, la impresionante estructura de Escocia, el Queensferry Crossing, tomó forma. Se trata de una vialidad atirantada de tres torres con cables fijos cruzados en el punto medio para estabilizar la torre central.

Este es el primer uso de cables cruzados en un puente colgante, lo que da como resultado tres torres monodelgadas que armonizan visualmente con las dos torres existentes del viejo puente PFR, y los tres voladizos del puente ferroviario. Una de las características más llamativas de la moderna estructura es su diseño de cable de alojamiento superpuesto.

En conferencia de prensa, Naeem Hussain comentó que “la tecnología del puente atirantado tiene ventajas reales. Al tensar los cables de retención, es posible evitar que la plataforma del puente se doble. La

- ▲ Nombre de la obra: Queensferry Crossing.
- ▲ Ubicación: Escocia.
- ▲ Tipo de puente: Una vialidad atirantada de tres torres con cables fijos cruzados en el punto medio.
- ▲ Director de diseño: Naeem Hussain.
- ▲ Firmas: Arup y Jacobs Engineering UK.
- ▲ Fuente: autoridad de Transport Scotland.



innovación del uso de cables cruzados también mejora la estabilidad de la torre central”, apuntó.

Otro aspecto clave en el diseño fue “crear algo que existiría en armonía con el entorno y las dos estructuras magníficas e históricamente significativas”. Después de muchas reflexiones, el equipo a cargo decidió cambiar su propuesta de diseño multimodal, lo que generó importantes ahorros financieros. “La decisión final fue una estructura de torre mono atirantada, con una viga de una sola caja. El beneficio de esta solución fue rentable y de bajo riesgo. Además, era fácil de operar y mantener”, sentenció el experto

En el mismo orden de ideas, otra de las consideraciones del diseño fue “la garantía de que el puente sería estable en las condiciones climáticas severas de sitio. Los datos meteorológicos del aeropuerto de Edimburgo y del PFR se utilizaron para evaluar los criterios del viento, incluida la turbulencia de este elemento natural”.

Por otro lado, para armonizar el diseño con las medidas de seguridad necesarias, el equipo creativo “tomó una perspectiva del mundo real. En lugar de diseñar los cimientos de las torres para resistir el impacto del barco más grande posible, planearon sobre la base de qué tipo de barcos navegarían generalmente en el Firth o Forth”.

Los retos para el equipo de diseño no acabaron allí, ya que hubo que agregar factores como el fuego, la complejidad del perfil geológico de la zona (estructuras rocosas formadas hace más de 200 millones de años) así como una intensa actividad volcánica. Al final, se decidió que los cimientos de la estructura se mantuvieran completamente debajo del nivel del agua.

“A diferencia de los puentes viejos, los pilares de Queensferry Crossing tienen un lugar de almacenamiento para materiales y espacio de oficinas para que los trabajadores puedan descansar”.

Los diseñadores también aprendieron del deterioro de los cables del FRB e instalaron sistemas de deshumificación en la plataforma y las torres, de manera que pudiera prolongarse la vida útil de la plataforma y los cables. Además, se elaboró un programa de mantenimiento preventivo. “Es como tomar la temperatura de un paciente; puede ver cuándo está subiendo e investigar la causa para encontrar un remedio”, explicó el líder creativo.

## Grandes desafíos

Uno de los elementos más desafiantes del proyecto fue la construcción de “los cimientos submarinos de las tres torres principales y los pilares de los viaductos. La tarea implicó el hundimiento de enormes cajones de acero en el lecho del Forth, luego de cavar a través del limo y hasta la roca de fondo. Todo se logró con poca visibilidad en el entorno de las

## ROMPIENDO RECORD MUNDIAL

- **La estructura abarca 1,7 millas** (2,7 km), lo que la convierte en el puente atirantado de tres torres más largo del mundo.
- **Es el mayor proyecto de infraestructura** en Escocia para una generación.
- **Nuevo récord mundial, en 2013**, cuando obtuvo el mayor vertido de concreto submarino continuo. La operación ininterrumpida de 24 horas vertió con éxito 16.869 m<sup>3</sup> de concreto en el cajón de la torre sur lleno de agua.
- **Antes de completar las secciones finales de cierre en la cubierta**, los voladizos equilibrados que se extienden 322 m al norte y al sur desde la torre central, es decir, 644 m de punta a punta, fueron registrados como los más largos de la historia.
- **Posee las torres de puentes más altas** del Reino Unido (210 m).
- **Es considerado el voladizo equilibrado independiente más largo del mundo.** (El ventilador de la cubierta de la torre central tenía un ancho de 644 m antes de estar conectado al resto de la estructura)



aguas difíciles del Firth of Forth, a medida que el río se ensancha para encontrarse con el Mar del Norte”.

## Manos a la obra

Las obras iniciaron en todos los frentes de uno y otro extremo. Una mañana de mayo de 2012, los habitantes de la región se sorprendieron al contemplar el avance de enormes cajones de acero que transitaban lentamente por el Firth of Forth (río negro escocés) y el PFR. Al llegar al sitio exacto, los enormes cajones se hundieron con pasimonia.

Después, “se vertieron más de 28 mil m<sup>3</sup> de concreto marino para formar un tapón de concreto que permitiera establecer cimientos sólidos para cada una de las torres” Y es que, entre los aspectos del trabajo más notables se incluyen la voladura de Beamer Rock para bajar la superficie y dejarla lista para la construcción de la torre central.

Al mismo tiempo, de uno y otro lado del río, se establecieron patios de fabricación. “Antes de que cualquier fabricación pudiera llevarse a cabo en el patio marino, el sitio tenía que someterse, primero, a un trabajo de fortalecimiento en preparación para recibir, fabricar y almacenar envíos de secciones de

acero para la construcción de puentes”, manifestó la autoridad de Transport Scotland.

Durante dos años, se crearon las instalaciones de fabricación de cubiertas, que “incluyen el equipamiento del patio de almacenamiento de 50,000 m<sup>2</sup>, con 800 zócalos de soporte de concretos fijos y móviles para construir una compleja línea de ensamblaje de sección de cubierta.

“La última etapa de la construcción incluyó la finalización de muchos detalles operativos y estéticos, de manera que el nuevo puente estuviera listo para su apertura pública. La cubierta del Queensferry Crossing aparecía como concreto desnudo, pero el trabajo de revestimiento de la carretera añadía los materiales y las marcas de la misma carpeta de rodamiento. Se debe incluir, por supuesto, la innovadora tecnología de protección contra el viento, diseñada para mantener el puente abierto en vientos fuertes”, finalizó la autoridad de Transport Scotland.

Nadie puede negar que el paisaje de Escocia cambió desde el mismo instante en que se encendieron las luces del Queensferry Crossing, un extraordinario puente que enmarca e ilumina al Río Negro de una de las naciones que componen el Reino Unido.

C

# “LA UNIDAD”: EL PUENTE QUE SE NIEGA A SER OLVIDADO

UN LAZO DE CONCRETO ESPECIAL ENTRE LA ISLA DEL CARMEN  
Y LA ISLA AGUADA SE TIENDE FUERTE Y FUNCIONAL



**El nuevo puente “La Unidad” está ubicado al Sur del Golfo de México, en la Boca de Puerto Real, sobre el margen Norte de la Laguna de Términos, en el Estado de Campeche. Actualmente la comunicación entre estas islas se realiza a través de la vieja vialidad, cuyo funcionamiento es inseguro y obsoleto pues su ciclo de vida útil ha concluido. A ello hay que agregar que las condiciones del entorno han cambiado, lo que ha incrementado el movimiento y la carga vehicular.**

El proyecto del nuevo puente reemplazará la estructura existente, impulsando el desarrollo económico del estado y del país, además de crear mejores condiciones de movilidad para los habitantes de la región. El tendido de esta obra de infraestructura es estratégico tanto para el gobierno del estado de Campeche como para Pemex Exploración y



JAVIER GUTIÉRREZ BERNAL



FOTOGRAFÍAS CORTESÍA DE CONAGUA

Producción, toda vez que es la única vía de enlace entre el centro logístico y administrativo de Pemex con la península de Yucatán.

## El viejo puente

Construido en 1982 bajo la administración de José López Portillo, el viaducto de La Unidad fue la segunda estructura más larga de Campeche, con una longitud de 3,227 metros. Este proyecto de infraestructura fue un hito de suma importancia en el desarrollo de la economía de la región, esencialmente para la logística de la industria petrolera mexicana.

No obstante, al pasar de los años el puente presentó severos problemas, principalmente de corrosión de los pilotes. Así, “derivado de factores constructivos y de mantenimiento, la antigua vialidad presenta evidencias físicas que permiten establecer la necesidad de la definitiva sustitución en virtud de la relevancia de las comunicaciones terrestres y marítimas para la región”, comunicó la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas e infraestructura (Seduopi).

## El nuevo ícono de la comunicación

El proyecto contempla una estructura de 3,285 metros de longitud, y su diseño tendrá una superestructura caracterizada por “un tablero con un ancho total de 14 m, formado por 6 traveses de concreto pretensado de tipo Nebraska de 2.2 m de peralte, y losa de rodamiento (de concreto reforzado) apoyada sobre las traveses”, explicó la Seduopi.

Asimismo, añadió la misma institución, para el diseño de la subestructura “se realizaron estudios geotécnicos con los que se identificaron las distintas conformaciones de suelo. De igual forma, se estudiaron las corrientes de agua y la zona del canal natural de llenado-vaciado de la Laguna de Términos; por lo tanto, la subestructura cuenta con 74 apoyos y está conformada por tres tipos diferentes de pilas, cuyas formas dependen de su ubicación a lo largo del cruce. En el mismo orden de ideas, en sus extremos, el puente se apoya en 2 caballetes formados cada uno por cinco tubulares de acero”.



## Al puente las coronas

“La corona será apoyada directamente en un sistema de prelosas montadas sobre vigas tipo Nebraska, las cuales estarán sujetas longitudinalmente en dos apoyos que equidistarán 45 m en sentido del eje del puente. Cada puntal consta de un caballete o cabezal que descansará en un grupo de columnas de concreto armado, transmitiendo su carga a la cimentación a través de zapatas de concreto armado, mismas que la transmitirán al suelo por medio de pilotes de concreto armado, colocado in situ”, expuso Seduopi.



