

# CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

# EN

# CONCRETO

Enero 2014

Volumen 3  
Número 10

WWW.REVISTACYT.COM.MX



*Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo* ya es parte del Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del Conacyt.

# Guiños A LA MODERNIDAD SONORENSE



\$50.00

ISSN 0187-7895  
Una publicación del  
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.

## ARQUITECTURA

UN TRANSATLÁNTICO  
EN LA MAR DEL BARRIO

## INFRAESTRUCTURA

CARRETERAS  
MÁS DURABLES

## QUIÉN Y DÓNDE

BUSCADOR DE LA  
IMPERMEABILIDAD  
TOTAL Y DURADERA

# Con renovadas energías

**E** **L AÑO PASADO** nuestra revista cumplió 50 años de haber nacido como un sencillo *Boletín*. Hoy les presentamos con mucho orgullo una imagen renovada que busca, desde los más diversos ángulos, ser un órgano difusor de las bondades, innovaciones y tecnologías de nuestro material preferido: el concreto. Así, **Construcción y**

**Tecnología en Concreto**, presenta a partir de este mes de enero de 2014, un diseño que ofrece secciones claramente diferenciadas; elementos de diseño para una lectura más fácil para guiar al lector de manera más directa, a la información. Busca asimismo, complementar los artículos con bellas fotografías y gráficos de gran calidad. En cuanto a los temas, buscamos ampliar el amplio escaparate de secciones con el fin de focalizar y especializar los múltiples tópicos que devienen de nuestros principales protagonistas: el cemento y el concreto. Esperamos que esta visión renovada de nuestra querida revista, sea de su agrado.

Por otro lado, con orgullo informamos, como se puede leer en la sección de Noticias, que nuestro Journal **Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo**, está ya en el *Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica*, del Conacyt.

Finalmente, sólo nos queda desearles a nuestros estimados lectores, que tengan un venturoso 2014, pleno de salud y de grandes y provocativos retos profesionales, así como de múltiples éxitos. **c**

¡Feliz año 2014!

**Los editores**

Ser un órgano difusor de las bondades, innovaciones y tecnologías de nuestro material preferido: el concreto. 

Prevenir  
Problemas

Optimizar  
Tiempo y  
Calidad

Mantener y  
Reparar  
Edificios



Fester ofrece la más amplia gama de soluciones profesionales para **prevenir** problemas, **optimizar** tiempo y calidad durante el proceso de obra y **mantener y reparar** las construcciones, asegurando así la inversión y vida útil de los inmuebles.

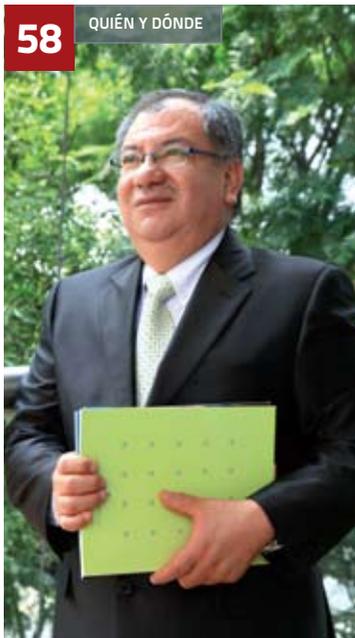
Desde la **cimentación** hasta el **techo**



Protegemos lo que usted construye

[www.fester.com.mx](http://www.fester.com.mx)  
01 800 FESTER 7  
01-800-3378377





58

QUIÉN Y DÓNDE



SOFTWARE

42



INFRAESTRUCTURA

54

2 EDITORIAL  
Con renovadas energías.

6 BUZÓN

8 NOTICIAS  
¡Nuestro Journal!

- 12 POSIBILIDADES DEL CONCRETO
- **Adiciones:** Adiciones al concreto y propiedades (Parte II).
  - **Concreto lunar:** ¿Posibilidades de concreto en la luna?
  - **Carbonatación:** Ensayos al concreto elaborado con ceniza volante.
  - **Concreto biológico:** Fachadas vivas. (Parte I).

23 INGENIERÍA  
Fallo estructural del concreto en diagramas de dominio (Parte II).

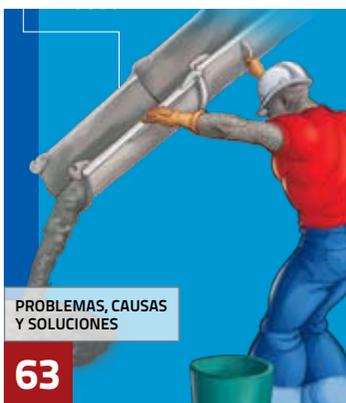


PORTADA

# Guiños a la modernidad Sonorense



16



PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

63



ARQUITECTURA

34



- 28** VOZ DEL EXPERTO  
Tendencia en diseño y construcción.
- 30** TECNOLOGÍA  
Concreto Lanzado: prospectiva. (Parte II).
- 34** ARQUITECTURA  
Un transatlántico en la mar del barrio.
- 42** SOFTWARE  
3DExperience.
- 46** NORMATIVIDAD  
Reorganización del ACI 318-14.
- 50** ESPECIAL  
Exitoso proyecto de reconstrucción.
- 54** INFRAESTRUCTURA  
Carreteras más durables.
- 58** QUIÉN Y DÓNDE  
Buscador de la impermeabilidad total y duradera.
- 62** DE AMIGOS Y REDES
  - **App del mes**
  - **Concreto virtual**
  - **Mi obra en concreto**
- 63** PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES  
Determinación de la temperatura del concreto fresco.
- 68** PUNTO DE FUGA  
Ruedas minimalistas.



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 nuestro artículos en nuestro portal.



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

#### CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Lic. Jorge L. Sánchez Laparade

Vicepresidentes

Lic. Juan Rodrigo Castro Luna

Ing. Daniel Méndez de la Peña

Lic. Pedro Carranza Andresen

Secretario

Lic. Roberto J. Sánchez Dávalos

#### INSTITUTO

Director General

M. en C. Daniel Dámazo Juárez

Gerencia Administrativa

Lic. Ignacio Osorio Santiago

Gerencia de Difusión,

Comercialización y Eventos Especiales

M. en A. Soledad Moliné Venanzi

Gerencia de Enseñanza

M en I. Donato Figueroa Gallo

Gerencia Técnica

Ing. Luis García Chowell

#### REVISTA

Editor

M. en A. Soledad Moliné Venanzi

[smoline@mail.imcyc.com](mailto:smoline@mail.imcyc.com)

Coordinación Editorial

Mtra. en H. Yolanda Bravo Saldaña

[ybravo@mail.imcyc.com](mailto:ybravo@mail.imcyc.com)

Arte y Diseño

David Román Cerón

Inés López Martínez

Rodrigo Morales

Dante López

[www.imagenyletra.com](http://www.imagenyletra.com)

Colaboradores

Gabriela Célis Navarro, Juan Fernando

González, Isaura González Gottdiener,

Gregorio B. Mendoza, Raquel Ochoa,

Antonietta Valtierra y Eduardo Vidaud

Fotografía

a&s photo/graphics y

Gregorio B. Mendoza

Comercialización

Lic. Adriana Villeda Rodríguez

(55) 5322 5740 Ext. 273

[avilleda@mail.imcyc.com](mailto:avilleda@mail.imcyc.com)

Renato Moysenn

(55) 5322 5740 Ext. 216

[rmoysenn@mail.imcyc.com](mailto:rmoysenn@mail.imcyc.com)



Circulación Certificada por:  
PricewaterhouseCoopers México.

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



## > Comentario

Muchas felicidades al Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. por haber logrado que el Journal que ustedes editan, se encuentre ya dentro de la lista de publicaciones indexadas por el Conacyt. Por este logro, permítanme felicitar no sólo al M. en C. Daniel Dámazo, sino también a todos los que de manera directa contribuyeron a que este paso se haya dado de manera exitosa. En términos personales, me congratulo por haber aportado un granito de arena al ser parte del Consejo Editorial. En lo que pueda colaborar para atender los aspectos que el Conacyt señala en su dictamen, estoy a sus órdenes.

¡Felicidades a todos!

**Mario Gómez Mejía**

### RESPUESTA:

**Estimado Ing. Mario Gómez Mejía:**

**Agradecemos de manera infinita no sólo sus comentarios sino, sobre todo, su invaluable participación en este valioso proyecto editorial que ya está, poco a poco, consolidándose. Esperamos seguir contando con su valiosa experiencia para futuros proyectos. Nuevamente, muchas gracias por sus palabras.**

**¡Feliz 2014!**

#### IMCYC ES MIEMBRO DE:



American Concrete Institute.



Asociación Nacional de Laboratorios Independientes al Servicio de la Construcción.



Federación Interamericana del Cemento.



Fédération Internationale de la Précontrainte.

Instituto Panamericano de Carreteras.



Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación.



Precast/Prestressed Concrete Institute.



Post-Tensioning Institute.



Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural.

Construcción y Tecnología en Concreto. Volumen 3, Número 10, Enero 2014, es una 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, correo electrónico para comentarios y/o suscripciones: imcyc@mail.imcyc.com. Editor responsable: M. en A. Soledad Moliné Venanzi. 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 MEXICO PP09-1855. Impreso por: Prerensa Digital, S.A. de C.V., Caravaggio No. 30, Col. Mixcoac, México, D.F. Tel.: 5611 9653. Este número se terminó de imprimir el día 30 de Diciembre de 2013, con un tiraje de 10,000 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 \$50.00 MN. Suscripción anual para la República Mexicana \$500,00 MN. y para el extranjero \$80.00 USD.

- ✘ *Arquitectos*
- ✘ *Ingenieros*
- ✘ *Constructores*
- ✘ *Interioristas y*
- ✘ *Promotores inmobiliarios*

# VII SALÓN INTERNACIONAL DE LA EDIFICACIÓN

Febrero 19-22 | 2014

**saie**   
M É X I C O

WTC Ciudad de México



miércoles 19 **16:00 - 20:00 hrs.**

jueves 20 y viernes 21 **12:00 - 20:00 hrs.**

sábado 22 **12:00 - 18:30 hrs.**

*Es tiempo de innovar con productos de vanguardia*  
**¡ Pre-regístrate sin costo antes del 31 de enero !**

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



El Salón de Negocios de la Edificación Sustentable

✘ Programa tus citas



Arquitectura

| Diseño

| Edificación

| Interiorismo

| Sustentabilidad



## ¡ Nuestro Journal !

CONACYT, CON FECHA 20 de noviembre de 2013, informó al IMCYC, que concluyó el proceso de evaluación de las solicitudes presentadas para la integración o permanencia en el *Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica* de esa instancia, aprobó el dictamen a la solicitud de la revista **Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo**, para quedar integrada en el citado *Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACYT*.

Este dictamen, informa el Consejo, está rubricado por la mtra. Margarita Ontiveros y Sánchez de la Barquera, coordinadora general del CONACYT. Por lo anterior, el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., se siente muy orgulloso de este logro que inició en el año de 2009. Visite la página del Journal: [www.imcyc.com/ccid](http://www.imcyc.com/ccid).

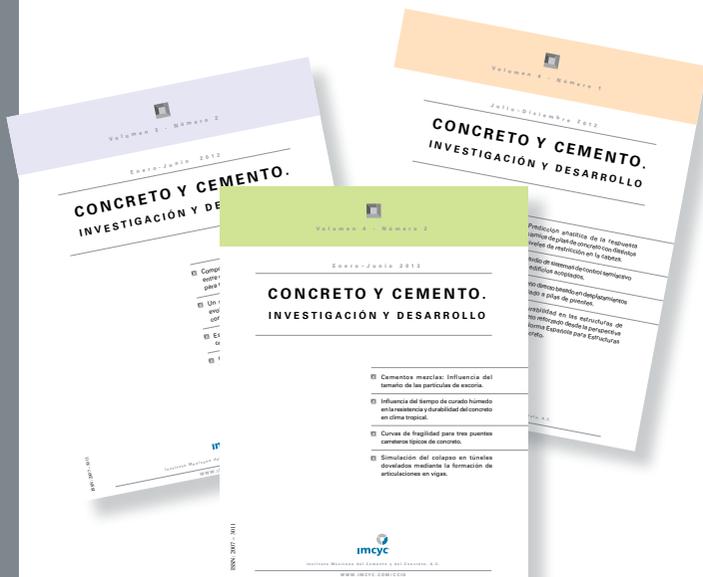


Foto: <http://barner.files.wordpress.com>

## El Museo Jumex

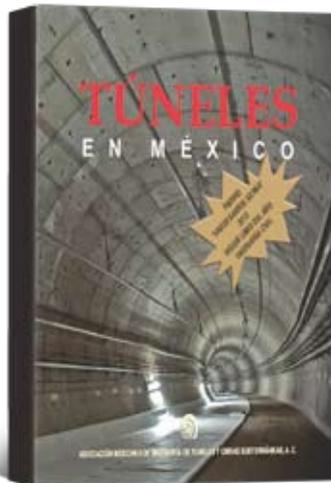
**EL NUEVO MUSEO** Jumex de la Ciudad de México, creado por David Chipperfield) es un edificio que se caracteriza por tener una arquitectura, más que protagónica, telúrica y con gran espacialidad. En un recorrido que dio a los medios, Óscar Rodríguez, de TAAU (Taller Abierto de Arquitectura y Urbanismo), describió detalles esenciales de la obra, como son: "el juego de integrarse y romper las fronteras con el entorno de la plaza donde se encuentra, la iluminación natural presente en casi todo el edificio y la flexibilidad de sus áreas de exhibición con el fin de que sean múltiples las opciones de curaduría".

Por su parte, Chipperfield señaló que lo que le atrajo del Museo Jumex fue que "es el caso de una institución privada que trata de volverse un centro público. Me asocié con el hecho de que una institución, que era periférica, se volvió central, eso exige redescubrir su misión y el edificio tenía que ayudar a ello, y hacer un diálogo con los ciudadanos que a diario pasan por ahí".

Cabe señalar que es la primera vez que Chipperfield hace una obra en México; sin embargo, es larga la lista de museos construidos o restaurados por él. Por ejemplo, obtuvo el premio RIBA de Arquitectura por su Museo Fluvial y del Remo en Inglaterra mientras que su restauración del Neues Museum, en Berlín, alcanzó premio de arquitectura Mies van der Rohe 2011 de la Unión Europea.

Con información de: [www.eluniversal.com.mx](http://www.eluniversal.com.mx)

## Reconocimiento a libro



**LA ASOCIACIÓN MEXICANA** de Ingeniería de Túneles y Obras Subterráneas A.C. informó que el libro, editado por esta instancia, titulado *Túneles en México* recibió el Premio "Javier Barros Sierra" al mejor libro de ingeniería civil 2013, dado por el XXXIV Consejo Directivo del Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C., presidido por el ing. Clemente Poon Hung.

Entre las razones por las que la obra fue premiada, el ingeniero Poon comenta: "Ha sido considerado el mejor libro de ingeniería civil en el campo de ingeniería de túneles, desarrollando diversas líneas de construcción y contribución de mejoras sustanciales en la práctica sobre esta materia, así como en la práctica profesional, aportando creatividad y experiencia al desarrollo de la ingeniería civil mexicana".

¡Felicidades a la AMITOS por tan honrosa distinción!



## Nuevo abastecimiento

**HOLCIM APASCO MÉXICO** se abastecerá en fechas próximas, de manera directa, de gas natural del ducto de Pemex, en Orizaba, Veracruz: Por lo anterior, dejarán de usar el tanque de almacenamiento que está dentro de la planta, garantizando así la seguridad de los trabajadores y de los habitantes de la zona, ante cualquier incidente. En este sentido, Holcim México ha buscado adoptar la última tecnología para asegurar la calidad y seguridad de los habitantes.

El gas natural será transportado subterráneamente a la empresa, además de que contará con reguladores automatizados que ante cualquier incidente se cierre el paso del gas y se eviten afectaciones. El proyecto inició en mayo de 2013, y cuenta con los permisos necesarios por parte de las autoridades municipales de Ixtaczoquitlán, tanto para la construcción como de Protección Civil.

Con información de: [www.elmundodeorizaba.com](http://www.elmundodeorizaba.com)



## Nuevas oficinas de Apple

**EL AYUNTAMIENTO** de la localidad de Cupertino, en California, aprobó recientemente que la empresa Apple comience a construir sus nuevas oficinas, uno de los últimos legados que buscó Steve Jobs, donde trabajarán más de 14 mil empleados de esa icónica compañía. Las oficinas estarán situadas dentro de una espectacular construcción en forma de anillo a la que ya llaman la nave espacial, ya que será realizada con piezas de cristal curvado. El proyecto es de Norman Foster.

Las oficinas tendrán un comedor para 3 mil personas; contará con un centro de salud; un gimnasio, además de un auditorio subterráneo con capacidad para mil personas. Las oficinas se construirán en unos terrenos comprados en el año de 2010 a la empresa HP a cambio de 300 millones de dólares. Se espera que las oficinas estén activas en 2016.

Con información de: [www.deportovers.es](http://www.deportovers.es).

Fotos: [www.deportovers.es](http://www.deportovers.es)





## Schneider Electric es galardonada

**A FINES DE NOVIEMBRE**, la empresa Schneider Electric, especialista global en manejo de la energía, recibió de manos del presidente de la República Mexicana, Enrique Peña Nieto, el Premio Nacional de Exportación 2013. Este reconocimiento se otorga con base en la apreciación de esfuerzo, constancia, creatividad, calidad e innovación de las empresas premiadas por el sólido incremento y diversificación de sus ventas de bienes y servicios al extranjero. En el caso de la multinacional francesa, ésta fue galardonada en la categoría de Industrias Manufactureras, Maquiladoras o de Servicios de Exportación (Immex) por sus ventas y exportaciones superiores a los 500 millones de dólares.

La ceremonia de premiación tuvo lugar en el marco del XX Congreso del Comercio Exterior Mexicano donde estuvieron presentes, además del presidente Peña Nieto, Valentín Díez Morodo, presidente del Consejo Empresarial Mexicano de Comercio Exterior, Inversión y Tecnología, A.C. (COMCE); José Eduardo Calzada Rovirosa, gobernador del estado de Querétaro, así como Ildefonso Guajardo Villarreal, secretario de Economía.

Durante el evento, el presidente México entregó como se dijo, el Premio Nacional de Exportación, en diferentes categorías, a empresas e instituciones educativas que se destacaron por su actividad exportadora en este año, entre ellas Schneider Electric en la categoría de Industrias Manufactureras, Maquiladoras o de Servicios de Exportación (Immex).

"Este reconocimiento es sin duda un hito para Schneider Electric, no solo para nuestras operaciones en México sino para todo Norteamérica. Hace más de 65 años que iniciamos operaciones en México y, desde entonces, hemos crecido para ser hoy una de las sedes más importantes en Manufactura e Investigación y Desarrollo para el Grupo", dijo Enrique González Haas, Presidente y Director General de Schneider Electric para México, al recibir el galardón. "Este premio es muestra del potencial del talento mexicano que existe en la empresa, así como de sus capacidades globales de colaboración que hoy en día se han vuelto parte de nuestras más grandes ventajas competitivas", agregó.

— Con información de Schneider Electric.



### Calendario de actividades Enero de 2014

Nombre **CONTRACTWORLD 2014.**  
Fechas 11 al 14 de enero.  
Lugar Hannover, Alemania.  
Página web [www.domotex.de/de/ueber-die-messe-programm/contractworld](http://www.domotex.de/de/ueber-die-messe-programm/contractworld)

Nombre **TÉCNICO PARA PRUEBAS AL CONCRETO EN LA OBRA. GRADO I.**  
Fechas 16 y 17 de enero.  
Lugar Auditorio IMCYC.  
Contacto Verónica Andrade  
Teléfono (55) 5322 5740, ext. 230.  
cursos@mail.imcyc.com.  
Página web [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)

Nombre **PHILADELPHIA HOME SHOW.**  
Fechas 18 al 26 de enero  
Lugar Pennsylvania Convention Center.  
Página web [www.phillyhomeshow.com/PHS/EventsHome.aspx](http://www.phillyhomeshow.com/PHS/EventsHome.aspx)

Nombre **TECNOLOGÍA DEL CONCRETO.**  
Fechas 30 y 31 de enero.  
Lugar Auditorio IMCYC.  
Contacto Verónica Andrade  
Teléfono (55) 5322 5740, ext. 230.  
cursos@mail.imcyc.com.  
Página web [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)

Nombre **1ER CONGRESO DE PATOLOGÍA, RECUPERACIÓN DE ESTRUCTURAS Y CONTROL DE CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN, ALCONPAT-ECUADOR 2014**  
Fechas 23 al 25 de abril de 2014.  
Lugar Quito, Ecuador.  
Página web [www.alconpat-ecuador.org](http://www.alconpat-ecuador.org)

## Lamentable fallecimiento

**EL INSTITUTO MEXICANO** del Cemento y del Concreto A.C., lamenta el fallecimiento del arquitecto Luis Ortiz Macedo (1933) el pasado 10 de diciembre; sin duda, una de las más importantes mentes en materia de arquitectura y restauración.

El dr. Ortiz Macedo, estudió la carrera de Arquitectura en la Escuela Nacional de Arquitectura de la UNAM, cuando ésta se encontraba en la Academia de San Carlos. Posteriormente, realizó una maestría en restauración de monumentos y un doctorado en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Arquitectura de la UNAM. También realizó estudios de restauración de monumentos en Francia, amén de que colaboró en esa área en países como Italia, Bélgica y España. Cabe decir que desde 1955 fue catedrático en su alma mater.

Como profesional fue responsable de la restauración de la Plaza de Santo Domingo; de la de Regina Coeli; de la de Loreto, así como de la Iglesia de la Santa Veracruz, localizadas en el Centro Histórico de la Ciudad de México. De igual forma, participó en los trabajos de restauración del Palacio Nacional, del Teatro de la Ciudad de México, del Alcázar del Castillo de Chapultepec y del Palacio de las Bellas Artes, todos en la capital mexicana.

Desde la administración, fue jefe del Departamento de Monumentos Coloniales y de la República del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), del cual llegó a ser director en 1971. De 1972 a 1974, fue director general del Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura, así como del International Council on Monuments and Sites (ICOMOS). De 1981 a 1984, fue director del Fomento Cultural Banamex. En 1984 fue vocal del Consejo del Centro Histórico de la Ciudad de México. El arq. Ortiz Macedo (autor de numerosos libros) recibió en vida numerosos reconocimientos, como por ejemplo, el Premio Universidad Nacional, en el área de Arquitectura y Diseño, en 1955, sólo por citar uno. Sin duda alguna, una gran pérdida la partida la de tan notable arquitecto, persona y, sobre todo, entrañable amigo.

— Yolanda Bravo Saldaña



Foto: <http://0.wp.com>

## Reconocen a empresa

**EL GOBIERNO DE TLAJOMULCO**, en el estado de Jalisco, inició en fechas recientes la pavimentación con concreto hidráulico de nueve vialidades del centro de la cabecera municipal, entre ellas Hidalgo, Aldama, Escobedo, Alcalde, Ocampo. Dichas obras tendrán una inversión de 85 millones de pesos, informó el alcalde, Ismael del Toro. "Desde los conceptos básicos de solución a todos los problemas de agua, pluvial, de drenaje, las banquetas se van a hacer un poco más anchas, tendrán guías táctiles para personas con debilidad visual, rampas para personas con discapacidad".

Por su parte, el director de Obras Públicas, David Zamora manifestó que la obra comprende cerca de cuatro mil 503 metros lineales de vialidades, la cual ayudará a mejorar el flujo vial en la zona, además de que se contará con una ciclovía.

— Con información de: [www.dk1250.com](http://www.dk1250.com)

## Inauguran HITO

**EN NOVIEMBRE** fue inaugurado el Hospital Infantil Oncológico Teletón (HITO), donde los médicos y enfermeras se han preparado para atender a los niños que sean diagnosticados con cáncer. El hospital está diseñado y equipado para atender los casos más graves que puedan presentarse en cáncer, trasplantes, quimioterapia, entre otros tratamientos. Mismos que pueden durar más de 6 meses para ser combatidos, pero este equipo está preparado para hacer el tratamiento más llevadero y menos doloroso. Asimismo, fue diseñado para que incluso los familiares puedan tener su propio lugar, su propio espacio para que no se despeguen del tratamiento del paciente.

— Con información de: <http://noticieros.televisa.com>



Fotos: <http://siempre889.com>



**Eduardo de J. Vidaud Quintana**

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

Su correo electrónico es: [evidaud@mail.imcyc.com](mailto:evidaud@mail.imcyc.com)



## ADICIONES (Parte II)

# Adiciones al concreto y propiedades

**C**ONTINUANDO CON el tema sobre la ganancia lenta de resistencia, debe señalarse que las adiciones trabajan de dos formas fundamentales. En primer lugar, hidratan al cemento Portland (caso de las escorias de alto horno) y en segundo lugar, actúan como "puzolanas" que proporcionan sílice a la mezcla y reaccionan con la cal hidratada (caso de cenizas volantes tipo F).

Las puzolanas necesitan mucho más tiempo que el cemento Portland para ganar resistencia; situación no deseada en la mayoría de las construcciones, donde se busca la resistencia inicial para lograr rápidos acabados y para el rápido retiro de cimbras.

Por otra parte, la reducción del contenido de agua en las mezclas por el uso de puzolanas, puede compensar la ganancia lenta de resistencia. Existen investigaciones de laboratorio en donde se han elaborado concretos con un alto porcentaje de sustitución del cemento por puzolanas, donde se reduce drásticamente el contenido en agua y en las que, añadiendo aditivos superplastificantes, se mantiene el revenimiento requerido. Sin embargo, estas mezclas no son habituales y pueden resultar costosas.

Existen evidencias de edificaciones para viviendas en las que usando mezclas fabricadas con una cantidad oscilante entre 15 y 25% de cenizas volantes o porcentajes algo mayores de escoria de alto horno, no se han manifestado niveles importantes de desaceleraciones en lo que respecta a la resistencia del material. También porcentajes más elevados pueden utilizarse en el caso de zapatas, en donde las altas resistencias iniciales no suelen ser importantes.

Sin embargo, los productores de piezas de concreto prefabricado deben mantener un control estricto de las mezclas, cuando se utilizan adiciones. Es común que estos elementos requieran de una alta resistencia inicial para una rápida reutilización de las cimbras; por lo que en la prefabricación con concreto, rara vez se emplean altos porcentajes de sustitutos de cemento.

Algunas cenizas volantes, en particular las del tipo F, contienen altos niveles de carbono que en

general, absorben los productos químicos contenidos en los aditivos inclusores de aire (utilizados para mejorar el desempeño del concreto en climas fríos) y de esta manera hacen que el contenido de aire en la mezcla sea imprevisible. Esta situación ha llevado a sustituir por escorias las cenizas volantes, dado que la escoria no contiene carbono; aunque también algunos proveedores de ceniza volante han comenzado a procesarlas para eliminar la mayor parte de este mineral.

Es común que en concretos con adiciones minerales sometidos a ciclos hielo-deshielo, se requieran mayores dosis de aditivos químicos inclusores de aire, debido a que las partículas más pequeñas de estas adiciones, pueden llenar las oquedades en el concreto, que de otro modo serían burbujas de aire.

En lo que respecta a la resistencia, se comenta que en general ésta mejora cuando se sustituye parte del cemento Portland por adiciones minerales. Las cenizas volantes tipo C y las escorias mejoran la resistencia del concreto, más que las cenizas volantes tipo F. En aplicaciones en donde la resistencia a la compresión es el parámetro de mayor importancia, como es el caso de los edificios de gran altura, el humo de sílice es el sustituto del cemento por excelencia. Con esta adición se pueden obtener niveles de resistencia a la compresión de 1000 MPa, o más.