## Prefabricados en la obra

Para la eficiencia y calidad del proceso constructivo fueron habilitados patios de fabricación: uno en Ciudad del Carmen, y otro en Isla Aguada. En estos sitios se llevan a cabo los procedimientos constructivos y de almacenaje de los elementos prefabricados que son trasladados a puerto real, donde se encuentran las barcazas que los transportan al punto de construcción, según los requerimientos de ejecución.

## Grandes retos

La ejecución del proyecto ha impuesto grandes desafíos, particularmente los geotécnicos y climáticos. La zona es propensa a huracanes y

sismos y el suelo del sitio es relativamente suave formado por arena y arcilla. Según Seduopi “la obra es una construcción de alto grado de tecnicismo, sobre todo en el área cercana a la comunidad de Isla Aguada, donde el lecho marino es más profundo y las corrientes de salida en la desembocadura de la Laguna de Términos limitan los trabajos costa afuera”.

## Fraguando la obra

El proyecto se ejecutará en diversas etapas: la primera corresponde a las tareas preliminares y preparación del sitio; la

segunda, arranque de la construcción; tercera, la operación y mantenimiento. Una de estas fases es particularmente especial: la etapa de construcción, donde se realizan actividades como:

- **Hincado de pilas de cimentación con vibrohincador.**
- **Cimentación de pilas.**
- **Construcción de traveses.**
- **Transporte de traveses al sitio del proyecto.**
- **Implementación de la superestructura y del parapeto.**
- **Trabajos finales y limpieza general del puente finalizado.**

## Reforzando lazos con concreto

Uno de los materiales fundamentales para llevar a cabo la estructura fue el concreto, cuyo proveedor, Cemex, informó que “el nuevo Puente de La Unidad es un proyecto de gran complejidad técnica no sólo por las condiciones climáticas de la zona, sino porque sus 3.3 km de longitud se ubican por encima de las aguas de la Laguna de Términos y el Golfo de México”.

El gigante cementero añadió que para garantizar la vida útil de la estructura (aproximadamente 50 años), se suministraron concretos especiales (Duramax, Fortis e Ingenia). “Estos concretos especiales están diseñados para resistir la corrosión del acero de refuerzo al disminuir los niveles de permeabilidad. Y para evitar la expansión por penetración de sulfatos, los concretos durables cuentan con una alta estabilidad química. En la operación, este concreto facilita los procesos de colocación debido a que requiere una menor intensidad de vibrado dada a su fluidez y su comportamiento en estado fresco”.

Así las cosas, después de muchos vaivenes administrativos el puente La Unidad será concluido e inaugurado en el primer trimestre del próximo año, garantizando e impulsando mejores condiciones de vida para los habitantes de esa región. **C**



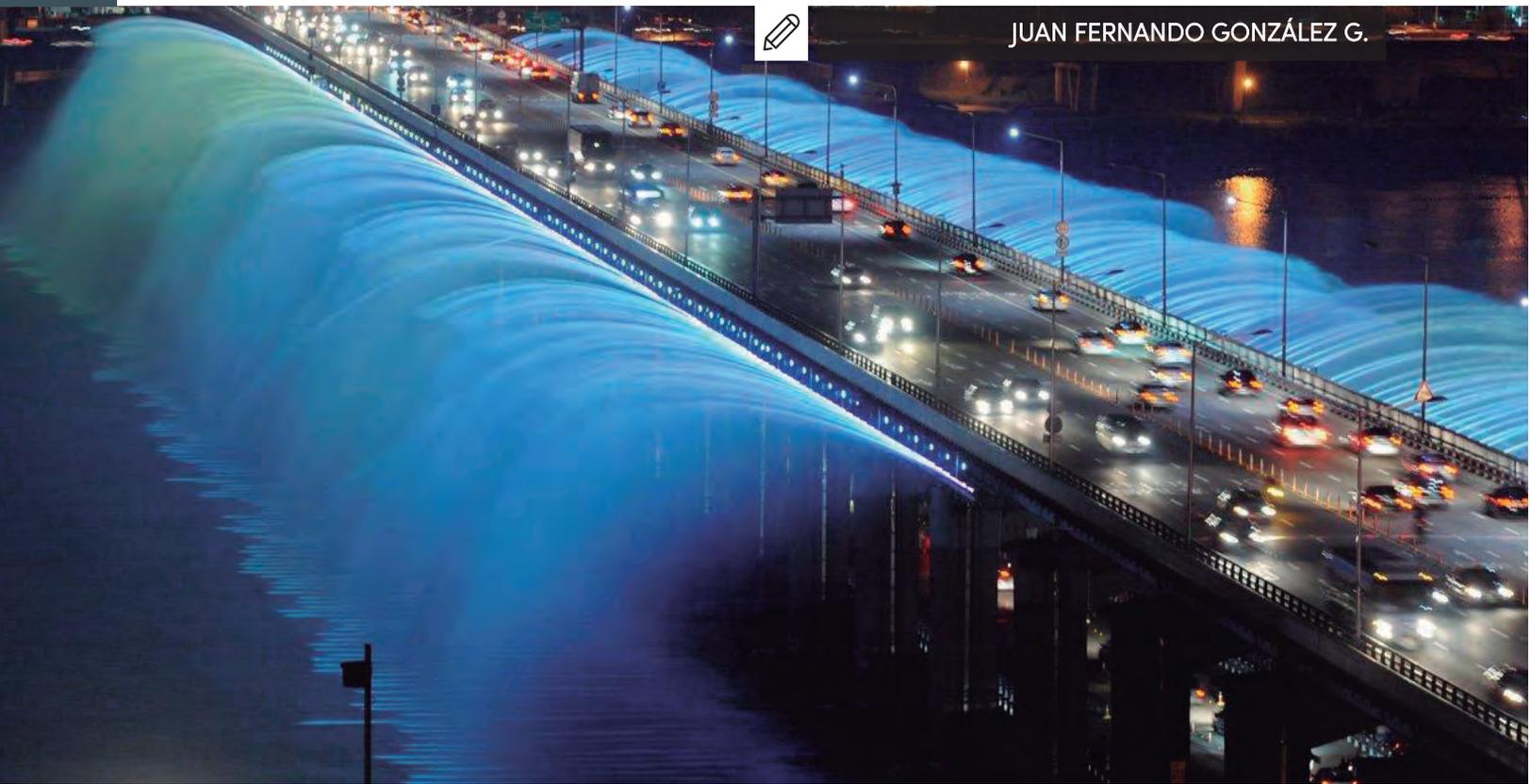
### ALCANCE DEL PROYECTO

- ▲ Proyecto ejecutivo.
- ▲ Complementación de estudio de Manifiesto de Impacto ambiental.
- ▲ Gestiones para autorización definitiva del proyecto por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- ▲ Pilotes, columnas, estribos, cabezales, diafragmas travesa, alumbrado
- ▲ Señalamiento horizontal y vertical
- ▲ Tramos carreteros.
- ▲ Planos As-Built.
- ▲ Libro de Proyecto.
- ▲ Acciones de mitigación de impacto ambiental de acuerdo a resolutive de la MIA.

Fuente: Elaborado con documento de la función pública y gobierno. Proyecto “Ingeniería, procura y construcción del Nuevo Puente Vehicular “La Unidad”.

# Puentes

## EVOLUCIÓN QUE NO SE DETIENE



JUAN FERNANDO GONZÁLEZ G.

**En los albores del siglo XX México se sumó** en una revuelta interna que empezó con la destitución del general Porfirio Díaz y se prolongó prácticamente 10 años. Era el tiempo de los primeros teléfonos y el inicio de la electricidad, la invención de la radio y los primeros aviones. En el campo de la ingeniería civil era una regla construir únicamente losas planas de 10 m de claro máximo; un poco más adelante se empezaron a ver losas sobre varias nervaduras hasta de 15 m de claro. Era el tiempo en el que se recurría preponderantemente al acero estructural

para resolver los claros mayores, hasta que el concreto hizo su aparición y se puso de moda porque era un elemento mucho más económico que el acero, entre otras cosas porque se fabricaba al pie de la obra con elementos locales.

México es dueño de una gran tradición en la construcción de todo tipo de puentes, algunos de ellos verdaderas obras de arte que ponen de relieve el talento de la ingeniería nacional. Desde los años 30 del siglo XX, la tecnología llegó paulatinamente a las aulas de



diversas universidades, lo que hizo posible que se empezaran a construir grandes puentes de concreto reforzado. Un ejemplo por demás claro es el puente Belisario Domínguez, que tomó el lugar del puente colgante sobre el río Grijalva (Chiapas, 1954).

Así lo consigna el periodista e investigador Enrique Chao, quien explica que a partir de la mitad del siglo XX "se generalizó la aplicación del concreto reforzado en los puentes comunes de claros pequeños y modernos. Al observarse la gran influencia que tenían los moldes en el precio unitario del concreto surgió la superestructura de sólo dos nervios, innovación nacional con respecto a la práctica de la época. Aunque la idea del concreto presforzado es muy antigua, no pudo materializarse en las obras de ingeniería civil. Se tuvo que esperar a que se desarrollaran los concretos y aceros de alta resistencia que permitían la aplicación de grandes fuerzas externas y reducían las pérdidas que experimentaban esas fuerzas, como consecuencia de las deformaciones diferidas", señala el especialista.

## Construir un puente sobre un río

Los puentes son estructuras estáticas masivas que soportan carreteras y ferrocarriles sobre ríos, cañones y otros impedimentos. Su objetivo consiste en superar algún obstáculo físico, es claro, pero hay muchos tipos de puentes y cada uno de ellos depende de su función y el lugar por el que van a cruzar, así como de la naturaleza geológica de la tierra sobre la que se asientan.

La clave para que un puente no se venga abajo es distribuir las fuerzas (cargas) de manera uniforme a través de algunos puntos clave en la estructura, usando para ello tensión (fuerzas de tracción) y compresión (fuerzas de empuje). Con cables, vigas, y arcos, además de materiales como el concreto armado, los ingenieros canalizan el peso del puente y su contenido sobre pilares (los soportes en cada extremo) y muelles (los soportes en el centro) que descansan sobre el lecho de roca o cajones (cajas de concreto armado) hundidos profundamente en terreno más suave.



# CONSTRUQUÍMICOS

Fotografía: Marcos Betanzos

### *¿Ha batallado con sus proveedores de **ConstruQuímicos** a lo largo de todo su proceso constructivo?*

Los que ya conocen **Imperquimia®** saben que somos un proveedor confiable de ConstruQuímicos desde la especificación y suministro hasta el servicio post venta. Le ofrecemos siempre el mejor **costo-desempeño** porque somos una empresa 100% Mexicana con Certificaciones que nos avalan internacionalmente.

Somos su socio estratégico para la fabricación de cemento donde ayudamos con aditivos a la molienda, y en concreto cubrimos desde aditivos hasta membranas de curado, desmoldantes, adhesivos, fibras de refuerzo hasta sus acabados profesionales y el mantenimiento efectivo de su construcción.

Usted puede confiar en nuestros técnicos especializados para optimizar sus costos y tiempos de fabricación y construcción.

#### Contacto

Cementos / Ing. Luis Enrique Orta Martínez  
Cel. 55 4088 3356  
eorta@imperquimia.com.mx

Concretos / Ing. Juan Carlos Farfán  
Cel. 55 8070 3257  
jfarfan@imperquimia.com.mx

01 800 7378 358  
imperquimia.mx

Aparte de la carga que soportan por su propio peso, los puentes se ven sometidos a todo tipo de fuerzas del medio ambiente. Nos referimos al viento, la corriente del río y, en algunas partes del mundo, fenómenos como terremotos y huracanes. Los valles de los ríos y de los estuarios (cuerpos de agua parcialmente encerrados que se forman cuando las aguas dulces provenientes de ríos y quebradas fluyen hacia el océano y se mezclan con el agua salada del mar) tienden a canalizar el viento, y por eso muchos puentes se han diseñado con un perfil delgado para ofrecer la menor resistencia posible al aire.

Los especialistas dicen que los puentes arqueados sobre ríos en ocasiones tienen grandes agujeros cortados en sus estribos (soportes laterales) para que las aguas de inundación fluyan a través de ellos, lo que reduce el riesgo de un colapso.

Hay muchas maneras de construir puentes sobre el agua. Todos los puentes (excepto los flotantes, que rara vez se utilizan de forma permanente), necesitan una base que descansa en el lecho. Las columnas de apoyo (los "pilares") se construyen sobre estas bases en las que, finalmente, se establece la superestructura.

## En Colombia también hace aire

Hace unos años se dio a conocer que Cemex desarrolló y suministró el 100% del concreto premezclado utilizado en uno de los proyectos de infraestructura más importantes de Colombia en los últimos años. Hablamos del puente más largo del país sudamericano que se convirtió en la clave de cuatro nuevas vías sustitutivas que hicieron posible que el transporte en el departamento de Huila sea más corto, con lo cual se generaron beneficios directos para múltiples sectores.

El Proyecto Hidroléctrico El Quimbo, en el departamento de Huila (al sur de Colombia), requirió del suministro de aproximadamente 37 mil metros cúbicos de concreto hecho a la medida y vigas de concreto prefabricadas.

## CINCO PUENTES EXCEPCIONALES

### ▲ **Puente Baluarte Bicentenario, Sinaloa**

En una región inhóspita se construyó una obra monumental. Su estructura está a una altura de 400 metros en la Sierra Madre Occidental, una impresionante obra de ingeniería que conecta el estado de Sinaloa con Durango. Este tramo carretero está constituido por una mega estructura de concreto y acero, con una longitud de 1,124 metros y cuatro carriles, dos en cada sentido, con un ancho total de 20 metros. Se sostiene por 152 tirantes (el más largo de ellos mide 280 metros).

### ▲ **Puente Mezcala en Guerrero**

Es uno de los cinco puentes de altura que comprende el trayecto de la Autopista del Sol, con la ruta México-Acapulco. Este puente atirantado tiene una longitud de 911 metros y una altura de 162 metros; se encuentra suspendido de tres mástiles de 140 tirantes, los más largos de 185 metros. Se trata del segundo puente con mayor altura de Latinoamérica.

### ▲ **Puente El Zacatal, en Ciudad del Carmen, Campeche**

Es la puerta de entrada a la Península de Yucatán y posee una longitud de 3,800 metros con un ancho de nueve metros. Forma parte de la carretera federal 180, en el tramo Villahermosa-Ciudad del Carmen.

### ▲ **Puente Tampico, Tamaulipas**

Esta fastuosa estructura atraviesa el río Pánuco, en Veracruz, hasta llegar a la zona metropolitana de Tampico. Mide 1,543 metros y posee 18 metros de ancho con cuatro carriles. Se considera una pieza clave en el sistema de distribución de carga del Golfo de México. Son distintivos sus tirantes acerados en el centro.

### ▲ **Puente de la Unidad en Monterrey**

Se trata de una construcción que comunica a la ciudad de Monterrey con San Pedro Garza García, un verdadero atractivo arquitectónico que realza el paisaje de la capital regiomontana. Con una longitud de 320 metros destaca, sin embargo, el mástil o pilón de 155 metros con 13 pares de tirantes, cada uno de siete hilos de acero galvanizado trenzados entre sí. Su encanto estético recae en el concreto blanco y el mármol que posee, elementos con un peso de 2 mil 400 toneladas.



Los datos técnicos muestran la complejidad de la obra: las cuatro vías sustitutivas de 13 kilómetros de longitud cuentan con 9 puentes que cubren un terreno montañoso y el Río Magdalena. Algo interesante que debe destacarse es el hecho de que el Departamento del Huila es de clima tropical, con temperaturas altas todo el año y susceptible de padecer el fenómeno conocido como El Niño.

Los especialistas de la cementera mexicana rápidamente se dieron cuenta que un concreto premezclado básico no sería suficiente para este proyecto y que sería necesaria una solución especializada. Después de varias pruebas, se tomó la decisión de desarrollar un concreto de alta resistencia que fuera capaz de soportar fuertes cargas y los efectos del Río Magdalena. La voz de los implicados aclara las dudas:

“La fórmula correcta, con las cualidades necesarias para este proyecto no era posible desarrollarla en cualquier planta ni con cualquier tipo de agregados o aditivos”, expresó Carlos Jacks, director ejecutivo de CEMEX Latam Holdings. “Nuestra habilidad para innovar es lo que nos diferencia. Fue a través de nuestra innovación que pudimos aportar a la construcción de una de las obras de infraestructura más importantes de Colombia”.

Por su parte, Mónica Polanco, líder comercial de CEMEX en Colombia y responsable del proyecto, señaló: “¡Nuestro reto más grande era el tiempo! Para cumplir con las líneas de tiempo tan apretadas, el concreto suministrado fue desarrollado para ser altamente acelerado, secando en menos de tres horas”, afirmó.

Para concluir, hay que señalar que una planta móvil fue instalada en el lugar y todos los elementos prefabricados fueron ejecutados in situ. Dado el extremoso calor de la región, cada metro cúbico de concreto tuvo que incluir más de 20 kilogramos de hielo para controlar su temperatura.

**C**

## EFEMÉRIDES DE CONCRETO

- **La aplicación del concreto** presforzado en puentes ocurrió por primera vez en Europa, al concluir la Segunda Guerra Mundial.
- **En México, la aplicación de esa** nueva tecnología fue relativamente temprana. El puente Zaragoza, sobre el río Santa Catarina, en la ciudad de Monterrey, fue el primer puente de concreto presforzado del continente americano. Se construyó en 1953.
- **En 1957 se construyó el puente** sobre el río Tuxpan, en el acceso al puerto del mismo nombre, en el estado de Veracruz. Se trata de otra primicia de la ingeniería mexicana en el continente americano, ya que fue la primera obra en que se aplicó el sistema de dovelas en doble voladizo.



# Nuevo pabellón del Cementerio de Dalmine, Arcos rotos abiertos al cielo

*El espacio es “la expresión de un lenguaje simple que representa el sentido profundo de la memoria y la relación, entre la vida y la muerte, que causa un estado de ánimo suspendido en una dimensión sagrada”, CN10Architetti.*



RAQUEL OCHOA MARTÍNEZ



FOTOGRAFÍAS CORTESÍA DE 2PORTZAMPARC



IMCYCOFICIAL



@IMCYC\_OFICIAL

# D

## Desde la antigua civilización

egipcia hasta los tiempos modernos se concede gran importancia a la relación muerte-vida. Aunque suene un tanto extraño, se puede hablar de una tendencia del diseño arquitectónico moderno en

la industria funeraria, el cual se distingue por la preservación del espacio, la estética, el manejo de la luz natural y las texturas cálidas, todos estos aspectos detonadores de la remembranza hacia los muertos.

En todo el mundo, las creencias espirituales han inspirado asombrosos proyectos arquitectónicos dirigidos al culto religioso, reflexivo, espiritual y funerario, entre otros. Los espacios funerarios están construidos sobre las ruinas de las civilizaciones que nos antecedieron.

En Italia, particularmente, existen muchos cementerios que son joyas del arte funerario. Antiguas civilizaciones levantaron ciudades completas dedicadas a los muertos. No obstante, los nuevos tiempos y la llegada de innovadoras leyes de salud pública obligaron al replanteamiento urbano y diseños innovadores de espacios dirigidos al camposanto.

Hoy, en Italia, la gran mayoría de los cementerios estándar son recintos ubicados en la periferia de las ciudades o pueblos, espacios que se caracterizan por sus largas filas de bóvedas de concreto selladas con una placa de mármol.

Y es que la arquitectura funeraria plantea una nueva forma de decir adiós a los seres queridos. Los diseñadores de cementerios replantean sus diseños conectando los principios del pasado con el presente para confluir en entornos que provocan paz y reencuentro de la vida con la muerte. Es un espacio cuya función es la de ser un centro funerario, en el que, al mismo tiempo, se genere un ambiente íntimo con armonía y espiritualidad.

En este contexto, un nuevo pabellón de la arquitectura funeraria italiana se perfila en el paisaje del Cementerio de Dalmine. La firma Cn10architetti, liderada por Gianluca Gelmini, es la responsable del diseño y construcción de las esbeltas estructuras en forma de arcos separados que albergan a los osarios y urnas cinerarias.

Cabe mencionar que los trabajos del estudio de arquitectura de Gianluca Gelmini abordan las diferentes escalas de intervención. A lo largo de los años, la firma ha participado en concursos nacionales e internacionales ganando premios y galardones. Su enfoque se basa en la búsqueda constante de nuevas soluciones que den forma a sorprendes espacios que transforman radicalmente la geografía del lugar. Su principio es "hacer arquitectura con el mayor respeto por un entorno".

La firma Cn10architetti, responsable de dar forma a los arcos funerarios de hormigón blanco y mármol del cementerio de la ciudad de Bérgamo, en el norte de Italia, reveló para Construcción y Tecnología en Concreto los pormenores de su propuesta creativa.