Los concretos con ceniza volante tipo C son de color beige; mientras que con ceniza tipo F suelen ser de un color gris más oscuro. Los concretos con escorias de alto horno, tienen una tonalidad un tanto más clara, con una alta reflectividad. Durante el curado, éstos pueden mostrar un moteado azul-verdoso, que generalmente desaparecerá a los pocos días; desaparición que depende de la oxidación, por lo que este concreto no se recomienda para la construcción de albercas.

En resumen, con el uso de adiciones en el concreto como sustituto del cemento Portland, se puede incrementar la resistencia al intemperismo. En este caso el concreto se hace menos permeable ante la acción de cloruros, atenuándose así el fenómeno de la corrosión y también reduciéndose la reacción álcali-sílice y el efecto del ataque por sulfatos. **C**

### REFERENCIAS:

Traducido y adaptado de: [www.toolbase.org/Technology-Inventory/Whole-House-Systems/cement-substitutes](http://www.toolbase.org/Technology-Inventory/Whole-House-Systems/cement-substitutes)



## CONCRETO LUNAR

# ¿Posibilidades de concreto en la luna?

**T** **TRAS EL VIAJE** de octubre de 2009 a la superficie lunar que determinó la existencia de hielo, el concreto como material ideal para una posible base lunar vuelve a cobrar fuerza en las teorías de la NASA.

Desde tiempos inmemoriales el hombre ha pugnado por conocer los planetas y satélites que están más allá de la Tierra. El "gran paso de la humanidad" ha seguido siendo un desvelo, ya no de conocimiento sino de ansias de colonización lunar. Primero habrá sido tema de la ciencia ficción; pero hoy, con los avances de las investigaciones sobre el concreto como material de las bases lunares, está mucho más cerca de convertirse en una posibilidad real.

A decir del profesor T.D. Lin, de Lintex International, se está a pocos años de lograr un concreto hecho con materiales encontrados en la superficie de la luna. De hecho, con el descubrimiento de hielo en la Luna, hecho por la NASA en octubre de 2009, de nuevo se anticipa el concreto como el material ideal para una posible base lunar; porque además de proteger a sus ocupantes de las radiaciones, se podría fabricar con materiales locales. Las mezclas experimentales advierten que las resistencias en promedio rondarán los 69 MPa, luego de un curado de 24 horas a unos 82 °C.

Desde 1989 la NASA encargó al laboratorio CTL de los Estados Unidos una simulación de mezclas de concreto utilizando materiales encontrados en una de las misiones Apolo. En 1991 el Consejo Nacional de Ciencias de Taiwán fue galardonado por las pruebas de hidratación de cemento con agua, basado en la concepción teórica de que calor y presión realzarían la reacción de hidratación.

Si bien los materiales disponibles en la Luna, recogidos durante la misión y ensayados en este proyecto, eran químicamente similares a los terrestres; las proporciones sí se manifestaban con diferencias. Así surgieron pruebas que investigaron la propiedad física de un concreto elaborado con 40 gramos de suelo lunar.

Este tipo de concreto utiliza azufre líquido en lugar de agua como conglomerante, soporta presiones de 17 atmósferas y endurece en sólo una hora; aunque para fabricarlo habría que extraer el azufre del suelo lunar y posteriormente calentarlo a temperaturas superiores a 130 °C.

Otro concreto lunar es el propuesto por Peter Chen, del centro de vuelo espacial Goddard de la NASA. El material se obtiene mezclando polvo lunar con resina epoxi y nanotubos de carbono, y se podría utilizar puntualmente para estructuras con elevados requerimientos de resistencia; permitiendo ahorrar un 90% del transporte con respecto a un material importado íntegramente desde la Tierra. Pensando a futuro y a partir del descubrimiento de hielo en la superficie lunar, el objetivo de la NASA vuelve a estar claramente apuntado a 2025, cuando se espera poder construir bases en el satélite, explotando recursos in situ. Estas construcciones de concreto estarían dentro de las posibilidades lógicas.

Los estudios recientes del doctor Lin muestran que los materiales lunares son ricos en cristal amorphous, potencialmente cementiceo. Además, la energía solar ilimitada puede utilizarse para colar el concreto prefabricado y así montar habitaciones, carreteras y puestos de almacenaje, entre otras construcciones; sin los enormes costos que supondría llevarlas desde la tierra.

Por otra parte, se eliminarían las dificultades indeseables del transporte del material y su elevado precio (transportar un kilo de material hasta la Luna costaría entre 50 y 100 mil dólares). Sin duda, existe un interés cada vez más creciente por visitar el espacio; de ahí que la Autoridad de Puertos Espaciales de Nuevo México, en Estados Unidos, contrató a una firma constructora para adelantar trabajos como el desarrollar una pista de concreto de 35 cm de espesor, capaz de soportar las aeronaves que utilizarán las compañías en sus promocionados vuelos al espacio. **C**

### REFERENCIAS:

Aguado S., "Hormigón para vivir en la Luna", publicado en *Revista Hormigonar*, Año 7, No. 20, abril 2010.



## CARBONATACIÓN

# Ensayos al concreto elaborado con ceniza volante

**L**A **CARBONATACIÓN** es una reacción química que ocurre entre la portlandita y el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Cuando el  $\text{CO}_2$  penetra en el concreto endurecido reacciona con la portlandita, presente de la hidratación del cemento, y en presencia de humedad se forma el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Este fenómeno depende principalmente de la humedad relativa, la concentración de  $\text{CO}_2$ , la presión de penetración y la temperatura ambiente a que se expone el concreto.

No existe gran consenso en la comunidad ingenieril acerca del efecto de la ceniza volante (CV) en el comportamiento del concreto frente a la carbonatación, de ahí que este aspecto resulta la principal motivación de la investigación que se divulga en este escrito. Ésta fue desarrollada en el laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad de Leeds en Inglaterra.

En el estudio se usó cemento Portland normal (NPC) y CV clase F, así como agregados finos y gruesos naturales triturados limpios de origen cuarsítico. En la arena se midió una absorción 0.1% y una densidad en condiciones saturadas de superficie seca (SSD) de  $2.65 \text{ g/cm}^3$ . La grava exhibió un tamaño máximo nominal de 10 mm, con un 0.6% de absorción y una SSD de  $2.63 \text{ g/cm}^3$ . También se utilizó aditivo superplastificante reductor de agua de alto rango comercial del tipo carboxílico.

Para estudiar en tiempo abreviado el fenómeno de la carbonatación en el concreto adicionado con CV, se realizó un ensayo de carbonatación acelerada utilizando un controlador medioambiental. Se realizaron cinco tipos de mezclas de concreto (M0, M1, M2, M3, M4). La primera (M0) sin adición y el resto, todas con adición de CV (con y sin superplastificante). La relación agua-cemento (a/c) varió en un rango desde 0.28 hasta 0.55.

La proporción de la mezcla de control (M0) fue de 1:1.5:3, a razón de NPC, arena, y arena

gruesa, respectivamente. La cantidad de NPC fue de  $400 \text{ kg/m}^3$  y la a/c de 0.55. Las mezclas de concreto adicionadas con CV se elaboraron con niveles de reemplazo del NPC, de 50 y 70% en peso. En las mezclas M1 y M3 se usó aditivo superplastificante.

Se elaboraron especímenes cúbicos con dimensión 5 cm, en los que se aceleró el ensayo de carbonatación. La resistencia a la compresión del concreto estudiado fue medida utilizando especímenes cúbicos de 10 cm de lado. Las probetas fueron desmoldadas después de 24 horas en el laboratorio y se curaron algunas a  $20^\circ\text{C}$  con 65% de humedad relativa (HR), y otras a  $20^\circ\text{C}$ , con 100% de HR hasta el momento del ensayo. Igualmente se estudiaron otras propiedades del concreto como: abrasión, contracción por secado y evolución del calor.

De esta investigación se concluye que el concreto elaborado con CV con un 70% de reemplazo mostró un mayor nivel de carbonatación que aquel con reemplazo del 50% y NPC, para condiciones de curado húmedo y seco. Asimismo, el concreto elaborado con 50% de reemplazo mostró una carbonatación más baja o comparable a la del concreto con NPC para ambas condiciones de curado.

En otro orden, se demostró que la influencia del aditivo superplastificante en la profundidad de carbonatación resulta insignificante, así como que un período de curado inicial más largo propicia una carbonatación más baja; haciéndose más marcado el efecto con un curado húmedo. Por último, se puede concluir de este estudio que existe una fuerte relación estadística entre la resistencia a la compresión y la profundidad de carbonatación del concreto, así como también que puede obtenerse un concreto de alto desempeño elaborado con un reemplazo del 50% en peso de NPC por CV, en donde se registren bajos niveles de carbonatación. **C**

### REFERENCIAS:

Cengiz Duran, Atiş, "Accelerated carbonation and testing of concrete made with fly ash", en *Construction and Building Materials*, 17 (2003), 147-152.



## CONCRETO BIOLÓGICO (Parte I)

# Fachadas vivas

**E**L GRUPO DE Tecnología de Estructuras de la Universidad Politécnica de Cataluña, encabezado por el investigador Antonio Aguado, ha desarrollado y patentado un nuevo concreto biológico para la construcción de fachadas vivas, en las que proliferen musgos y líquenes. Las ventajas de este material, desde el punto de vista medioambiental, estético y térmico, son varias: reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, mejora la estética de las ciudades e incrementa la eficiencia térmica de las construcciones.

Este grupo ha desarrollado y patentado este tipo de concreto biológico, con capacidad para que crezcan en él organismos pigmentados, de manera natural y acelerada. El material, que está ideado para fachadas de edificios u otras construcciones en climas mediterráneos; ofrece además ventajas medioambientales, térmicas y ornamentales respecto a otras soluciones de construcción similares.

Los científicos crearon este nuevo tipo de concreto biológico a partir de dos materiales basados en cemento. El primero de ellos es el concreto convencional carbonatado (basado en cemento Portland), con el cual se obtiene un material con un pH en el entorno de 8. El segundo material está fabricado con un cemento de fosfato de magnesio (Magnesium-Phosphate Cement. MPC, por sus siglas en inglés), conglomerante hidráulico que no requiere ningún tratamiento para reducir el pH, puesto que éste es ligeramente ácido.

El MPC se había utilizado anteriormente como material de reparación por su propiedad de rápido fraguado. Además, también se ha empleado como biocemento en el ámbito de la medicina y la odontología, lo cual indica que no tiene un impacto medioambiental adicional. La innovación de este material es que se comporta como un soporte biológico natural para el crecimiento y desarrollo de determinados organismos biológicos; concretamente ciertas

familias de microalgas, hongos, líquenes y musgos. Una vez patentada la idea, el equipo investiga ahora la mejor manera para favorecer el crecimiento acelerado de este tipo de organismos en el concreto.

El objetivo de la investigación es conseguir acelerar el proceso natural de colonización, obteniendo un aspecto atractivo en no más de un año. La idea es también que las fachadas construidas con el nuevo material muestren una evolución temporal mediante cambios de coloración en función de la época del año, así como de las familias de organismos predominantes. En este tipo de construcción, se evita la aparición de otros tipos de vegetación para impedir que sus raíces echen a perder el elemento constructivo.

Para obtener el concreto biológico se han modificado, además del pH, otros parámetros que influyen en la bioreceptividad del material, como por ejemplo la porosidad y la rugosidad superficial. El resultado es un elemento multicapa; es decir, un panel que además de una capa estructural, consta de otras tres capas más. La primera es la capa de impermeabilización situada sobre la anterior, la cual sirve de protección contra el paso del agua hacia la capa estructural, para evitar que ésta pueda deteriorarse.

Por su parte, la capa biológica es aquella que permitirá la colonización y acumulación de agua en su interior y que actúa como microestructura interna, favoreciendo la retención y dirigiendo la expulsión de la humedad, ya que tiene capacidad para captar y almacenar el agua de la lluvia. Esta capa facilita además el desarrollo de los organismos biológicos. Finalmente, la última capa está basada en una capa de revestimiento, la cual será discontinua y funcionará de impermeabilización inversa. Esta capa permitirá, en general, la entrada del agua de la lluvia y evitará su pérdida; de modo tal que se redirigirá la salida del agua en donde interese obtener el crecimiento biológico. **C**

### REFERENCIAS:

Adaptado de: "Un nuevo hormigón biológico permitirá construir edificios con fachadas vivas", en "Tendencias tecnológicas", en la *Revista Electrónica de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura*, ISSN 2174-6850.

[www.tendencias21.net/Un-nuevo-hormigon-biologico-permitira-construir-edificios-con-fachadas-vivas\\_a14477.html](http://www.tendencias21.net/Un-nuevo-hormigon-biologico-permitira-construir-edificios-con-fachadas-vivas_a14477.html)

# Fallo estructural del concreto en diagramas de dominio (Parte II)

## Eduardo de J. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

Su correo electrónico es: [evidaud@mail.imcyc.com](mailto:evidaud@mail.imcyc.com)

## Ingrid N. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Doctorado en Ciencia.

Su correo electrónico es: [ingrid@fco.uo.edu.cu](mailto:ingrid@fco.uo.edu.cu)

**E**n la primera parte de este documento se comentó acerca de cómo una sección de concreto armado sometida a solicitaciones normales puede alcanzar, distintas situaciones que llevan a la pieza a la rotura, ya sea porque se excede la deformación a la compresión en el concreto o la deformación de fluencia del acero de refuerzo. Cada uno de dichos estados está asociado a una posición del plano de deformaciones, definida por la deformación en ciertas fibras características de la sección.

Fue conceptualizado el término línea o eje neutro de una sección como el correspondiente a la recta de deformación nula, y cuya distancia a la fibra más comprimida se designa por la letra  $X$ . Además, se definieron, de acuerdo a hipótesis preestablecidas, los tres niveles diferentes de deformación, que originan un "pivoteo" de los planos de deformación posibles alrededor de 3 puntos, creando diferentes zonas o dominios que se sintetizan en el denominado Diagrama de Dominios; cada uno de los cuales se detallan por separado a continuación.