## Origen

“La ciudad de Dalmine es una localidad de 25,000 habitantes en el norte de Italia, y por su crecimiento urbano tuvo la necesidad de aumentar el cementerio principal con nuevos nichos para osarios y urnas cinerarias. En este sentido, se procedió al diseño y construcción de un nuevo pabellón con capacidad para 504 nichos”, explicaron los creativos de la firma italiana.

## Remembranza

Los recintos funerarios son parte de la historia y cultura de las metrópolis; dicho de otra manera, estos espacios se convierten en una extensión del hogar. En su libro *Arquitectura, muerte y nación: cementerios monumentales de la Italia del siglo XIX*, Hannah Malone plantea que “Italia fue testigo de la creación de cementerios de tamaño y grandeza sin paralelo que eran bastante diferentes a los cementerios italianos anteriores y los cementerios contemporáneos en otras partes de Europa”.

Las nuevas construcciones reflejaban las condiciones materiales de vida que atravesaron las ciudades italianas; es decir, los cambios sociales y políticos que dieron pie al surgimiento de la burguesía y la unificación del territorio italiano. En consecuencia, los cementerios del norte de esta península construidos en la etapa post-napoleónica (impactados por las medidas de salud pública) representan la clave de la modernidad. Es decir, el recinto mortuario se convirtió en un sitio de la memoria enmarcado por extraordinarios diseños arquitectónicos y la presencia de monumentos esculturales asombrosos.

## Los arcos funerarios de concreto blanco

La moderna y novedosa extensión del cementerio de Dalmine en la ciudad de Bérgamo, en el norte de Italia, se caracteriza por ser una formación de arcos a partir de piezas separadas que se organizan en pares para perfilar un camino espiritual de 75 metros cuadrados.



“En comparación con el tipo de osarios existentes, que consiste en un pórtico abierto en el gran espacio central, los nuevos osarios se construyeron en forma de bloques colocados a lo largo del lado oeste del recinto. Por su tamaño, recuerdan la tipología de las capillas familiares cercanas; sin embargo, en comparación con esta última, caracterizada por una pluralidad de lenguajes y materiales, los nuevos bloques se distinguen por una imagen esencial y mínima en la que la naturaleza y el artificio se combinan en un espacio habitado por luz”.

Los materiales son el vocabulario para crear un nuevo lenguaje, y la belleza de los arcos rotos es inherente a los materiales que crean su forma. “Los bloques son de un solo material hechos de concreto blanco y mármol Zandobbio. Son la expresión de un lenguaje simple que trata de representar el significado profundo del monumento o la memoria, la relación entre la vida y la muerte, el reconocimiento del lugar que despierta un estado de ánimo”, dijo Cn10architetti.

La comunión entre la muerte y la vida tiene un espacio “suspendido en una dimensión sacra inaccesible” al norte de Italia. Según los creativos, “la variedad de las estaciones influye en la percepción externa del tiempo al contrastar con la fijación mineral de las paredes internas”.

## Los Guardianes

Cual “custodios de la memoria de los seres queridos”, los arcos rotos dan la bienvenida a quienes visitan el recinto espiritual. “El acceso se produce entre los vacíos en los volúmenes, en continuidad con la ruta interna que los cruza y conecta. El nuevo conjunto se opone al gran

## DATOS DE INTERÉS

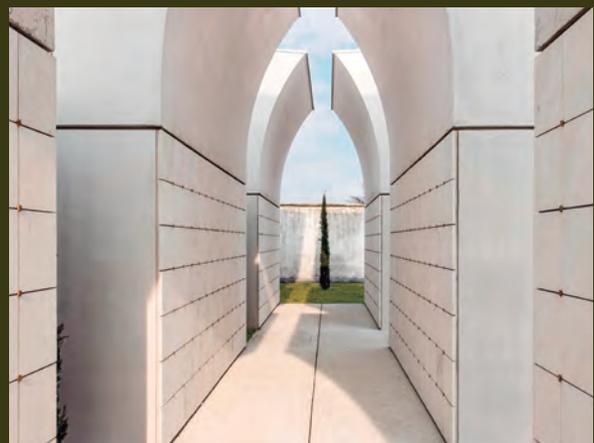
- ▲ Nombre de la obra:  
**Extensión del Cementerio de Dalmine.**
- ▲ Ubicación:  
**Ciudad de Bérgamo, en el norte de Italia**
- ▲ Despacho arquitectónico:  
**CN10 Architetti**
- ▲ Superficie total:  
**75 metros cuadrados**
- ▲ Función:  
**nuevo pabellón de osarios y urnas cinerarias.**
- ▲ Cliente:  
**Municipio de Dalmine**
- ▲ Fotografías:  
**Gianluca Gelmini**

tamaño del espacio del cementerio al colocar un lugar de reunión, protegido y medido en el cual el visitante se encuentra viviendo una dimensión más íntima”, explicó Cn10architetti.

Un sistema de gran simplicidad y elegancia, sin adornos ni decoración innecesaria. Así se perfilan los nuevos arcos rotos del cementerio de Dalmine, en la ciudad de Bérgamo. “La combinación regular de los tres bloques crea un sistema infinito unitario y, al mismo tiempo, serial y replicable. La composición se origina a partir de la simple extrusión de la sección transversal, representada por un gran portal en el que la parte inferior está definida por las paredes con las celdas, mientras que la parte superior termina arriba con un arco roto abierto hacia el cielo”, enfatizaron los creativos.

Asimismo, “los bloques no tienen otros orificios además de la excavación de la sección transversal. Hacia el cementerio se muestran en su estereometría geométrica pura de cubos blancos con paredes surcadas por cortes verticales que constituyen el único elemento de decoración y preciosidad. Los bloques son ambientes fríos y abiertos”.

La geometría de su diseño demostró ser eficiente y sorprendentemente efectiva para dejar que “el sol y la lluvia puedan caer dentro del espacio sin comprometer su facilidad de uso gracias a la generosa carcasa que protege las paredes. En este sentido, el contenedor y los contenidos se superponen en un juego de referencias en el que la ligereza y la esencia del espíritu se oponen a la gravedad del material”, concluyeron los artistas. **C**



# EL GOLDEN BRIDGE

## Y SUS GIGANTESCAS MANOS DE CONCRETO



JAVIER GUTIÉRREZ BERNAL



FOTOGRAFÍAS CORTESÍA DE PAXIBAY Y OTROS



IMCYCOFICIAL



@IMCYC\_OFICIAL



**Los puentes son las** construcciones que permiten acortar distancias, cruzar ríos, carreteras, acantilados, canales, o cualquier obstáculo impuesto por la naturaleza, o el hombre. Adicional a su

función como nexo entre uno y otro extremo, estas estructuras se han transformado en verdaderos tesoros de la humanidad. Los artífices de estos ingeniosos proyectos de arquitectura e ingeniería son los profesionales del diseño que se atreven a crear inimaginables formas que emergen de la geografía del sitio.

Entre los puentes más fantásticos se encuentra el Golden Bridge, ubicado en el complejo de entretenimiento Ba Na Hills, en las fueras de Da Nang, en Vietnam. La mayoría de las construcciones de esta región son reflejo de confort y modernismo. Sus colosales montañas y playas de arena suave son algunas de las características de la ciudad costera.

La historia que antecede a la actual Da Nang está cargada de intervenciones bélicas que asolaron a la región (Francia, 1858; Estados Unidos, 1965); y, a la vez toda la carga patrimonial corroborada en templos y piezas religiosas de los primeros habitantes de la zona.

Con todo, testigo fiel de los vestigios del pasado, Da Nang se llergue de entre las ruinas de la devastación bélica desafiando el futuro. Grandes capitales de la industria del turismo están reinventando esta ciudad costera, en su momento uno de los puertos más importantes de la región. Los impresionantes complejos turísticos e infraestructura urbana son iconos del renacimiento y modernidad de la urbe vietnamita, entre las estructuras más asombrosas se encuentra el Puente del Dragón que simboliza la fortaleza y liberación de Vietnam.

En este contexto, para Construcción y Tecnología en Concreto, el arquitecto Vu Viet Anh, director de diseño de TA Landscape Architecture, firma que no deja de transformar el espacio en construcciones extraordinarias, y que fue seleccionada como responsable del extraordinario proyecto del Golden Bridge o Cau Vang (Puente de Oro), nos informó los detalles

sobre la pasarela peatonal edificada en la ciudad de Ho Chi Minh, en las Montañas Ba Na.

## Historia

Inaugurado en junio de 2018, el Puente de Oro parece extraído de las páginas del libro de la Odisea, escrito por Homero. La singular estructura dorada, soportada por dos colosales manos de concreto, pareciera emerger de las exuberantes montañas de la provincia de Da Nang, sobre los hermosos jardines de Thien Thai, ubicados en el complejo hotelero Ba Na Hills, edificado por los colonizadores franceses en 1919, hoy en día uno de los destinos turísticos más importantes del país vietnamita. Como parte del programa de expansión continua de los jardines Avatar del complejo turístico, se decidió construir el Golden Bridge, seleccionando al despacho TA Landscape Architecture, responsables del concepto creativo de la increíble estructura. Según el director de diseño de la firma creativa, la pasarela exhibe unas “manos gigantes de dioses, sacando una tira de oro de la tierra”.

## Concepto creativo y función

Para los creativos, “El Golden Bridge es una parte importante de la ruta recientemente mejorada desde la estación del teleférico hasta los jardines. Antes de la construcción, los desplazamientos entre los dos destinos exigían cambios debido a la considerable diferencia de altura entre los dos puntos. En consecuencia, la demanda de un conector para una mejor circulación era esencial”. El concepto del puente no solo surgió de su forma, sino también de la historia del sitio –explicaron los creativos–, “como parte de una expansión del Jardín Avatar, el puente continúa exhibiendo su tema existente que se enfoca en el mito de Dioses, los humanos y la naturaleza. Para el concepto general los “dioses” son, usualmente, seres superiores a los humanos y están ilustrados como seres humanos sobrenaturales a gran escala. Por ese motivo, extensas partes del cuerpo, un par de manos enormes en este caso, se manejaron en el diseño; ya que los elementos inusuales comúnmente provocan la atención y curiosidad de los visitantes, además de asombrarlos.



La notable apariencia de dos enormes empuñaduras parece que sacan al puente del suelo y lo adoraron como si fuera un regalo de la naturaleza. Además, el clima brumoso y montañoso también ayuda a promover la estética del diseño”.