El Dominio 1 corresponde al estado de tensión simple o compuesta, en la que toda la sección se encuentra bajo esfuerzos de tensión. En este caso la profundidad de la línea neutra varía entre 0 y el infinito (ver Fig. 1).

Este dominio "pivotea" alrededor del punto A, correspondiente a un alargamiento del acero más tensionado. Se puede identificar un comportamiento que va desde la

## CONTINUAMOS CON LA SEGUNDA PARTE DEL TEMA SOBRE FALLAS ESTRUCTURALES DEL CONCRETO EN DIAGRAMAS DE DOMINIO.

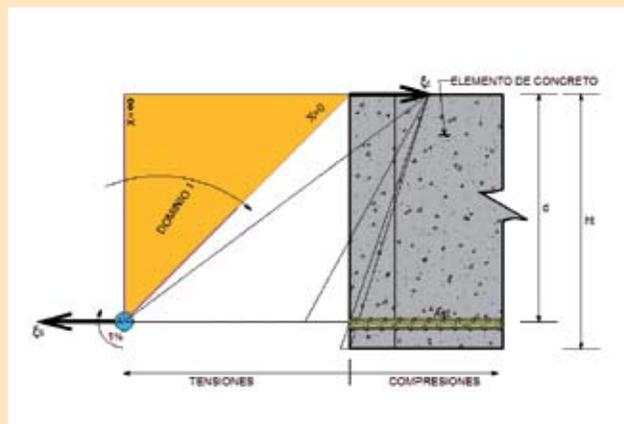


Figura 1

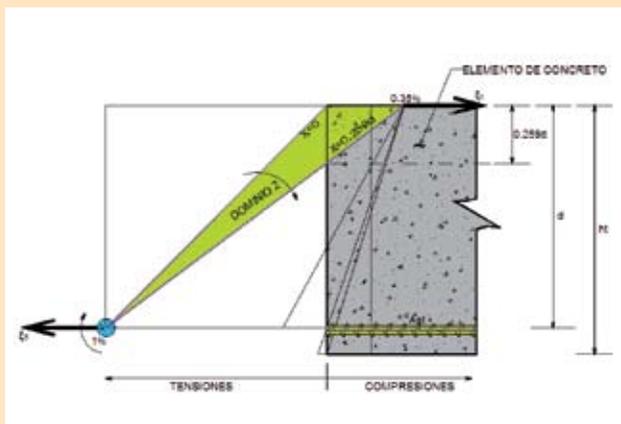
Figura 2



Dominio 1- Tensión simple y compuesta.



Dominio 2 - Flexión simple y compuesta.



tensión pura (caso de tensores), hasta la tensoflexión (caso de algunos elementos de armaduras de concreto); produciéndose el agotamiento debido a la deformación del acero de refuerzo ( $\epsilon_s=1\%$ ).

En este caso el agotamiento se produce por deformación plástica excesiva, al alcanzar el acero en tensión su máxima deformación (1%). No existe contribución alguna del concreto, por lo que los estados límites se analizan sólo en las deformaciones del acero de refuerzo. La recta vertical que pasa por el punto A, corresponde al caso límite de la tensión centrada.

Respecto al Dominio 2, éste representa a la flexión simple o compuesta, donde el concreto no alcanza la deformación de rotura por flexión. En este dominio, que sigue pivoteando alrededor del punto A y existe predominio de la flexión, se considera que la línea neutra está ubicada íntegramente dentro de la sección, variando entre 0 y 0.259 veces su peralte útil (ver Fig. 2).

Ya en este caso, el concreto en compresión comienza a contribuir. Según se aprecia, los esfuerzos asociados a este dominio son de flexión simple o compuesta, y la deformación máxima del concreto ( $\epsilon_c$ ) puede variar entre 0 y 0.35%, mientras que la del acero sigue siendo 1%. Por esta razón, el fallo ocurre cuando el concreto y el acero alcanzan sus deformaciones máximas, magnitud que corresponde con una profundidad de la línea neutra de 0.259 veces el peralte útil de la sección que se considere.

Dado que las líneas de deformación son rectas, debido al cumplimiento de la hipótesis de Bernoulli, es posible determinar por semejanza de triángulos la profundidad de la línea neutra en el extremo final del dominio 2 ( $x_{DOMINIO-2}$ ). De acuerdo a lo anterior, y a partir de la Fig. 2, se tiene:

$$\frac{0.35\%}{x_{DOMINIO-2}} = \frac{1\%}{d - x_{DOMINIO-2}} \Rightarrow x_{DOMINIO-2} = 0.259d \quad (1)$$

El estado de la recta que intercepta la deformación de 1% del acero con la de 0.35% de concreto (frontera entre los Dominios 2 y 3), es un estado límite simultáneo del acero y el concreto, y se le suele llamar en la literatura especializada como rotura de tipo "falla balanceada".



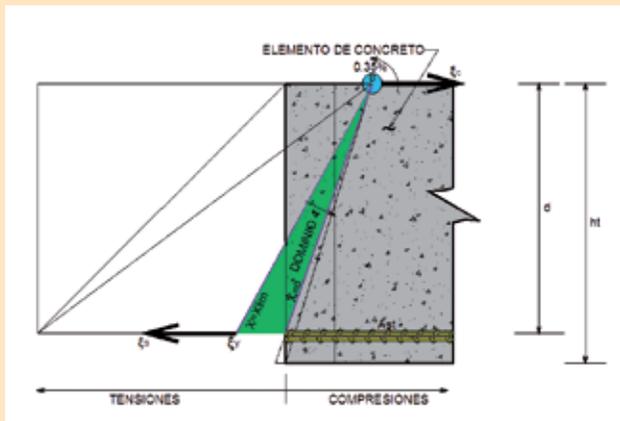
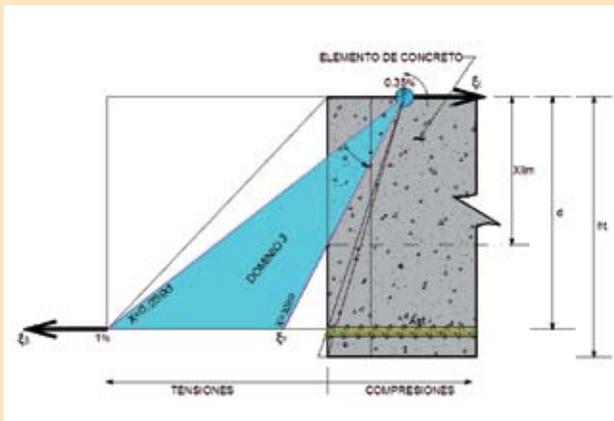
Figura 3

Figura 4



Dominio 1- Tensión simple y compuesta.

Dominio 2 - Flexión simple y compuesta.



En el Dominio 3 la profundidad de la línea neutra (ver Fig. 3), varía entre 0.259 veces el peralte útil y un valor límite definido ( $X_{lim}$ ) por un nivel de esfuerzos en el acero de refuerzo, menor al máximo, y que se conoce como esfuerzo de fluencia ( $\epsilon_y$ ). En el diagrama de comportamiento del acero de refuerzo  $\epsilon_y$  se corresponde con el punto en donde la función deja de ser lineal y comienza a ser constante (comportamiento horizontal), y en donde las deformaciones se incrementan sin que se incrementen los esfuerzos normales.

En este caso, también se trata de esfuerzos de flexión simple o compuesta con predominio de la flexión; en la que al bajar más el eje neutro, las deformaciones ya no pueden girar respecto al punto de pivoteo A, cambiando entonces al punto B.

En general, se considera que este dominio abarca hasta que el acero alcanza la deformación correspondiente a su límite elástico, y que el agotamiento es por compresión del concreto en compresión; cuando éste alcanza su máxima magnitud (0.35%). De acuerdo a esto, el concreto en este dominio se encuentra en su máxima capacidad, en cambio el acero trabaja al límite elástico, con deformaciones variables. Análogo al Dominio 2, en este caso la profundidad de la línea neutra asociada al extremo final (frontera entre los dominios 3 y 4) puede ser estimada de acuerdo a la Fig. 3, como sigue:

$$\frac{0.35\%}{x_{DOMINIO-3}} = \frac{\epsilon_y}{d - x_{DOMINIO-3}} \Rightarrow x_{DOMINIO-3} = \frac{0.35\%}{\epsilon_y + 0.35\%} d \quad (2)$$

Si se considera, de acuerdo a la Ley de Hooke, que existe una proporcionalidad directa entre esfuerzos y deformaciones, que incluye al módulo elástico del acero de refuerzo (ES), entonces:

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} \quad (3)$$

y,

$$x_{DOMINIO-3} = \frac{0.35\%}{\frac{f_y}{E_s} + 0.35\%} d \quad (4)$$

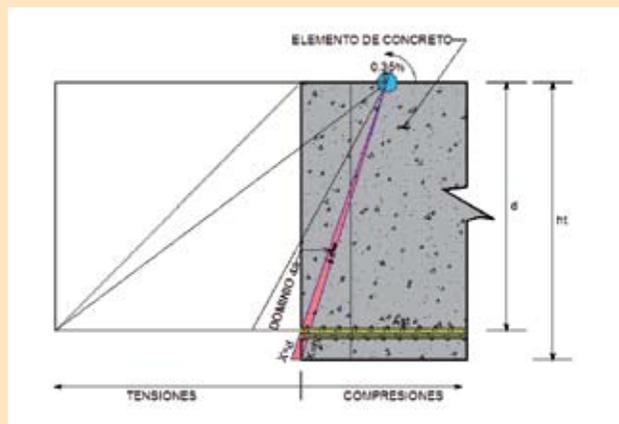


Figura 5

Figura 6



Dominio 4ª - Flexión simple y compuesta.



Dominio 5 - Compresión simple y compuesta.

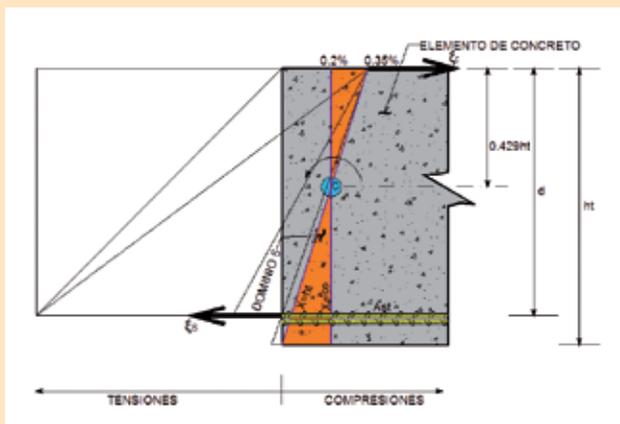
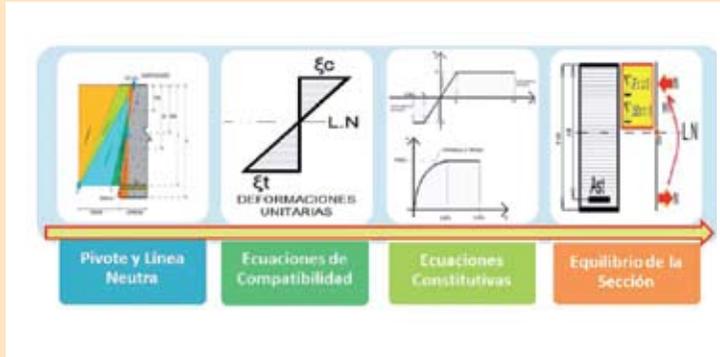




Figura 7

Resumen del proceso, que va desde la ubicación de la profundidad de la línea neutra y la determinación del dominio, hasta la obtención de las magnitudes resultantes que equilibran la sección.



**"En general se trata de un dominio de flexión compuesta con predominio de la compresión".**

to de pivoteo sigue siendo el punto B; existiendo esfuerzos de flexión simple y de flexocompresión.

En este dominio el agotamiento es por compresión del concreto ( $\epsilon_c=0.35\%$ ) y la contribución del acero de refuerzo en tensión es pequeña (menor al esfuerzo de fluencia). La deformación máxima del concreto a compresión vuelve a ser de 0.35 %, y la deformación del acero a tensión varía entre el valor de fluencia ( $\epsilon_y$ ) y cero, por lo que se desempeña a valores menores que su resistencia de cálculo. Un caso particular de este dominio es el Dominio 4a (ver Fig. 5, la pequeña zona de la derecha coloreada de color rosa), en donde la profundidad de la línea neutra varía entre el peralte útil y el peralte total de la sección. En este dominio existen esfuerzos de flexión o compresión compuesta, estando la sección comprimida y el acero de refuerzo trabajando íntegramente en compresión (la única zona que puede estar trabajando en tensión está justo por debajo del acero de refuerzo en tensión. De acuerdo a las hipótesis definidas en la primera parte de este escrito, en esta zona se deprecia el aporte a la resistencia de la sección). Puede apreciarse en la Fig. 5 que existe una pequeña parte del concreto en tensión, y que las rectas de deformación continúan girando alrededor del punto B. En general se trata de un dominio de flexión compuesta con predominio de la compresión.

Por último en el Dominio 5 (Fig. 6), que pivotea alrededor de un nuevo punto C, sólo se manifiestan esfuerzos de compresión simple o compuesta (toda la sección está en compresión), variando la profundidad de la línea neutra entre el peralte total de la sección y el infinito. En este dominio, el concreto comienza a disminuir su deformación de rotura desde 0.35% hacia el valor  $\epsilon_c=0.2\%$ , que corresponde con la compresión simple, estando también el acero y toda la sección sometida a esfuerzos de compresión. El refuerzo en la zona menos comprimida o más tensionada aumenta su deformación de acortamiento, alcanzando un valor de 0.2% cuando la compresión es céntrica.

De acuerdo a lo anterior, no es difícil darse cuenta que la profundidad de la línea neutra en la frontera entre los Dominios 3 y 4, es función del tipo de acero que se emplee (esfuerzo de fluencia,  $f_y$ ). Por su parte, en el Dominio 4, la profundidad de la línea neutra se mueve entre el valor límite definido en el Dominio 3 (si se considera que la deformación del acero en la fluencia es del orden del 0.20%, entonces esta profundidad es aproximadamente igual a 0.63 veces el peralte útil de la sección), y la profundidad del peralte útil de la sección. En este caso, tal y como se aprecia en la Fig. 4, el punto



Tabla 1

Es fácil entonces obtener de esta última figura la profundidad del punto de pivote C ( $X_C$ ), respecto al borde más comprimido, usando también elementales relaciones de triángulos; de acuerdo a lo que entonces:

$$\frac{0.35\% - 0.20\%}{x_c} = \frac{0.20\%}{h - x_c} \Rightarrow x_c = 0.429h \quad (5)$$

Hasta aquí ha podido constatarse que los dominios de deformación corresponden a todas las solicitaciones normales de una manera continua, desde la tensión simple hasta la compresión simple; al variar la profundidad del eje neutro  $X$  desde  $-\infty$  a  $+\infty$ . Puede resumirse que la profundidad de la línea neutra en cada dominio varía, tal y como se presenta a continuación en la Tabla 1.

De acuerdo a lo anterior, al ser los diagramas de dominio diagramas de deformaciones y al ser las condiciones de rotura condiciones de deformación, estos diagramas se convierten en una útil herramienta para el adecuado entendimiento de las distintas condiciones de falla que puede tener un elemento estructural sometido a efectos axiales y de flexión, y/o a la combinación de éstos.

En general, tal y como se conoce, los estados límites de deformación seccional dependen de la solicitación que se genera en la misma. Las diferentes solicitaciones que se presentan en una sección transversal pueden entenderse fácilmente considerando distintas posiciones del eje neutro; siempre respecto al borde en compresión de la sección.

En función de esto se tendrán entonces particularizados para cada dominio, los diagramas que definen la colocación del eje neutro al inicio y al final, así como la solicitación que es posible que se genere en la sección de estudio y el material que falla en cada caso; por lo que entonces se podría comenzar a tener un criterio respecto a la conveniencia de dimensionar la sección para trabajar en un dominio determinado u otro.

En resumen (Fig. 7), si se conoce el pivote se puede establecer la ecuación de compatibilidad que nos permite conocer la ubicación exacta de la línea neutra en el interior de la sección transversal. Conocida la ecuación de compatibilidad y las deformaciones relativas del concreto y del acero, a través de las ecuaciones constitutivas de los materiales (obtenidas en función de los diagramas de esfuerzo-deformación, previamente definidos en las figuras 2 y 3 de la primera parte de este documento), es posible a partir de las deformaciones, obtener los correspondientes niveles de esfuerzos a los que se encuentran sometidos ambos materiales (concreto y acero de refuerzo).

Por último, con los esfuerzos del concreto y del acero, haciendo un resumen de esfuerzos normales a la sección, se encuentran las resultantes del concreto y del acero, en compresión y en tensión, respectivamente, con lo cual es posible establecer el equilibrio de la sección a través de las leyes de Newton ( $\sum F_x=0$  y  $\sum M_o=0$ ), y con ello obtener las magnitudes resultantes; tanto del momento flector ( $M$ ) como de la fuerza axial ( $N$ ), que equilibran la magnitud que solicita la sección. **C**

Profundidad de la línea neutra.

Dominio	Profundidad de línea neutra	
	Desde	Hasta
1	$x=-\infty$	$x=0$
2	$(\epsilon_s=\epsilon_c=1\%)$	$(\epsilon_s=1\%, \epsilon_c=0)$
3	$x=0$	$x=0.259d$
4	$(\epsilon_s=1\%, \epsilon_c=0)$	$(\epsilon_s=1\% \text{ y } \epsilon_c=0.35\%)$
4a	$x=0.259d$	$x=x_{lim}$
5	$(\epsilon_s=1\% \text{ y } \epsilon_c=0.35\%)$	$(1\% \geq \epsilon_s \geq \text{ y } \epsilon_c=0.35\%)$
	$x=x_{lim}$	$x=d$
	$(\epsilon_s= \text{ y } \epsilon_c=0.35\%)$	$(\geq \epsilon_s \geq 0 \text{ y } \epsilon_c=0.35\%)$
	$x=d$	$x=ht$
	$(\epsilon_s= \text{ y } \epsilon_c=0.35\%)$	$(\geq \epsilon_s \geq 0 \text{ y } \epsilon_c=0.35\%)$
	$x=ht$	$x=+\infty$
	$(\epsilon_s=0 \text{ y } \epsilon_c=0.35\%)$	$(\geq \epsilon_s \text{ y } 0.35\% \leq \epsilon_c \leq 0.2\%)$

Fuente: Adaptado de EHE-08.

## REFERENCIAS:

- EHE-08, *Instrucción del Hormigón Estructural: Con comentarios de los miembros de la Comisión Permanente del Hormigón*, Centro de publicaciones de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento, España, 2010.
- Jiménez Montoya, Pedro; García Meseguer, Álvaro; Morán Cabré, Francisco, *Hormigón armado*, 14a edición basada en la EHE, ajustada al Código Modelo y al Eurocódigo, Gustavo Gili, Barcelona, España, 2000.
- Leonhardt, Fritz; Mönning, Eduard, *Estructuras de hormigón armado. Bases para el dimensionamiento de estructuras de hormigón armado*, Tomo I, Segunda edición revisada, Librería "El Ateneo" Editorial, Buenos Aires, 1988.
- NC 207: 2003, "Requisitos generales para el diseño y construcción de estructuras de hormigón", Oficina Nacional de Normalización, Cuba.

# Nuevas Consolas AUTOMAX y PILOT con Tecnología SMARTline

**Automatización de la regulación de la carga de cualquier prensa y control remoto desde la PC.**



**Distribuidor exclusivo en México:**

**EQUIPOS DE ENSAYE CONTROLS, S.A DE C.V.**

Av. Hacienda 42, Col. Club de Golf Hacienda,  
Atizapán de Zaragoza, C.P. 52959, Estado de México.

Tels. (+52 55) 55 32 07 99, 55 32 07 22, 53 78 14 82

**CONTROLS** Your Partners  
Masters of Technology

CONTROLS S.R.L.  
está certificada en  
**ISO 9001:2008**

info@controls.com.mx  
www.controls.com.mx



# TENDENCIA

# Diseño y construcción

**Para Shiraz Tayabji, la principal tendencia en pavimentos de concreto es el énfasis en crearlos más durables y que requieran poco mantenimiento durante su vida útil. Conozcamos su opinión.**

**"H**acemos hincapié en la necesidad de concretos durables. Estamos diseñando pavimentos de concreto para durar 40 ó 50 años sin necesidad de rehabilitaciones importantes. La tendencia es construir pavimentos de concreto con losas de menor tamaño, bases estabilizadas y barras de transferencia de carga. Asimismo, ahora se están utilizando métodos de diseño mecanicista en comparación con las metodologías empíricas utilizadas hace más de cinco décadas. Sin duda, las actuales metodologías permiten optimar los diseños y hacerlos más competitivos económicamente hablando.

Los factores clave a tener en cuenta en el diseño incluyen: buena cimentación con adecuados drenajes; buena base; adecuado espesor de diseño estructural de la losa de concreto, buen diseño de juntas, bermas, etc.; buena previsión de las condiciones climáticas locales y, algo importante, una estimación adecuada de la carga futura que circulará por la vía".

## CAMBIOS EN LOS PROCESOS DE DISEÑO

"Comparando los diseños de pavimentos de concreto para 20 y 50 años de vida útil, la diferencia radica principalmente en la disciplina con que se apliquen los diseños. Para pavimentos de 50 años de vida útil deben implementarse diseños de bajo nivel de incertidumbre y riesgo, prestando mayor atención a los datos que se incorporan en él. Para diseñar una buena base es fundamental estimar con mucha exactitud las demandas futuras de tráfico y realizar una evaluación exhaustiva de las condiciones del lugar de la obra. Hay que prestar mayor atención a los requisitos de drenaje y asegurarse que el espesor del concreto y su resistencia sean suficientes para los 50 años de servicio".

## MATERIALES Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS

"La máxima evolución se ha presentado en las últimas dos décadas. La pavimentación de nuestros días es un sistema que incorpora diversos materiales cementantes, agregados y aditivos, lo cual

Tomado de: Revista *Noticreto*,  
núm. 101, julio-agosto 2010.  
Fotos: Cortesía Shiraz Tayabji  
(a través de *Noticreto*).

## DÉCADAS DE EXPERIENCIA

El ingeniero Shiraz Tayabji, nacido en Dar es Salaam, Tanzania, es una de las personas más respetadas mundialmente en el tema de pavimentos de concreto. Graduado de la Universidad del Este de África, en Nairobi, obtuvo su máster en Ciencia y PhD en Ingeniería Civil, por la Universidad de Illinois. Inició su carrera profesional en el área de pavimentos en la división de Investigación y Desarrollo de la Portland Cement Association (PCA) en 1978. Años más tarde, esta dependencia se convirtió en el Laboratorio de Tecnología de la Construcción (CTL, por sus siglas en inglés).

Entre 1989 y 1999 trabajó en una rama del derecho de ingeniería y tuvo su propia firma en esa especialidad. De 1999 a 2007 estuvo de nuevo en CTL y desde entonces ha estado vinculado con Fugro Consultants como consultor senior. Su vida profesional se ha orientado a los materiales, diseño, construcción y rehabilitación de pavimentos de concreto; desarrollo e implementación de tecnologías avanzadas para pavimentos de concreto y desarrollos de la tecnología e investigaciones sobre los daños prematuros de este tipo de estructuras.



exige que quienes operan las plantas y realizan la colocación del concreto estén bien capacitados y entiendan el comportamiento del material según las cambiantes condiciones de colocación. Además, se está haciendo énfasis en los criterios de sustentabilidad y aprovechamiento de materiales reciclados. La evolución de los procesos constructivos, es por lo general más lenta ya que espontáneamente los equipos tienen prolongada vida útil".

### PROYECTOS IMPACTANTES

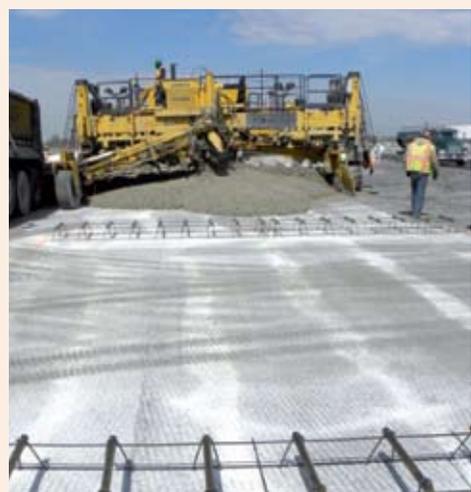
"En muchos países he observado proyectos de mucho interés. Por ejemplo, en Colombia, la infraestructura para el sistema Transmilenio, en que el uso de pavimentos de concreto ha sido impresionante, creo que marcó el uso de estas estructuras para transporte masivo en el país. También me impresiona lo que se está haciendo en India, donde en la última década se han tendido miles de kilómetros de vías de 4 y 6 carriles de ancho para conectar las ciudades principales. Hasta hace diez años no existían pavimentos de concreto en India y la mayoría de las carreteras que conectaban las ciudades principales eran de dos carriles".

### LOS PAVIMENTOS EN LAS UNIVERSIDADES

"Recomiendo a las universidades que, en cuanto a los pavimentos de concreto, sus programas académicos no se centren únicamente en las altas tecnologías, sino en ofrecer muchas disciplinas básicas de la ingeniería civil, tales como la ingeniería de pavimentos, con el fin de graduar ingenieros con buenos conocimientos en pavimentos y un buen balance de ingeniería, complementando los planes de estudio con excelentes programas de posgrado". **C**



**La tendencia es construir pavimentos de concreto con losas de menor tamaño, bases estabilizadas y barras de transferencia de carga.**



# CONCRETO LANZADO: Prospectiva (Parte II)

**Eduardo de J. Vidaud Quintana**

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

Su correo electrónico es: [evidaud@mail.imcyc.com](mailto:evidaud@mail.imcyc.com)

**Ingrid N. Vidaud Quintana**

Ingeniero Civil/Doctorado en Ciencia.

Su correo electrónico es: [ingrid@fco.uo.edu.cu](mailto:ingrid@fco.uo.edu.cu)

**CONTINUAMOS CON EL IMPORTANTE TEMA DEL CONCRETO LANZADO, IMPRESCINDIBLE EN EL SECTOR QUE NOS COMPETE.**

**E**L DESARROLLO DE MÁQUINAS con las que podían proyectarse mezclas de arena y cemento a principios del siglo XX, condujo a la creación de los equipos modernos para el Concreto Lanzado (CL). En esta segunda parte expondremos aspectos significativos de este material; en esta ocasión acerca de los métodos de colocación, materiales componentes, y principales usos en la actualidad. Así, como antes se comentó, existen dos métodos para la colocación: vía seca y vía húmeda. Ambos procedimientos se distinguen por el método de elaboración de la mezcla y por el equipamiento utilizado para la aplicación.

El método de colocación por vía seca comienza por la preparación de la mezcla de cementantes y agregados (secos o con humedad natural); componentes que son combinados hasta obtener una mezcla homogénea. Ésta se carga en la máquina. Es el momento en el que se pueden agregar los aditivos acelerantes, para conseguir altas resistencias iniciales y disminuir el rebote.