## Un lingote de oro

El Golden Bridge está modelado como un precioso lingote de oro que es arrastrado y atesorado por un par de manos gigantes entre el cielo y la tierra –comentó la firma creativa–, “La solución inicial propuesta fue construir una pasarela elevada entre los dos destinos; sin embargo, después de un gran problema de la pendiente del terreno, se optó por seguir una pista distintiva. Posteriormente, el nuevo diseño del puente arqueado está en armonía con su entorno para que los elementos artificiales como los elementos naturales puedan integrarse en la planificación. El resultado es un espectacular puente peatonal de 150 metros de largo que parece que se extiende en el aire bajo la presión de manos colosales”.

Pero, cómo surgió la solución de un diseño tan increíble? A decir de los creativos “la clave para el desarrollo del diseño era cómo la estructura debía insertarse en un sitio sensible, sin mayores daños e interrupciones en el acantilado de abajo. A pesar de la complejidad estructural, el uso extensivo de software paramétrico y la comprensión del equipo de las técnicas de fabricación permitieron la aplicación de columnas de ramificación que ayudan a reducir la cantidad de columnas y mejorar la perspectiva del proyecto”.

Agregaron los creativos que “las columnas utilizadas para el Puente Dorado tenían su marco pintado en tonos apropiados para mezclarse con el bosque y dar la impresión de una estructura flotante. Las dos manos están apoyadas por el esqueleto siguiendo la estructura anatómica, cubiertas y decoradas con técnicas de tematización”.

En el mismo orden de ideas, los creativos señalaron que “el puente de 5 metros de ancho señala el futuro de la zona, con un diseño que agrega valor a sus alrededores, fomentando el paisaje existente en la ladera de la montaña. El puente genera un destino para caminantes y una plataforma de observación excepcional donde los visitantes pueden deleitarse con la ciudad de Da Nang y Montañas de Truong Son en días soleados”.

Para los creativos “más allá de su función como cruce, el paso elevado sirve como un punto de referencia visual y un lugar para contemplar el paisaje, ya que los peatones se abren paso por la ladera de una montaña. El camino está forrado con *Salvia farinacea* púrpura para una apariencia glamorosa que complementa la iconografía de los elementos espaciales existentes. La alineación horizontal de Golden Bridge define una sensación de ligereza y elegancia como nuestro objetivo fue proporcionar una curva elegante que también se mezclará con el paisaje. Como tal, había que prestar especial atención al tratamiento del paisaje”, enfatizaron los creativos.

En relación al uso de las tonalidades, el nuevo Puente de Da Nang, “establece una relación con el entorno delicado al absorber



su paleta contextual de colores y columnas de puentes verdes en forma de árboles, en conjunto, dan lugar a un contraste de color. Además, todos los colores y materiales utilizados para las dos manos fueron seleccionados cuidadosamente para crear una apariencia real de una ruina envejecida del suelo. Las dos manos gigantes fueron embellecidas deliberadamente con grietas y musgo”.

Así las cosas, “a la larga, el Golden Bridge funcionará como una característica destacada para Ba Na Hills Resort. Se cree que su imagen simbólica sirve como una gran atracción turística no solo en la ciudad de Da Nang sino también en todo el país”, concluyó TA Landscape Architecture.

**C**

## DATOS DE INTERÉS

- ▲ Nombre de proyecto: **Golden Bridge o Cau Vang (Puente de Oro).**
- ▲ Ubicación: **Ba Na Hills Resort Da Nang, en Vietnam.**
- ▲ Cliente: **Grupo Sol.**
- ▲ Longitud: **150 metros.**
- ▲ Fecha de construcción: **2017-2018**
- ▲ Firma de arquitectos: **TA Landscape Architecture.**
- ▲ Diseño conceptual: **Vu Viet Anh, director de diseño; Nguyen Quang Huu Tuan, director de diseño de Golden Bridge; Tran Quang Hung, director de diseño de Golden Bridge.**
- ▲ Plantación y Diseño Técnico: **Pham Thi Ai Thuy, gerente de proyecto; Phan Thi Thanh Hien, gerente de diseño del jardín Avatar; Khong Minh Trang, gerente de diseño de paisaje.**



# CONSTRUCCIÓN ACCELERADA DE PUENTES CON ELEMENTOS PREFABRICADOS UNIDOS MEDIANTE CONCRETO DE ULTRA ALTO DESEMPEÑO



GREGORY NAULT



INGENIERO DE PROYECTO DUCTAL® UHPC | UNA TECNOLOGÍA DE LAFARGEHOLCIM



# Una Tecnología de LafargeHolcim

## Introducción

**I**l uso de Concreto de Ultra Alto Desempeño (comúnmente conocido como UHPC, por sus siglas en inglés) en proyectos de infraestructura de puentes en los Estados Unidos ha aumentado sustancialmente en los últimos años. La mayoría de estos proyectos han utilizado el UHPC como material de unión entre los elementos prefabricados en puentes para acelerar el programa de construcción en el sitio, mejorar la durabilidad a largo plazo de los sistemas prefabricados y simplificar el procedimiento de fabricación y montaje.

## Definición del Concreto de Ultra Alto Desempeño

La Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos (FHWA, por sus siglas en inglés) define el UHPC como un material compuesto con relaciones agua-material cementante menores a 0.25 y un alto porcentaje de refuerzo de fibra. El UHPC presenta propiedades mecánicas que incluyen una resistencia a la compresión superior a 150 MPa y una resistencia a la tensión post-ruptura de más de 5 MPa. Además, en comparación con el concreto convencional, los

elementos hechos con UHPC tienden a presentar una mayor durabilidad por su alta densidad.

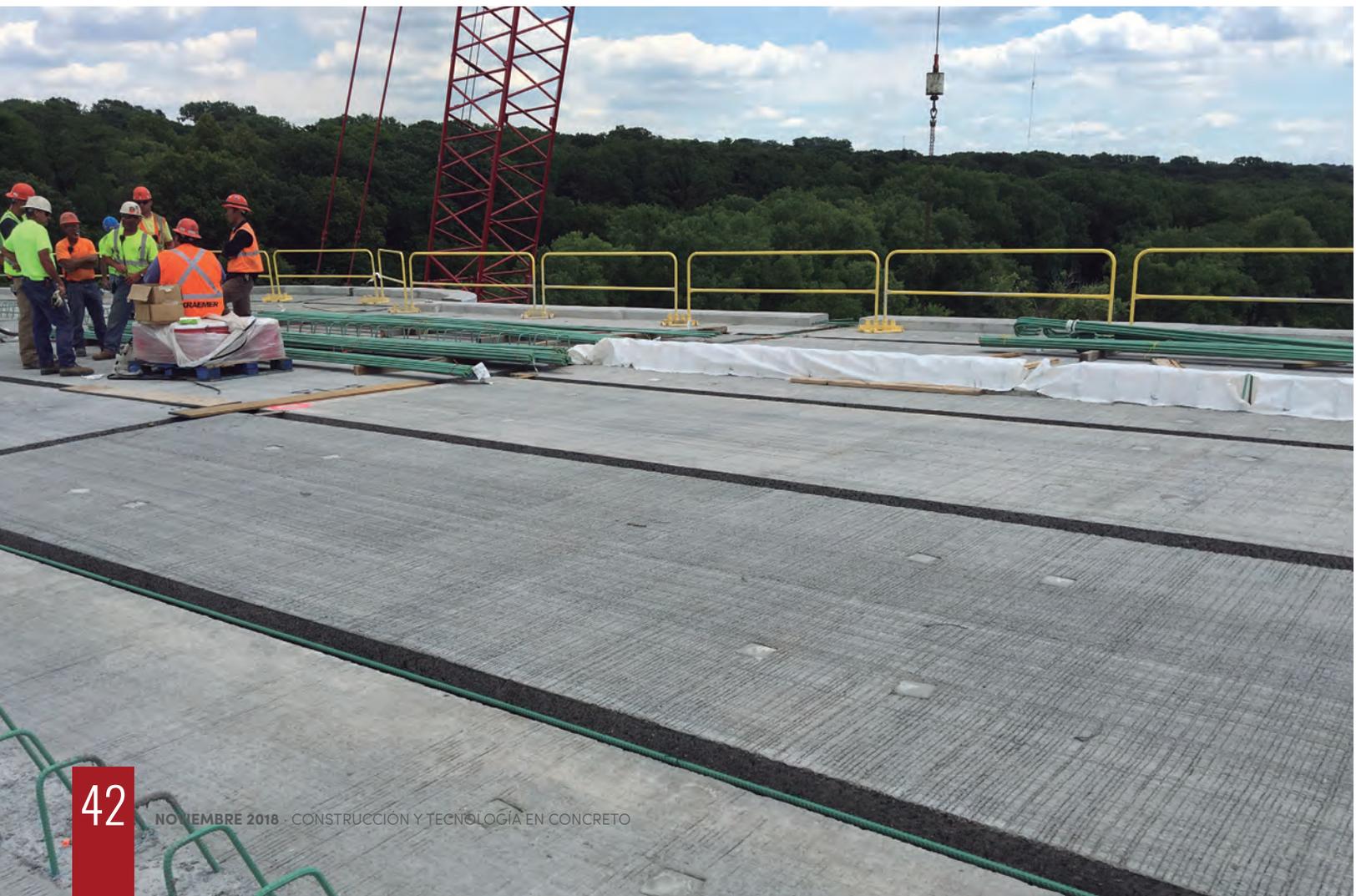
## Infraestructura de puentes en Estados Unidos

De acuerdo a un informe realizado por la Sociedad Americana de Ingenieros, en 2017, el cual califica diferentes tipos de infraestructura en Estados Unidos, la infraestructura de puentes presentaba retos importantes debido a la antigüedad y al deterioro de sus condiciones en la red. La edad promedio de los puentes existentes es de 43 años; cerca del 9% de ellos se clasificaron como estructuralmente deficientes.

Como es de esperarse, los puentes que requieren mayor atención tienden a estar ubicados en áreas metropolitanas donde

la densidad de población y los volúmenes de tráfico son más altos. Esto presenta un desafío importante para su rehabilitación y reemplazo. Por lo tanto, muchas agencias estatales de transporte están trabajando en el desarrollo de métodos de construcción acelerada para agilizar el programa de construcción y reducir los retrasos a los usuarios.