Es en ese momento en que se introduce la mezcla seca en la manguera empleando aire comprimido; está es transportada hacia la boquilla a gran velocidad. Es en esta operación que se introduce agua a presión a través de un anillo de distribución que corta el paso del material seco, humedeciéndolo junto con el aditivo acelerante (si se usa), y mezclándose con los demás ingredientes. El resultado ya húmedo es lanzado a alta velocidad desde la boquilla hacia la superficie, compactándose simultáneamente durante la colocación. (ver Fig. 1)

Por su parte, la vía húmeda (Fig. 2) comienza por el mezclado de los cementantes, los agregados, el agua, y los aditivos (excepto los acelerantes) hasta conseguir una mixtura homogénea; de acuerdo a las especificaciones de proyecto y al revenimiento mínimo para ser bombeado. Posteriormente, la mezcla de concreto se introduce y es



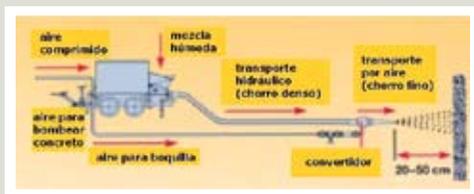
Figura 1

Figura 2



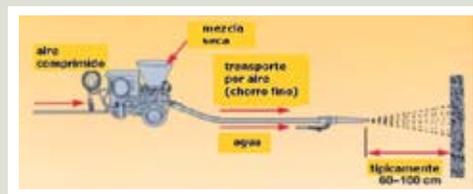
Croquis vía seca.

**Fuente:**  
Adaptado de la Sprayed Concrete Association (1999).



Croquis vía húmeda.

**Fuente:**  
Adaptado de la Sprayed Concrete Association (1999).





## Ventajas

conducida por la manguera de transporte en desplazamiento mecánico; algo similar a lo que sucede en el concreto bombeable. Por último, previo al lanzamiento de la mezcla de concreto contra la superficie, se inyecta aire a presión en la boquilla para incrementar la velocidad y en este proceso se adicionan los aditivos acelerantes.

Cada método tiene determinadas ventajas, mismas que son muy oportunas de conocer. A continuación se tabulan las principales, de ambos métodos.

En general, con el método húmedo se logran mezclas más homogéneas que permiten mayor adherencia, con mayor resistencia a la compresión y con menos desviación estándar entre los concretos asociados a diferentes aplicaciones de un mismo colado. Puede también alcanzarse con esta vía, una mayor producción de concreto, con mayor rapidez en la colocación, y por tanto, mayor rendimiento en la obra. Hasta hace algunos años el método más utilizado era el de proyección por vía seca; en la actualidad, la tendencia ha cambiado debido a las razones antes expuestas.

La selección del método a usar, como puede entenderse, depende de muchos y variados factores. Cada proyecto debe ser estudiado en sus condiciones reales, a fin de que pueda ser elegida la mejor opción. En la actualidad se utiliza también la vía semihúmeda; la que se considera idéntica en sus primeras fases a la de la mezcla seca, sólo que permite humedades en los agregados de hasta un 10 % y el que se adiciona el agua a una distancia de aproximadamente 5 m de la boquilla, mejorando las propiedades de la mezcla al llegar a ésta.

Otras ventajas aluden a que se evita el polvo resultante y la pérdida de cemento, además de que se obtiene un concreto más homogéneo con una más idónea a/c, en

### Vía seca

- Puede variarse la relación agua-cementante (a/c), según necesidades del proyecto; dado que el control del agua se realiza desde la boquilla.

- Resulta especialmente apta para aquellas mezclas con agregados porosos y con agregados muy finos.

- Posibilita trabajar con mangueras más largas; o sea en trabajos donde se requieran grandes distancias de colocación del concreto (no segregación).

- Se puede detener la proyección de la mezcla en cualquier momento con un desperdicio mínimo.

- Los equipos empleados son de menor costo.

### Vía húmeda

- La cantidad de agua puede medirse con mayor exactitud (por peso) y controlarla durante el mezclado con una relación a/c constante.

- Hay una disminución de las pérdidas de cemento; no se genera polvo y el rebote durante la proyección es menor, lo que genera un mejor ambiente de trabajo.

- Brinda mayor seguridad en el mezclado de los componentes, siendo la adición de aditivos más sencilla.

- Es ideal para la aplicación de cualquier tipo de fibras.

- Es mucho menor el consumo de aire. Se suele usar menos de la mitad, que el que se usa en la vía seca.



### Figura 3

Concreto lanzado en la reparación de estructuras de concreto armado.

**Fuente:**

[www.shotcrete.org/media/pdf/asa-brochure-revised-print.pdf](http://www.shotcrete.org/media/pdf/asa-brochure-revised-print.pdf)



### Figura 4



Concreto lanzado en la construcción de estructuras de concreto armado para la contención de agua.

**Fuente:**

[www.shotcrete.org/media/pdf/asa-brochure-revised-print.pdf](http://www.shotcrete.org/media/pdf/asa-brochure-revised-print.pdf)



donde se evita que los componentes de la mezcla se dispersen al momento de hacer la proyección.

La calidad del CL depende también en gran medida de los materiales componentes de la mezcla. El agua utilizada para el amasado, que deberá estar limpia y libre de sustancias que puedan dañar al concreto o al acero, está compuesta del agua añadida en la boquilla, más la proveniente de la humedad de los agregados.

La relación a/c en el CL tiene la misma influencia que en los concretos colados; a mayor cantidad de agua, menor resistencia. Es común que en la proyección por vía seca no exista un valor definido para esta relación, debido a que generalmente el operario de la boquilla es quien controla y regula la cantidad del agua de la mezcla. Los valores más recomendados por la literatura especializada para esta vía oscilan entre 0.30 y 0.55 (en peso). Por su parte, en la vía húmeda se tiene control de esta relación y los valores recomendados varían entre 0.40 y 0.65; en dependencia de las características y de las proporciones de los materiales a utilizar.

Además de ser un buen lubricante, el cemento Portland actúa como aglutinante en la mezcla de CL, uniendo y fijando las partículas de agregado a través de la matriz; esta es la razón por la que es parcialmente responsable de las propiedades mecánicas del material endurecido.

En general, el cemento debe tener propiedades de fraguado rápido y de resistencia a edad temprana; aunque si el material va a ser expuesto a la acción de suelos o aguas subterráneas con alta concentración de sulfatos, deberá emplearse cemento sulforresistente. Usualmente, la proporción de material cementante varía entre 350 y 450 kg/m<sup>3</sup> para la vía seca, y entre 400 y 500 kg/m<sup>3</sup> para la vía húmeda.

Los agregados, que podrán ser naturales, triturados o una mezcla de ambos, deben corresponder con el tamaño que recomiendan las instrucciones de los equipos de lanzado, y con una curva granulométrica bien graduada. Asimismo, los agregados tienen la misma importancia que en los concretos colados, pues constituyen el esqueleto de la matriz del CL, aproximadamente el 75% del volumen de este material es arena y grava.

En general, las partículas de los agregados deben de estar limpias, libres de materias orgánicas, terrones de arcilla, u otras sustancias nocivas indeseadas; adicionalmente deben ser duras, resistentes, y con una calidad uniforme. Por otra parte, se recomienda en la mezcla un elevado porcentaje de finos, a fin de mejorar la adherencia y reducir las pérdidas durante el lanzado. De igual forma se requiere de una cantidad suficiente de gruesos para favorecer la compactación, mejorar la resistencia, reducir la adherencia entre la pasta y la manguera, y atenuar el efecto de las contracciones en el material durante el proceso de secado de la mezcla.

Para la vía seca, normalmente se recomienda emplear un tamaño máximo de 10 mm, y eventualmente de hasta 16 mm, con un módulo de finura de la arena que debe oscilar entre 2.8 y 3.2. La arena en esta vía no debe tener más de un 5% de humedad. En la vía húmeda los tamaños máximos de los agregados deben estar entre 8 y 10 mm, lo que es una consecuencia de las limitaciones de los equipos de lanzado; aunque no se descarta también el hecho de que la utilización de agregados "pequeños", es una manera de evitar grandes pérdidas por rebote.

Los aditivos en el CL, al igual que en el resto de los concretos, son sustancias orgánicas y/o inorgánicas en estado líquido o en polvo, que reaccionan con la hidratación del cemento; ya sea de forma química o física. Estos aditivos se agregan antes, durante o después del mezclado, y se utilizan para lograr propiedades específicas, tanto en el concreto fresco, como en el endurecido. Cabe decir que entre los más importantes para mezclas colocadas por vía seca figuran los acelerantes de fraguado, que como



## Desventajas

su nombre lo indica, reducen el tiempo de fraguado, lo que induce a que el concreto desarrolle una resistencia inicial mayor, situación que a su vez permite el "lanzamiento" de capas consecutivas con una mayor rapidez y con mayores espesores.

Para el caso de las mezclas por vía húmeda, los aditivos más utilizados son los estabilizadores de fraguado, acelerantes, plastificantes o superplastificantes, e incluso de aire. Los aditivos estabilizadores resultan indispensables para mantener la trabajabilidad y extender el tiempo durante el transporte y la colocación, sin afectar la calidad del material. Puede mantenerse "dormido" el concreto, por un período que va desde algunas horas hasta tres días, según la dosis aplicada. Para reactivar la hidratación se agrega aditivo acelerante durante la proyección.

En cuanto a las adiciones minerales, las más utilizadas suelen ser el humo de sílice y las cenizas volantes. En general, su empleo se traduce en una importante mejora en la calidad del CL, manifestada en una aceptable resistencia a la compresión, mayor densidad, mejor adherencia, reducción del rebote y mejor bombeabilidad. Las fibras de acero y sintéticas, igualmente son bastante utilizadas en el CL. Su empleo incrementa la ductilidad del material, mejora la resistencia al impacto, y reduce la propagación de grietas, sobre todo originadas por el efecto de las contracciones.

Son variados los proyectos estructurales usando CL en muchas partes del mundo. Algunas de las aplicaciones más comunes son: reparación y/o reforzamiento de estructuras de concreto (Fig. 3) y de mampostería; construcción de muros de cualquier tipo; revestimiento de túneles y obras subterráneas como galerías de minas, cavernas y pozos; estabilización de taludes; protección impermeable en obras hidráulicas (presas y canales); construcción de tanques de almacenamiento de agua, silos y otras estructuras de concreto para almacenaje (Fig. 4), así como de plantas de tratamiento, piscinas y estanques.

El CL se ha convertido en una buena opción para la industria de la construcción y su calidad es el resultado del desarrollo tecnológico, tanto en los materiales componentes de la mezcla, como en la tecnología de equipos, aunque también una dosis de lo anterior, es el resultado de los sofisticados sistemas de control de calidad, que en obra se han llegado a implementar.

El empleo de esta tecnología se traduce en una opción técnica a un costo razonable, demostrando determinadas ventajas frente a los métodos tradicionales. Con los cuidados necesarios, las expectativas de desarrollo del CL para aplicaciones estructurales son y deben continuar siendo cada vez mayores. **C**

### Vía seca

- Genera mucho polvo durante el proceso, así como un menor rendimiento de colocación.

- Se tiene un mayor consumo de aire y mayor pérdida durante el lanzamiento.

- Existe una alteración permanente de la relación a/c, pues es común que el control del agua lo realice el operador de acuerdo con su experiencia.

- Hay un mayor desgaste del equipo, de ahí que se requiera de mayor mantenimiento.

- Se crean concretos menos homogéneos (diferencias de resistencias).

### Vía húmeda

- Las mezclas son propensas a contraerse debido al agua excesiva que debe incluirse para obtener la bombeabilidad requerida<sup>(1)</sup>.

- Las mezclas en general son más costosas.

- Hay un requerimiento de una mayor coordinación en obra, debido al menor tiempo disponible.

- Es más difícil la limpieza del equipo.

- Debe de existir un limitado número de interrupciones.

<sup>(1)</sup>En la actualidad, esta situación se atenúa con la existencia de modernas máquinas para el bombeo de mezclas de muy bajo revenimiento; además de la aparición de aditivos reductores de agua con importantes prestaciones.

## REFERENCIAS:

- American Shotcrete Association (ASA). "Shotcrete: Speed, versatility, cost, savings, sustainability". [www.shotcrete.org](http://www.shotcrete.org)
- CI Committee Report, *Guide to shotcrete*, ACI 506R-90.
- Osorio, JD, "Concreto lanzado en túneles", en *Noticreto*, núm. 103, nov/dic 2010.
- Sprayed Concrete Association, "Introduction to the sprayed concrete", 1999, [www.sca.org.uk/pdf\\_word/Intro\\_to\\_Sprayed\\_Concrete.pdf](http://www.sca.org.uk/pdf_word/Intro_to_Sprayed_Concrete.pdf)
- Sproviero, M, "Concreto lanzado", UNICOM ENGENHARIA [www.unicomengenharia.com.br](http://www.unicomengenharia.com.br)
- Xargay H.; Balzamo, HM, "Hormigón proyectado reforzado con macrofibras. Su aplicación en la industria de la construcción. Parte I", en revista *Hormigonar*, núm. 20, abril de 2010.



Raquel Ochoa

 [www.facebook.com/revistacyt](http://www.facebook.com/revistacyt)

Fotos: Cortesía Gabriel Campuzano y Carlos Campuzano.

# Un transatlántico en la mar del barrio

— LA INSTITUCIÓN educativa

La Samaria, tiene una arquitectura que juega con los sentidos.

D

**ESDE LO LEJOS** pareciera un transatlántico que flota en un mar de casas. Vista desde el sur, la institución educativa La Samaria (en Pereira, Colombia) con la quebrada que la circunda, pareciera un gran basamento que perfila el centro de la ciudad enmarcado a lo lejos por la grandiosa cordillera. Sin duda, la pieza establece una relación íntima con el tejido y colorido del barrio en que se encuentra.

En La Samaria los elementos estructurales de concreto están a la vista de todos. Provocativos, sin intención de ocultarse tras maquillaje algunos muestran la pureza de su esencia. Los pisos, techos y muros de concreto de La Samaria van más allá de una mera función estructural y estética; confieren vida al edificio, respirando y aplaudiendo la modernidad que llega al viejo barrio del sur de Pereira.

En entrevista para *Construcción y Tecnología en Concreto*, el arquitecto Gabriel Campuzano Otero, líder de la firma Campuzano-Arquitectos de Bogotá, Colombia, comenta sobre el espacio educativo incluyente y plural. Sus creadores no sólo dieron vida al espacio educativo, sino que concibieron la infraestructura como una extensión incluyente de su entorno físico y comunal. “Al analizar el contexto en el que se insertaban ambos colegios –explica Gabriel Campuzano-, vimos la oportunidad de extender los beneficios de la moderna infraestructura educativa. Nuestra primera intención fue concebir una arquitectura enfocada a la inclusión comunal; la solución que brindamos no sólo pretendía servir a los estudiantes sino también a la comunidad en general, convirtiéndose en un referente para el barrio”.

“La institución se encuentra en el barrio de La Samaria, al sur de la ciudad de Pereira. Es un típico barrio periférico, fundado aproximadamente 15 años atrás, en una ciudad intermedia colombiana. Como muchos barrios de la periferia, carece de equipamiento; no hay parques ni plazas ni calles peatonales. Sus espacios públicos están limitados a una cuadrícula de calles, dejando poca oportunidad para el desarrollo de áreas públicas de buena calidad. El predio, en el que actualmente se ubica el colegio, es la frontera entre la ciudad y el campo, delimitando un espacio interesante para su transformación. Por su parte, el concepto fue dar forma a un equipamiento plural e incluyente para la comunidad que lo rodea. En primera instancia, priorizamos el diseño generoso, en términos de su aporte a la estructura del espacio público del sector, liberando una plaza pública en la esquina principal del predio, a su





vez, la plaza está cubierta por propio edificio educativo, generando condiciones particulares y favorables para el bienestar de los estudiantes y los vecinos”.

A decir del creativo, “la morfología del predio hizo necesario el diseño del edificio principal en tres plantas, desarrolladas a lo largo del predio, como si conformaran un tren con sus vagones, sintetizados dentro de la morfología y la topografía del sitio, economizando la superficie y maximizando el espacio libre, donde se ubican canchas, áreas verdes y patios. Este tren de casi 200 metros de longitud, alberga las aulas de primaria y secundaria, así como laboratorios, biblioteca e internet; estas últimas ubicadas en el primer piso, con el objetivo de que puedan ser utilizadas por la comunidad del entorno -los fines de semana- junto con las canchas y el aula múltiple, fortaleciendo el concepto de un edificio plural e incluyente”, agrega Gabriel Campuzano.

Para los creativos, el mayor reto fue “insertar en un predio pequeño y con una morfología muy compleja, un edificio de 6,000 metros cuadrados, sin perder las áreas libres, que son clave en la identidad de la nueva institución”. Pero no sólo esto, la propuesta de Campuzano



**LA MORFOLOGÍA**  
del predio hizo  
necesario el  
diseño del edificio  
principal en  
tres plantas,  
desarrolladas a lo  
largo del predio,  
como si conforma-  
ran un tren con  
sus vagones,  
sintetizados dentro  
de la morfología y  
la topografía del  
sitio.



Arquitectos, busca transmitir la sensación de que el nuevo espacio es “un equipamiento que pertenece a todo el barrio, incluso a la ciudad. El concepto es que el edificio se convierta en un referente y genere orgullo entre sus habitantes”, enfatiza el arquitecto.

## ROMPIENDO PARADIGMAS

La Samaria rompe con el paradigma estético de proyectos para instituciones educativas en Colombia; ya que a decir del mismo entrevistado “en el imaginario convencional, la tipología común para un colegio tiene que ver con una dispersión, generando núcleos en torno a patios de pequeñas escalas, una arquitectura que tienda a ser muy horizontal y poco visible. En ese sentido, el proyecto rompe con este paradigma; pero lo hace más por necesidad que por una intención consciente, pues es un resultado de la forma y el tamaño del predio. Al haberse resuelto como un edificio de tres plantas, el proyecto tiene gran presencia en su entorno, con un potencial de convertirse en ícono reconocible desde la distancia, colocando al barrio de La Samaria en el mapa colombiano”.

La aportación estética en el desarrollo de este tipo de proyectos trasciende la edificación por su carga simbólica y funcional. “Este tipo de equipamientos públicos, que llegan por primera ocasión a sectores deprimidos de la población colombiana, tienen la oportunidad de que se conviertan en un hecho político, que evidencie la presencia de un estado democrático y plural, a partir de su arquitectura y propuesta estética. Entonces, el elemento innovador del concepto arquitectónico tiene que ver con el planteamiento de crear una infraestructura con posibilidades de ser utilizada por el mayor número de usuarios, más allá de los estudiantes a los cuales pertenece. Esta es la forma de garantizar su éxito”, enfatiza el mismo creativo.

## JUGANDO CON EL ESPACIO Y LOS MATERIALES

Para el equipo de creativos, “un anhelo es que exista suficiente determinación política por parte de la administración de la institución educativa y de la Secretaría de Educación de Pereira, para trasgredir el límite que define el espacio interior y el exterior del colegio. De esta forma, La Samaria se puede convertir en un parque público para la prosperidad de la comunidad que lo rodea. Sin duda, un equipamiento de puertas abiertas”.

## Mega Colegios Públicos

**Aulas, laboratorios, biblioteca, escaleras y pasillos** –de la primaria y la secundaria de la institución pública– son partícipes de una nueva historia cargada de voces colegiales y una comunidad en espera de calidad de vida. Todos redefiniendo y dando identidad al nuevo espacio educativo incluyente. Este proyecto arquitectónico es parte de la política de “Mega Colegios Públicos” que ejecutó el pasado gobierno colombiano. La idea fue llevar infraestructuras educativas a sectores periféricos con registro significativo de conflictos sociales y población vulnerable de las ciudades colombianas demandantes de espacios educativos.



## Datos de interés

**Nombre del proyecto:**

Institución Educativa  
La Samaria.

**Ubicación:**

Barrio La Samaria, Pereira,  
Colombia

**Superficie total construida:**

6,000 m<sup>2</sup>.

**Principales materiales  
utilizados:**

Concreto, ladrillo de arcilla,  
bloque de concreto, ventanería  
en aluminio, guadua (bambú).

**Tipo de concreto utilizado:**

Concreto premezclado gris de  
28 MPa para columnas y 21 MPa  
para vigas y losas de entrespiso.

**Total de concreto utilizado:**

1,700 m<sup>3</sup> aprox.

**Equipo de profesionales:**

arquitectos Gabriel Campuzano  
Otero, Carlos Campuzano Otero,  
Carlos Campuzano Castello e  
ing. Francisco de Valdenebro.

**Despacho arquitectura:**

Unión temporal C&DV  
arquitectos Ingenieros.  
Campuzano Arquitecto-  
Devaldenebro Ingenieros

**Colaboradores:**

Juliana Zuluaga, Julio  
Angulo, Óscar Ruiz, Diana  
Galvis, Alejandro Rodríguez  
y Ángela Hernández.





**"La utilización de la guadua se convierte en el elemento dosificador del ingreso de luz a los espacios, permitiendo su entrada, no obstante que el sol nunca será directo".**



Cabe señalar, que otro de los desafíos que enfrentaron los creativos fue "la geometría irregular del espacio. La forma del lote podría sintetizarse en un triángulo: angosto en un sentido y largo en el otro, con un alto grado de dificultad topográfica; puesto que, en uno de sus costados (largos) se desarrolla un talud (de casi 40 metros) que cae en su nivel más bajo, permitiendo el paso de una quebrada. La solución fue alterar lo menos posible la topografía, retirándose de ese talud –que era uno foco de riesgo–, así como crear un espacio protegido al interior, en el cual se desarrollan los espacios abiertos del programa y el aula múltiple/comedor".

"El proyecto visto a lo lejos pareciera un transatlántico que flota en un mar de casas, estableciendo una relación íntima con el tejido y el colorido del barrio. Todo gracias a su dimensión, topografía e implantación. Visto desde el sur, con la quebrada que lo bordea en primer plano; pareciera ser un gran basamento del cual surge el perfil del centro de la ciudad enmarcado a lo lejos por la cordillera. Por momentos, me da la sensación de que el lugar donde se implanta hubiera estado esperándolo desde hace mucho tiempo", dice el mismo entrevistado.

Otro aspecto central es que en La Samaria, se trató de mostrar una imagen sin maquillaje, por ello, "la paleta de tonalidades está determinada por la naturaleza de los materiales empleados, sin ornamento ni acabados adicionales", enfatiza el creativo. Al ser un material "vivo", la guadua (bambú) se ve afectada por la luz del sol, generando una situación interesante, el cambio de ánimo del edificio a la par del cambio de ánimo del día. En un día soleado las guaduas brillan de manera diversa, si es un día gris su tonalidad se vuelve más neutra. Este material parece estar en constante vibración.

Sobre la iluminación, continúa el entrevistado, "se debe partir siempre que es un elemento muy sensible cuando se trata de un espacio para el estudio. Por esta razón, todo el proyecto está desarrollado con miras a que este elemento sea lo más eficiente posible. La utilización de la guadua se convierte en el elemento dosificador del ingreso de luz a los espacios, permitiendo su entrada, no obstante que el sol nunca será directo-, generando las condiciones optimas al interior del espacio".



40

## EL USO DEL CONCRETO

"El concreto es el material predominante en la construcción de La Samaria. Se utiliza en la gran mayoría de los elementos estructurales y se deja a la vista, para apreciar la belleza de su esencia. Los pisos, techos y algunos muros son en concreto a la vista, confirmando el gran potencial que tiene este material como acabado, más allá de su mera función estructural. Gracias al concreto y su eficiencia estructural fue posible resolver algo tan importante para el proyecto como la plaza cubierta de acceso, con una luz estructural de más de 16 metros que precede a un voladizo de más de ocho metros", finaliza Campuzano. **C**

ARQUITECTURA • INTERIORISMO • DISEÑO • CONSTRUCCIÓN  
TECNOLOGÍA • EQUIPAMIENTO • SUSTENTABILIDAD



# EQUIPAR

CONECTANDO NEGOCIOS

El mejor enlace entre **Inversionistas, Constructoras, Desarrolladores y Cadenas Hoteleras**, con todo tipo de **Contratistas, Proveedores, Fabricantes y Representantes** de marcas nacionales e internacionales en Latinoamérica.

OTRO PRODUCTO



MEX GROUP

■ Oficina México DF:  
Corporativo Antara, Torre 1, Piso 5,  
Polanco, México, D.F. CP. 11520  
(55) 8000 1961  
8000 1962

■ Casa Matriz:  
Corporativo Global, Torre B, Piso 3.  
Av. Bonampak 73-01, Cancún, Q. Roo. CP. 77500  
(998) 840 6189 / 892 7850  
Resto del País: 01 800 8-EQUIPAR

 @RevistaEQUIPAR

 Revista EQUIPAR

[www.revistaequipar.com](http://www.revistaequipar.com)



Foto: www.architectural-review.com

# 3DExperience

**Yolanda Bravo Saldaña**

—

**DASSAULT SYSTÈMES OFRECE A LAS EMPRESAS Y A LA GENTE EN GENERAL, A TRAVÉS DE 3DEXPERIENCE, UN UNIVERSO DE INNOVACIONES SUSTENTABLES QUE ARMONIZAN PRODUCTOS CON VIDA Y NATURALEZA.**

**A** mediados de noviembre del año pasado, tuvo lugar en la ciudad de Las Vegas, en los Estados Unidos de Norteamérica, un importante foro en el cual la empresa Dassault Systèmes presentó 3DExperience, en el cual los asistentes pudimos conocer las novedades de esta plataforma multifuncional de software.

Con la plataforma 3DExperience, afirman miembros de la compañía, “nuestros clientes crean empresas sociales, que involucran a sus clientes en el proceso de innovación. Con su arquitectura en línea, el entorno de 3DExperience brinda a las empresas el poder probar y evaluar — en cualquier lugar dentro del ciclo de vida



y desarrollo de un producto o servicio — la experiencia final que entregarán a sus clientes.

En suma, 3DExperience alimenta las capacidades de las próximas generaciones que buscan impulsar la llamada "economía de la experiencia". Así, la plataforma fortalece el trabajo de diseñadores, manufactureros, constructores y operadores visualizando cada aspecto de un proyecto con el fin de generar soluciones de gran valor para clientes, así como para todo el que utilice 3DExperience.

El importante foro, celebrado en varios salones del espectacular Hotel Aria de Las Vegas, Nevada, reunió a más de 800 personas, entre clientes, empresarios y medios de comunicaciones. Ahí se reconoció que en la actualidad cualquier producto

—en este caso, las plataformas de software— deben estar siempre compitiendo dentro del mercado global. Al respecto, Bruno Latchague, vicepresidente ejecutivo desde el pasado 2013 y gerente general en Norteamérica de Dassault Systèmes, aceptó que muchas empresas ofrecen numerosos productos que les pueden dar a los usuarios una oferta inigualable; pero que aún hay mucho por ofrecer. Cabe decir que existe una misión por parte de infinidad de empresas por lograr en Norteamérica una reestructuración de la economía, poniendo a la tecnología y a la industria manufacturera nuevamente en el engranaje, añadiendo además temas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Esta empresa, por cierto, lleva sirviendo a Norteamérica por más de 25 años; cuenta con 2,800 empleados y 39 oficinas en los Estados Unidos y Canadá.