Esta metodología implica la fabricación de algunos elementos del puente fuera del sitio (o adyacentes al sitio) que luego se envían a la ubicación del proyecto y se ensamblan en el lugar. Este tipo de sistema ha estado en uso durante varias décadas; sin embargo, el rendimiento a largo plazo de estos conjuntos ha sido poco confiable a lo largo de los años, principalmente porque se utilizan materiales de baja calidad en las conexiones, provocando con ello un agrietamiento prematuro de las juntas y la consiguiente corrosión y deterioro de todo el sistema.



El uso de UHPC como material de unión ha simplificado significativamente los detalles de las juntas y mejorado drásticamente la durabilidad de las conexiones a largo plazo. Esta aplicación ha sido investigada exhaustivamente por la FHWA desde 2008. En consecuencia, la FHWA también ha publicado numerosos informes que validan la capacidad de UHPC para crear conexiones simples, fuertes y duraderas.

Los resultados de pruebas de adherencia entre el acero y el UHPC han demostrado que las barras de refuerzo pueden desarrollarse completamente en longitudes muy cortas y los sistemas prefabricados se comportan como secciones monolíticas.

## El puente de la Avenida Franklin sobre el río Mississippi, un caso de estudio

Un ejemplo notable de innovación en la construcción de puentes con conexiones de UHPC sucedió en la ciudad de Minneapolis, Minnesota. El puente de la Avenida Franklin fue completamente remodelado durante un periodo de 3.5 meses. Los paneles de concreto prefabricado que se extendían entre las vigas se conectaron entre sí mediante juntas de UHPC de la marca Ductal®. Hay que señalar, asimismo, que los empalmes de acero de refuerzo de ambas placas dentro de las conexiones UHPC simplificaron la fabricación de los componentes y facilitaron el ensamblaje en campo.

Previo a la construcción del puente se determinó que una rehabilitación con métodos convencionales tardaría hasta 2 años en completarse. Por esta razón, se eligió como la mejor alternativa el uso de sistemas prefabricados, gracias a los cuales la cubierta del puente podría ser completamente rehabilitada y reabierto al tráfico en un periodo de tan sólo 4 meses.

## DATOS DE INTERÉS

- ▲ **Nombre del proyecto:** Rehabilitación del Puente sobre Avenida Franklin (oficialmente llamado el F.W. Cappel Memorial Bridge).
- ▲ **Características:** puente de arco de cubierta de concreto de cinco claros.
- ▲ **Longitud:** 308 metros (tenía el arco de concreto más largo del mundo con 122 metros cuando se construyó por primera vez en 1923).
- ▲ **Ubicación:** Condado de Hennepin, Minnesota, Estados Unidos.
- ▲ **Uso:** tráfico vehicular y no vehicular que sirve a más de 10 mil cruces por día.
- ▲ **Contratista:** Kraemer North America.
- ▲ **Proveedor de UHPC:** Ductal® de LafargeHolcim.
- ▲ **Inicio de la obra:** 8 de mayo de 2016.
- ▲ **Inauguración:** 1° de septiembre de 2016.
- ▲ **Volumen de UHPC utilizado:** 268 metros cúbicos mezclados y colados en sitio.
- ▲ **Costo total de construcción:** 43 millones de dólares



Si bien la velocidad de construcción fue el factor determinante de este proyecto, hubo otras ventajas al usar un sistema de cubierta prefabricada, la cual sería, en última instancia, de mejor calidad que una opción hecha en sitio debido a mejores medidas de control y condiciones de curado durante la fabricación.

La tecnología de prefabricados también permite que la mayor parte de la contracción del concreto ocurra antes de la instalación de la plataforma, lo que reduce drásticamente el agrietamiento por contracción. Esto, aunado al uso de barras de acero con cubierta epóxica y una capa de concreto polimérico mejoraría la durabilidad y la vida útil de la nueva plataforma.

## Proceso de colocación

Para la colocación del UHPC se utilizaron dos mezcladores portátiles de medio metro cúbico en el sitio. Los dos mezcladores trabajaron en tándem, de modo que cuando un mezclador

estaba comenzando el proceso de mezclado de 20 minutos, el otro estaba listo para descargar el material para su colocación (ver figura 1).



Antes de colocar el material en la junta, se humedecieron los elementos prefabricados (ver figura 2). Este es un paso necesario para asegurar que se desarrolle una buena unión entre el elemento prefabricado y el UHPC. Cuando la junta estaba casi llena de UHPC, se instalaron cimbras a lo largo de la parte superior de las juntas para contener el material autocompactable y evitar que se derramara por los extremos de la junta. Una vez colocada la cimbra, se vertió

material adicional para proporcionar cierta presión hidrostática y garantizar que la junta estuviera completamente sellada (ver figura 3).



*Cuestiona el presente  
Imagina el mañana  
Crea para el futuro*

- **Consultoría y Diseño**
  - Eléctrico
  - Estructuras
  - Hidrosanitario
  - Mecánico
  - Sistema contra Incendio
  - Sistemas Especiales
  - Sustentabilidad
- **BIM**
- **Supervisión**
- **Gerenciamiento de Proyectos**
- **Ambiental**

Cracovia 72, A-215  
San Ángel, Álvaro Obregón,  
CDMX 01000.

(55) 4542

(55) 4733

buildingsmx.com

www.com



# Moctezuma presente en las grandes obras de México

**Torre Levant**

10,000 m<sup>3</sup>

Cliente: Gutiérrez de Velazco  
Boca del Río, Veracruz

[www.cmoctezuma.com.mx](http://www.cmoctezuma.com.mx)



## Conclusiones

El uso de UHPC en puentes de América del Norte continúa creciendo. Desde los primeros proyectos piloto que se completaron hace una década, el número de implementaciones ha llegado a sumar al día de hoy más de 180 puentes en Estados Unidos y Canadá. La gran mayoría de estos puentes utilizaron UHPC para las juntas entre elementos prefabricados; sin embargo, también se utilizó UHPC en la elaboración de elementos prefabricados (como vigas o cubiertas) e incluso para rehabilitar componentes deteriorados (reemplazo de juntas, revestimiento de cubiertas, por ejemplo).

La investigación actual ha demostrado que el UHPC proporciona conexiones simples, resistentes y durables entre elementos prefabricados para puentes como paneles y vigas.

Los sistemas de construcción de puentes prefabricados pueden acelerar sustancialmente el programa de construcción, lo que representa una menor reducción del cierre de vías para el usuario, al tiempo que mejora la durabilidad a largo plazo de la estructura final.

*Nota: Este documento está basado en el artículo "CASE STUDY OF TWO ACCELERATED BRIDGE CONSTRUCTION PROJECTS IN THE U.S. USING PREFABRICATED BRIDGE ELEMENTS CONNECTED WITH UHPFRC", publicado durante el AFGC-ACI-fib-RILEM Int. Symposium on Ultra-High Performance Fibre-Reinforced Concrete, UHPFRC 2017 – October 2-4, 2017, Montpellier, France.*

C



# El Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C.

Invita a todos los laboratorios interesados a participar en los programas de ensayos de aptitud que se llevarán a cabo durante 2019 para la rama de Construcción en las subramas de Concreto, Cemento, Agregados, Geotecnia (Terracerías y Compactación), así como para la rama Metal-Mecánica en la subrama de Tensión (para varillas de acero de refuerzo).

## Programas de Ensayos de Aptitud 2019

RAMA	SUBRAMA	ALCANCE*	PROGRAMA	PERIODO DE INSCRIPCIONES	
Construcción	Concreto **incluye los métodos con versión inmediata anterior a la vigente	<b>ENSAYOS BÁSICOS</b> NMX-C-156-ONNCCE-2010 NMX-C-083-ONNCCE-2014  <b>ENSAYOS ADICIONALES</b> NMX-C-128-ONNCCE-2013 NMX-C-157-ONNCCE-2006 NMX-C-162-ONNCCE-2014 NMX-C-169-ONNCCE-2009** NMX-C-191-ONNCCE-2015** NMX-C-435-ONNCCE-2010  <b>MÉTODOS DE APOYO</b> NMX-C-109-ONNCCE-2013 NMX-C-159-ONNCCE-2016 NMX-C-161-ONNCCE-2013	CONCRETO 01/2019 Ciudad de México	07 al 17 de Enero	
			CONCRETO 02/2019 Monterrey	28 de Enero al 13 de Febrero	
			CONCRETO 03/2019 Guadalajara	04 al 21 de Marzo	
			CONCRETO 04/2019 Mazatlán	19 de Marzo al 04 de Abril	
			CONCRETO 05/2019 Mérida	01 al 30 de Abril	
			CONCRETO 06/2019 Celaya	22 de Abril al 16 de Mayo	
			CONCRETO 07/2019 Ciudad de México	29 de Mayo al 20 de Junio	
			CONCRETO 08/2019 Tijuana	29 de Julio al 21 de Agosto	
			CONCRETO 09/2019 Ciudad de México	01 al 23 de Octubre	
	Cemento **incluye los métodos con versión inmediata anterior a la vigente	NMX-C-049-ONNCCE-2015** NMX-C-056-ONNCCE-2013** NMX-C-057-ONNCCE-2015** NMX-C-059-ONNCCE-2013** NMX-C-061-ONNCCE-2015** NMX-C-062-ONNCCE-2015** NMX-C-132-ONNCCE-2015** NMX-C-152-ONNCCE-2015** NMX-C-185-ONNCCE-2015**	CEMENTO 01/2019 Nivel Nacional	11 de Junio al 04 de Julio	
	Agregados	<b>ENSAYOS BÁSICOS</b> NMX-C-073-ONNCCE-2004 NMX-C-077-ONNCCE-1997 NMX-C-084-ONNCCE-2006 NMX-C-088-ONNCCE-1997 NMX-C-164-ONNCCE-2014 NMX-C-165-ONNCCE-2014 NMX-C-166-ONNCCE-2006 <b>MÉTODOS DE APOYO</b> NMX-C-030-ONNCCE-2004 NMX-C-170-ONNCCE-1997	AGREGADOS 01/2019 (Agregado fino) Nivel nacional	08 al 25 de Enero	
			AGREGADOS 02/2019 (Agregado grueso) Nivel nacional	28 de Octubre al 13 de Noviembre	
			TERRACERÍAS 01/2019 Nivel nacional	25 de Febrero al 08 de Marzo	
					TERRACERÍAS 02/2019 Nivel nacional
Geotecnia-Terracerías Determinación de la masa volumétrica seca máxima y contenido de agua óptima			Pregunte por el alcance	COMPACTACIÓN 01/2019 Monterrey	28 de Enero al 13 de Febrero
				COMPACTACIÓN 02/2019 Toluca	03 al 22 de Mayo
	COMPACTACIÓN 03/2019 Toluca	02 al 25 de Septiembre			
Geotecnia-Compactación Determinación de la masa volumétrica y humedad en sitio (determinación de la compactación en el lugar)	Pregunte por el alcance				
Metal-Mecánica	Acero	ENSAYOS NMX-B-434-1969 NMX-C-407-ONNCCE-2001 NMX-B-172-CANACERO-2013 NMX-B-506-CANACERO-2011 ASTM-A-370-2008 ASTM-E8/E8M-13a ASTM-A-615-1997	ACERO 01/2019 Nivel Nacional	04 al 16 de Enero	
			ACERO 02/2019 Nivel Nacional	18 de Junio al 10 de Julio	

### Observaciones:

- No se incluyen en este calendario, aquellos programas solicitados por algún participante.
- Programa sujeto a cambio. (El número consecutivo de los programas puede cambiar de acuerdo al punto anterior)
- Los ensayos de Concreto y Compactación, se desarrollan en sitio, en las ciudades indicadas para cada caso.

\* La versión de los métodos de ensayo en las normas acreditadas puede ser actualizada en el transcurso del año.

**Ing. Diana Zamora Godínez**  
 Coordinadora de Programas de Ensayos de Aptitud  
 5552767200 Ext. 124

# SOLUCIONES EN CONCRETO

PARA EL CONSTRUCTOR PROFESIONAL



## Impercem®

La solución repelente al agua para tu proyecto

El concreto Impercem® tiene una alta repelencia al agua, disminuyendo el costo en impermeabilizantes y evitando la formación de manchas de humedad.

### BENEFICIOS:

- Repele el agua en la superficie del elemento colado
- Reduce los daños y costos por mantenimiento comparado con solo utilizar membranas tradicionales para impermeabilizar
- Evita la migración de la humedad en muros y cimentaciones



### IDEAL PARA:

- Cimentaciones
- Muros
- Losas de azotea
- Columnas
- Losas de cimentación
- Muros Tilt-up
- Terrazas y balcones

01 800 CONCRET / 01 800 2662738



JAVIER GUTIÉRREZ BERNAL.



IMCYCOFICIAL



@IMCYC\_OFICIAL

## CONSTRUCTORES Y DISEÑADORES DE SUEÑOS

**1.**

“Nunca pensé, este es un puente perfecto. Siempre había algo nuevo que aprender”. “La estética del puente consiste en la expresión visual de una estructura eficiente que se integra de manera óptima en su entorno y que se le ha dado una forma elegante”. Christian Menn.

**2.**

“Los puentes simbolizan ideales y aspiraciones de la humanidad. Salvan las barreras que nos separan y juntan pueblos, comunidades y naciones en unidades más íntimas. Acortan distancias, aceleran el transporte y facilitan el comercio”. David B. Steinman.

**3.**

“Los puentes deben ser funcionales, seguros y duraderos, pero también deben ser elegantes y hermosos”. Ian Firth

**4.**

“Para mí, un puente es un problema resistente y mi tarea es resolver ese problema. Si el puente va a unir dos pueblos o si va a costar más o menos, eso no me afecta”. Javier Manterola.

**5.**

“Los puentes se contemplan en muchas direcciones. Lo principal es aprehender lo que está a su alrededor”. Joaquín Alvado.

**6.**

“Un buen puente debe durar 100 años, gracias a una buena calidad de construcción. Pero aun con absoluta calidad, su vida dependerá del mantenimiento”. Michel Virlogeux.

**7.**

“Persigo construyendo puentes monumentales a escala global. En mi trabajo, cruzo vastos continentes en busca de nuevas fronteras en la ingeniería de puentes. Me siento alentado cuando otros consideran que he ayudado de alguna manera a empujar nuevos límites”. Robin Sham.

**8.**

“Los constructores de puentes fueron muy conscientes de la seriedad del acto de construir un puente. muchos de estos puentes tienen cinco o seis siglos y han resistido terribles crecidas del río (Turia). pero incluso teniendo en cuenta los requerimientos estructurales de un puente, los constructores también pensaron en construir pequeñas capillas, quizá para rezar en ellas y no ser arrastrados por la siguiente crecida”. Santiago Calatraba.

**9.**

“Después del 11 de septiembre, comenzamos a buscar formas de proteger mejor la infraestructura crítica, como puentes grandes y complejos. Eso incluye medidas de protección para los cables principales y colgadores de puentes colgantes que incorporan materiales compuestos avanzados. Dadas las numerosas amenazas y los desafíos financieros que enfrentan las comunidades cuando buscan reemplazar o introducir una nueva infraestructura de puentes, es vital que creemos puentes de todo tipo más seguros, menos costosos, más sostenibles y de mejor desempeño”. Theodore P. Zoli.

**10.**

“Un puente no solo para unir ambas partes de Estambul, sino también un puente para unir a personas y naciones”. William Brown.

**C**

EL CONCRETO EN LA OBRA

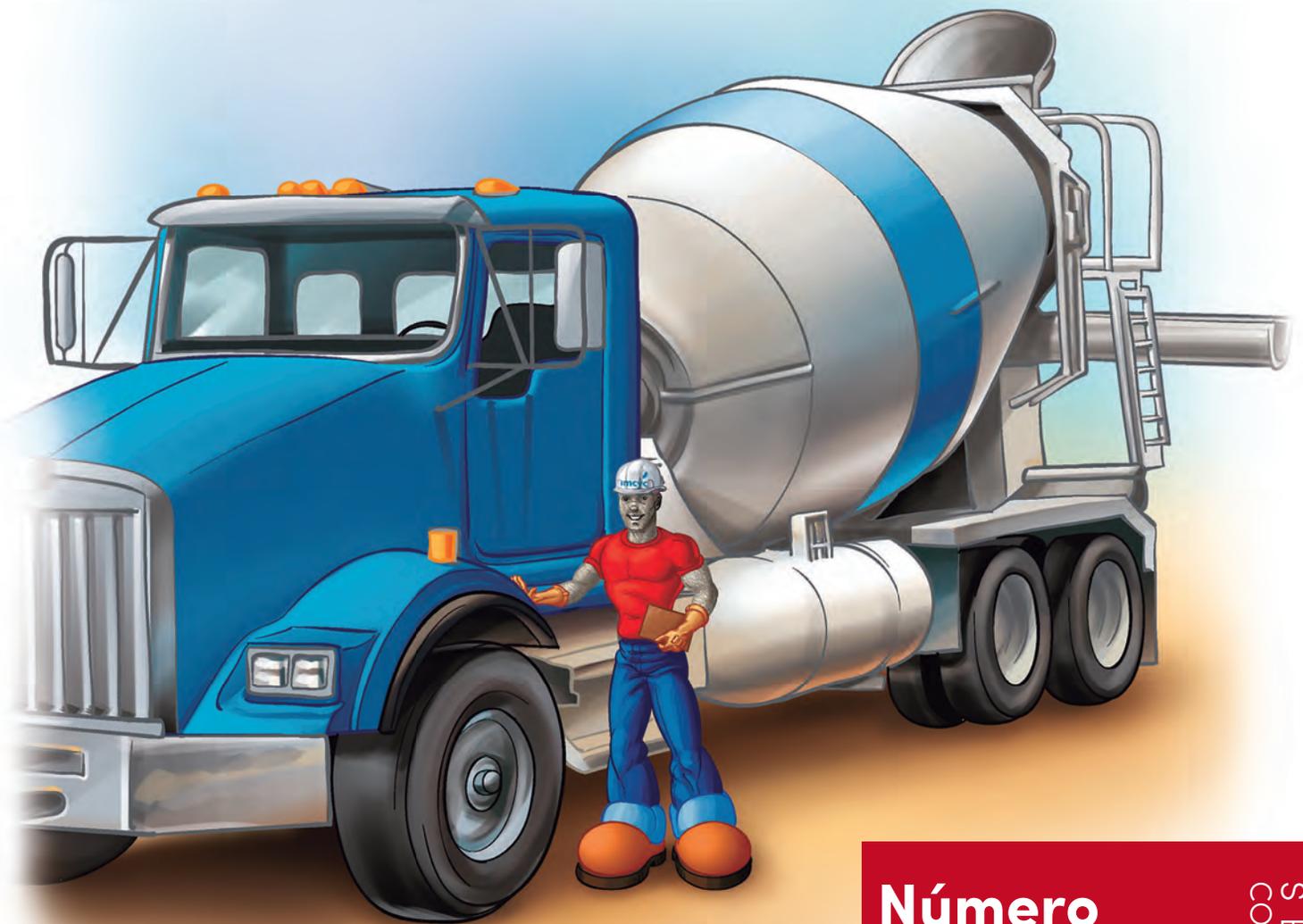
# PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

CONCRETÓN - NOVIEMBRE 2018

## CONCRETO HIDRÁULICO MUESTREO

NORMA MEXICANA

NMX - C - 161 - ONNCCE - 2013.



EDITADO POR EL INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y EL CONCRETO, A.C.

Número

135

SECCIÓN  
COLECCIONABLE





# CONCRETO HIDRÁULICO - MUESTREO



Industria de la construcción - concreto fresco - muestreo.

**NMX - C - 161 - ONNCCE - 2013.**

Building Industry - Fresh Concrete - Sampling

**NMX - C - 161 - ONNCCE - 2013.**

Usted puede usar la siguiente información para familiarizarse con los procedimientos básicos de la misma. Sin embargo, cabe advertir que esta versión no reemplaza el estudio completo que se haga de la norma.

## OBJETIVO

Esta norma mexicana establece el método para obtener muestras representativas de concreto fresco y con el cual se realizan los ensayos para determinar el cumplimiento de los requisitos de la calidad convenidos.

## CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma es aplicable al concreto fresco como se entrega en el sitio de la obra, en planta o procedente de mezcladoras estacionarias, de pavimentadoras y de camiones mezcladores, agitadores, de volteo u otro tipo de contenedores.

## DESCRIPCIÓN

### DEFINICIONES:

- Cabeceo.
- Compuesto para cabeceo (mortero).

### MATERIALES AUXILIARES:

- Cubierta de dimensiones adecuadas para tapar el recipiente utilizado.
- Estopa o franela.

### EQUIPO:

- Recipiente (cubeta, charola o carretilla)  
Cucharón.

### CONDICIONES AMBIENTALES:

- El muestreo se realiza de acuerdo a las condiciones ambientales que prevalezcan en el lugar.



### PROCEDIMIENTOS:

- Muestreo de concreto en mezcladoras estacionarias (fijas y basculantes).



- Muestreo de concreto en pavimentadoras.
- Muestreo de concreto en la olla del camión mezclador o agitador.
- Muestreo de concreto en camiones de caja con o sin agitadores, de volteo u otros tipos de contenedores.
- Tamaño de la muestra.
- Remezclado de la muestra.
- Tiempo

#### **INFORME**

- Revenimiento.
- Tamaño máximo de agregado.
- Resistencia de proyecto.
- Ubicación (lugar en el que será colocado en la estructura).
- Hora de muestreo.
- Dado el caso, indicar que el concreto



fue cribado antes de los ensayos y/o el moldeo. Y la designación de la malla.

- Temperatura, masa unitaria o contenido de aire (en caso de que se soliciten).

#### **NORMA QUE CANCELA**

- **NMX-C-161-1997-ONNCCE**

#### **NORMAS DE REFERENCIA**

- **NOM-008-SCFI-2002**

Sistema General de Unidades de Medida.

- **NMX-C-251-1997-ONNCCE**

Industria de la construcción – Concreto-Terminología.

#### **ASTM C172 / C172M-14**

Industria de la construcción – Concreto-Terminología.

#### **PUBLICACIÓN EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN**

**31 de enero de 2014. C**

#### **NOTA:**

Tomado de la NORMA MEXICANA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - CONCRETO HIDRÁULICO - MUESTREO. **NMX - C - 0161 - ONNCCE - 2013.**

Usted puede obtener esta norma y las relacionadas con agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en: [normas@onncce.org.mx](mailto:normas@onncce.org.mx), o al teléfono del ONNCCE 5663 2950, Ext. 102, o en las oficinas del ONNCCE ubicadas en Ceres No. 7, Col. Crédito Constructor, Del. Benito Juárez C.P. 03940.



# CONCRETOS FORTALEZA



La División Concretos de Fortaleza cuenta con 4 plantas de concreto, tres ubicadas en La Ciudad de México y una en el Proyecto Tula 3000.

La capacidad instalada es de 40,000 m<sup>3</sup> mensuales; sin embargo, la capacidad de suministro es del orden de los 25,000 m<sup>3</sup>. Cuenta con una flota moderna de 45 camiones, todos equipados con GPS y conectados al despacho central para tener una mayor eficiencia en el servicio al cliente; además, los camiones tienen una serie de equipamientos que lo hacen amigable con la sociedad otorgando un margen de seguridad a ciclistas, motociclistas y automovilistas en general.

La empresa se distingue por contar con tecnología de punta, un solo punto de atención al cliente, próximamente el cliente podrá monitorear sus pedidos y suministro de concreto a través de una app desde su teléfono, incluso hasta fincar sus pedidos desde esta herramienta.



**Concretos Fortaleza** no solo se enfoca en cuidar la atención al cliente, es amigable con el medio ambiente desde la fabricación del concreto hasta cuidar los recorridos a obra lo que redundará en un menor consumo de combustible y menor emisión de contaminantes.

Actualmente cuenta con una plantilla de 65 personas, el volumen per cápita es por encima a los 3500 m<sup>3</sup>.

**Concretos Fortaleza** inició operaciones el 1 de octubre del 2014 bajo la dirección de Pedro Mora quien cuenta con un equipo humano, fortalecido y comprometido con el crecimiento de la empresa.

Con el firme compromiso que tiene **Elementia** con el mercado, se tiene proyectado la expansión de concretos con dos plantas más y cerrar el año 2016 con un total de 6 plantas ubicadas estratégicamente para satisfacer la demanda de sus clientes, lo que implica mayor adquisición de equipos, infraestructura y por supuesto, el crecimiento profesional para nuestra gente. Todo lo anterior, con el objetivo de fortalecer la relación con nuestros clientes y apoyar el crecimiento de **Cementos Fortaleza**.



¡De esto estamos hechos!



# Los puentes del canal panameño, lenguaje de comunicación entre los extremos



RAQUEL OCHOA MARTÍNEZ



FOTOGRAFÍA: CORTESÍA DE ACP

**M**

ucho más allá de su innegable utilidad, el Puente Centenario, construido en 2004, fue la estructura atirantada más sobresaliente de Panamá y la más larga de Latinoamérica, en su momento. Sin embargo,

un nuevo viaducto aventajará su diseño: el Puente del Atlántico.

La expansión del canal y la colocación de las nuevas esclusas demandaron del ingenio, innovación y visión estética de diseñadores y constructores de vanguardia. La solución fue la construcción de un tercer puente que permitirá el flujo eficiente y constante de los habitantes y visitantes del país caribeño.

Ya comienza a dibujarse en el paisaje la imponente obra de ingeniería moderna, el Puente del Atlántico. Para las Autoridades del Canal de Panamá (ACP), el nuevo viaducto se posicionará

como “la primera superestructura que antecede a la bifurcación de los dos complejos de esclusas que se encuentran en lado norte del Canal de Panamá. Su propósito será la conectividad de la ciudad caribeña de Colón con la zona de Costa Abajo. La nueva estructura brindará un cruce directo, ininterrumpido, seguro y sin limitaciones de carga”.

La novedosa obra será similar al Puente Centenario, con la salvedad de que tendrá un tendido de dos planos de cables (256 cables en total) que estarán anclados en cada una de las caras (la norte y la sur) del tablero de rodadura. Cabe señalar que, según la ACP, el Puente Centenario cuenta con un solo plano de cables que van anclados a la línea media de su tablero.

En este orden de ideas, los habitantes y visitantes del país caribeño recibirán el 2019 con un nuevo personaje que ya comienza a mirar silencioso el pasar de las aguas de dos mares: el Puente del Atlántico con su diseño atirantado de concreto.

C

## Índice de anunciantes

CONCRETOS CRUZ AZUL	2a DE FORROS
IMCYC	3a DE FORROS
HOLCIM	4a DE FORROS
GRUPO CEMENTOS DE CHIHUAHUA S.A.B. DE C.V.	3
IMPERQUIMIA	4
GCP	7
IMCYC	9
HENKEL	13
IMPERQUIMIA	29
WSP	45
CONCRETOS MOCTEZUMA	46
IMCYC	48
CEMEX	49
CONCRETOS FORTALEZA	55

## Si desea anunciarse en la revista, contactar con:

Verónica Andrade  
(55) 5322 5740 Ext. 230  
vandrade@imcyc.com



imcycoficial



@imcyc\_oficial



imcyc@imcyc.com

- Certificación ACI
- Taller
- Curso
- Diplomado

# Calendario de Cursos, Certificaciones y Talleres

ENERO	CONCEPTO	DURACIÓN	PRECIO*
<span style="color: #90EE90;">●</span> 22	Técnico en pruebas de resistencia	8 h.	\$8,250
<b>FEBRERO</b>			
<span style="color: #FF8C00;">●</span> 7 y 8	2º Diplomado, Tecnología del concreto, Módulo VIII	12 h.	
<span style="color: #90EE90;">●</span> 20	Técnico para pruebas al concreto en la obra - Grado I	8 h.	\$8,250
<span style="color: #90EE90;">●</span> 26	Tilt-Up	8 h.	\$8,250
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 27	Construcción de pisos postensados	8 h.	\$6,000
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 28 y 1	Administración de un Laboratorio con base a la norma 17025	16 h.	\$8,500
<b>MARZO</b>			
<span style="color: #FF8C00;">●</span> 7 y 8	2º Diplomado, Tecnología del Concreto, Módulo IX	12 h.	
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 13	Evaluación de estructuras	8 h.	\$6,000
<span style="color: #FF8C00;">●</span> 19	Técnico en Pruebas de Agregados	12 h.	\$8,250
<span style="color: #90EE90;">●</span> 20 y 21	Aseguramiento de la Validez de los Resultados de Ensayo	16 h.	\$8,500
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 27 y 28	Supervisor Especializado en Obras de Concreto	16 h.	\$11,000
<b>ABRIL</b>			
<span style="color: #FF8C00;">●</span> 4 y 5	2º Diplomado, Tecnología del Concreto, Módulo X	12 h.	
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 11 y 12	Concreto Lanzado	16 h.	\$8,500
<span style="color: #90EE90;">●</span> 24	Técnico y el acabador de superficies planas de concreto	8 h.	\$8,250
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 26 y 27	Estimación de la Incertidumbre de la Medición en Métodos de Prueba en el Sector de la Construcción	16 h.	\$8,500
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 30	Aditivos para Concreto	8 h.	\$6,000
<span style="color: #90EE90;">●</span> 30	Examen de Supervisor de Obras	5 h.	
<b>MAYO</b>			
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 8	Pruebas No Destructivas	8 h.	\$6,000
<span style="color: #90EE90;">●</span> 9	Técnico en Pruebas de Resistencia	8 h.	\$8,250
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 14 y 15	Formación de Auditores Internos	16 h.	\$8,500
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 14 y 15	Diseño de Estructuras de Concreto con Base al Reglamento ACI-318	16 h.	\$8,500
<span style="color: #FFD700;">●</span> 13 al 17	Taller - Formación de Gerente Técnico	40 h.	\$15,000
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 22	Construcción de Pavimentos de Concreto	8 h.	\$6,000
<b>JUNIO</b>			
<span style="color: #90EE90;">●</span> 5	Técnico para pruebas al concreto en la obra - Grado I	8 h.	\$8,250
<span style="color: #FF8C00;">●</span> 6 y 7	3º Diplomado, Tecnología del Concreto, Módulo I	12 h.	
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 12	Pruebas Físicas de Cemento	8 h.	\$6,000
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 19	Tratamiento de No Conformidades, acciones correctivas y preventivas	16 h.	\$8,500
<span style="color: #66CDAA;">●</span> 20	Evaluación de Pavimentos de Concretos	8 h.	\$6,000
<span style="color: #90EE90;">●</span> 21	Técnico Laboratorista Nivel II	8 h.	\$8,250

**23 y 24**  
9º Concurso Nacional de  
Diseño de Mezclas de Concreto



# Holcim



**Contribuyendo para el crecimiento de México,  
suministrando concreto de calidad y alta tecnología  
a los proyectos que impulsan el desarrollo del país.**

**Ventas: 01 800 427 2726**