### EL EVENTO

El evento, celebrado los días 12 y 13 de noviembre, fue dividido de manera temática para un mejor dimensionamiento de la plataforma. El primer día, después de un agradable desayuno en el cual se pudo convivir con los asistentes y donde se pudo



La plataforma ofrece soluciones para la optimización en la construcción. En este caso, sirve para evaluar métodos de construcción alternativos integrando diseño y ejecución de modelos 3D sofisticados, y simulaciones para optimar los estándares de calidad. Por otro lado también proporciona operaciones inteligentes y seguras, dado que brinda el conocimiento a constructores en las secuencias de trabajo vinculados a los procedimientos de seguridad, de ensamblaje, y operación. En este sentido, hace simulaciones y encuentra las mejores opciones de instalación y mantenimiento.





además comenzar a conocer el showroom montado por algunas empresas vinculadas a la tecnología y al software, entre otros, miembros de la empresa, como el ya citado Bruno Latchague, Bernard Charles, Monica Menghini y Oliver Sappin, dieron una cálida bienvenida plena de aplausos y elogios.

Destacó la presencia de la millonaria Lynn Tilton, fundadora y CEO de Patriarch Partners, quien desde una perspectiva holística expresó, bajo una visión plenamente motivacional, que los sueños son los que hacen que todo se construya.

Con relación al tema de "Arquitectura, ingeniería y construcción", desarrollado de las 14 horas a las 18:30 del martes 12 de noviembre, se pudieron conocer los trabajos, visión y misión de varias empresas, como Lean Construction Solution; McGraw Hill Construction; SHoP S.C., Architectural Design & Construction entre otras. Por otro lado, se abordaron a través de experiencias de caso, algunos de los programas más importantes de esta empresa de prestigio internacional.

## CATIA

El programa de software Computer-Aided Three Dimensional Interactive Application (CATIA), resulta valioso para diseñar y construir en el mundo de la ingeniería. En términos generales, fue desarrollado para brindar un apoyo desde la concepción del diseño hasta la producción y el análisis de productos. Este software puede ser desarrollado en programas como Windows, Solaris, IRIX y HP-UX.

En sus inicios el programa CATIA fue creado para ser utilizado principalmente en la industria aeronáutica y automotriz; sin embargo, resultó también muy valioso para la industria de la construcción; en especial para generar edificios de gran complejidad formal. Una obra desarrollada a partir de este programa fue el Museo Guggenheim de Bilbao, proyectado por Frank Gehry, en el cual quedó ejemplificada la





## Optimizar la calidad

3DExperience utiliza el conocimiento capturado durante el diseño y construcción con el fin de optimizar a largo plazo la eficiencia en la construcción. Aunado a esto, la plataforma se puede administrar de manera innovadora dado que puede interconectarse entre usuarios y colaboradores de proyectos con el fin de que todos estén informados de lo que se está haciendo en determinada obra.

En este sentido, Dassault Systemes busca conectar a las personas, abrir la imaginación con el universo 3D; conectar productos reales con su representación virtual; garantizar el conocimiento inteligente en tiempo real, pensando en que siempre los usuarios lo podrán consultar *on-line*.

calidad de tecnología del programa.

Durante el evento, estuvieron presentes las firmas SHoP Architects & SHoP Construction, dedicadas a la arquitectura, la ingeniería y la construcción, quienes desarrollaron el famoso Barclays Center Arena, hogar de los Brooklyn Nets de Basketball, donde el programa CATIA ayudó a los procesos de diseño, haciéndolos más comprensibles y agilizando la generación de modelos prefabricados, reduciendo los costos de material en un 25%

### ENOVIA V6

En el caso de ENOVIA, se trata de una gama de productos diseñados y comercializados también por Dassault Systemes Product Lifecycle Management, subsidiaria estadounidense del grupo. ENOVIA incluye, varias familias de software: ENOVIA VPLM, un programa cuyo diseño permite generar un conjunto de datos, entre ellos, de producción, que se desbordan en una maqueta digital. También está ENOVIA Matrix One, para un diseño con intercomunicación, entre otros productos de la gama ENOVIA.

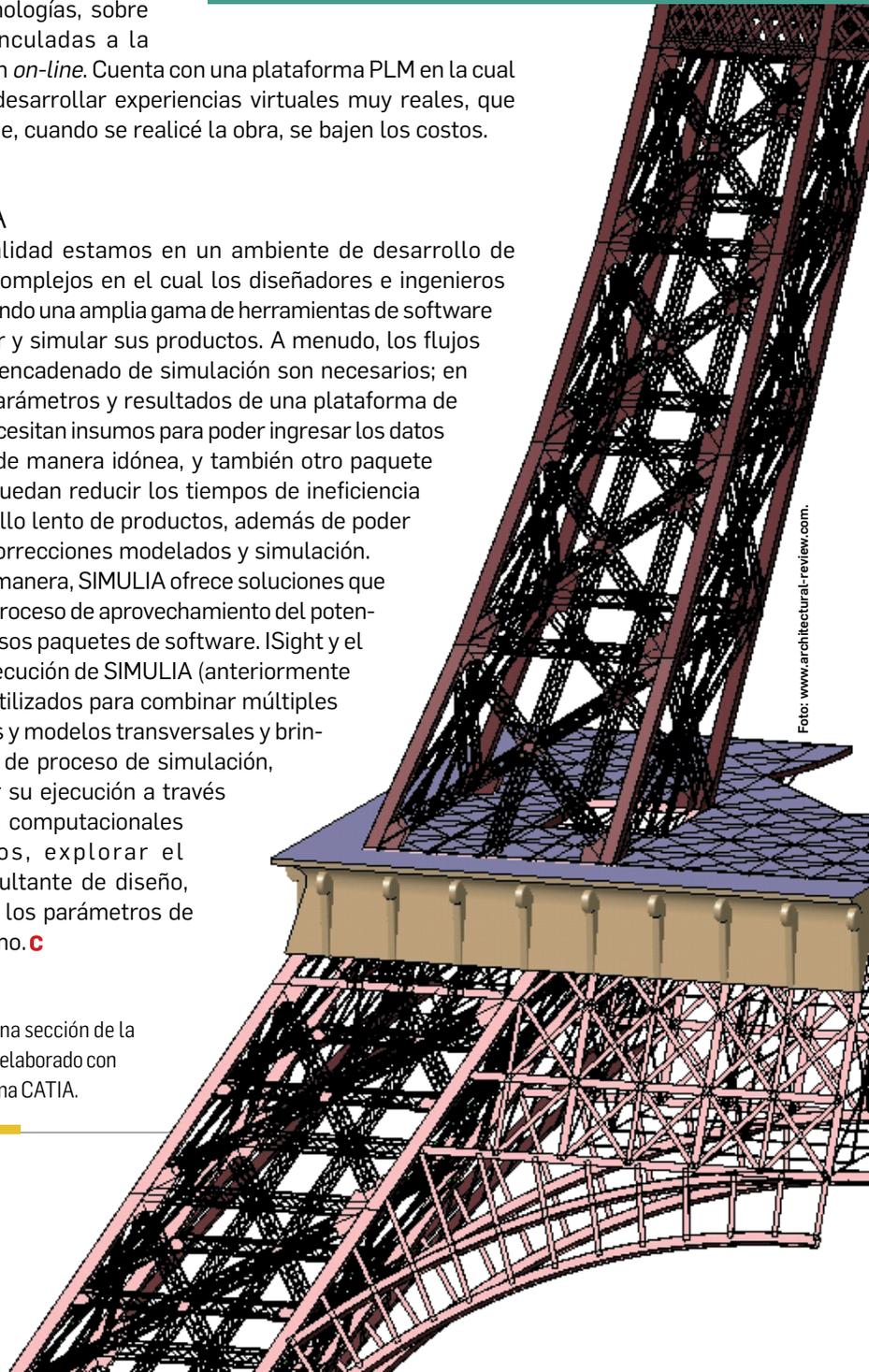
En el foro, destaco ENOVIAV6, un software que prepara al cliente para las nuevas tecnologías, sobre todo las vinculadas a la colaboración *on-line*. Cuenta con una plataforma PLM en la cual se pueden desarrollar experiencias virtuales muy reales, que ayudan a que, cuando se realizó la obra, se bajen los costos.

### SIMULIA

En la actualidad estamos en un ambiente de desarrollo de productos complejos en el cual los diseñadores e ingenieros están utilizando una amplia gama de herramientas de software para diseñar y simular sus productos. A menudo, los flujos de proceso encadenado de simulación son necesarios; en éstos, los parámetros y resultados de una plataforma de software necesitan insumos para poder ingresar los datos requeridos de manera idónea, y también otro paquete en el cual puedan reducir los tiempos de ineficiencia o el desarrollo lento de productos, además de poder introducir correcciones modelados y simulación.

De esta manera, SIMULIA ofrece soluciones que mejoran el proceso de aprovechamiento del potencial de diversos paquetes de software. ISight y el motor de ejecución de SIMULIA (anteriormente Fiper) son utilizados para combinar múltiples aplicaciones y modelos transversales y brindar un flujo de proceso de simulación, automatizar su ejecución a través de recursos computacionales distribuidos, explorar el espacio resultante de diseño, e identificar los parámetros de diseño óptimo. **C**

Render de una sección de la Torre Eiffel, elaborado con el programa CATIA.



# Reorganización del ACI 318-14

Raquel Ochoa

**COMENTARIOS** de gran interés a la nueva edición del ACI 318-14

**T**oda una labor titánica para dar forma a la nueva edición del ACI 318, la idea es que el nuevo código esté vigente en este 2014. El American Concrete Institute (ACI) finalizó la reestructuración completa al Reglamento ACI 318-11.

El doctor Roberto Stark Feldman, especialista internacional en el diseño de estructuras de concreto y fundador de la firma Stark+Ortiz, así como miembro (por 26 años) del ACI e integrante (por 19 años) del comité de revisión del ACI 318, comenta en entrevista para Construcción

y Tecnología en Concreto, la importancia del American Concrete Institute (ACI); los cambios del reglamento ACI 318-14, así como sus implicaciones para todos los diseñadores de estructuras de concreto.

Al respecto, comenta: "El ACI 318, es el reglamento que

Foto: a&s photo/graphics.



**El dr. Roberto Stark, plenamente involucrado en este código de gran importancia.**



## Cambios relevantes

A decir del especialista, los cambios más importantes del ACI 318-14 son:

1. Reorganización del reglamento para facilitar y eficientar la competencia del reglamento desde la perspectiva de los diseñadores.
2. Organización de los capítulos por elementos estructurales (vigas, columnas, losas, muros, entre otros), que incluye el diseño integral y sus reglas, sin abandonar los temas de las acciones de flexión, de carga axial, de cortante, entre otras. Ampliación de gráficos y tablas variadas para brindar mayor claridad en la información.
3. Mayor exigencia en los requisitos de confinamiento. Tanto en muros como en columnas, armado de losas y diafragma estructural. El capítulo de diseño sísmico, antes capítulo 21, sufrió fuertes cambios, por la tendencia de los últimos movimientos sísmicos como fueron en: Chile, España, Italia, Japón, Nueva Zelanda, entre otros.

4. El apéndice D, que incluye anclas en el concreto y el registro de cambios sustanciales.
5. Edición de palabras, temas y símbolos como elementos de ayuda para el usuario.
6. El nuevo reglamento tendrá ayudas tecnológicas para el usuario.

"Estos cambios impactarán en la forma de diseñar las nuevas estructuras de concreto. Logrando responder con mayor seguridad, calidad y certidumbre al entorno geográfico y a los acontecimientos del mundo globalizado. Aunque no se pueda controlar la naturaleza, es posible lograr que las estructuras contemplen la prevención; esto quiere decir que, se debe dar prioridad a reglamentar el diseño de estructuras para que en lo posible no colapsen en los eventos de catástrofes naturales. La idea es conocer y estudiar los fenómenos naturales para crear un reglamento que responda de manera eficiente e inteligente a las condiciones geográfica y eventos naturales".

incluye los requisitos para el diseño de estructuras de concreto, y que es utilizado básicamente en los Estados Unidos de Norteamérica (EUA). Aunque, sin lugar a dudas, es una de las principales herramientas y fuentes de información técnica relacionada con el manejo del concreto, así como uno de los reglamentos de mayor influencia a nivel mundial.

Desde hace unos 20 años, aproximadamente, el ACI decidió implementar el uso del reglamento a nivel internacional, expandiendo sus conocimientos técnicos y educativos para mejorar el diseño, construcción, mantenimiento y reparación de edificaciones de concreto. Actualmente, el Instituto cuenta con 20 mil miembros en 108 países".



Foto: [www.valpo.edu](http://www.valpo.edu).

¿Por qué utilizar un reglamento americano? La respuesta del doctor Stark Feldman es: “muchos de los planteamientos que se encuentran en el reglamento del ACI 318-14, son respaldados por estudios, investigaciones, experiencias y nuevas técnicas de construcción, que no se han realizado en la mayoría de los países. No se trata de inventar el hilo negro, sino de retomar y utilizar lo ya establecido; sin dejar de lado las particulares existentes en cada país. Lo esencial, a la hora de diseñar un edificio utilizando un reglamento, es adoptarlo en su totalidad, desde la A hasta la Z. No se deben considerar partes individuales, párrafos o secciones, pues al sacar las partes de su contexto trastocan el significado y los resultados serían una estructura amorfa. Se debe retomar la filosofía total del reglamento para tener una congruencia en el diseño final”.

Además, agrega que “el uso de las especificaciones del ACI 318-14, no invalida que cada país miembro del instituto (ACI), utilice sus propios códigos, ya que el reglamento puede manejarse como referencia en las especificaciones de los proyectos, tomando en cuenta las condiciones concretas del entorno geográfico local. Por ejemplo, los canadienses tienen su reglamento; sin embargo, la interacción que mantienen con EU se facilita más, con la adopción del ACI 318-14.

En México como en muchos países de América Latina



Foto: <http://2.bp.blogspot.com>.

–expone Stark Feldman–, el Código del ACI es un antecedente clave para las edificaciones de concreto. Por tal motivo, los cambios del ACI, tarde o temprano son estudiados en México e implementados en nuestro reglamento. De ahí la importancia de estudiar y comprender los cambios del nuevo código”.

## REFLEXIONANDO LOS CAMBIOS

“El ACI 318 es un reglamento que continuamente se actualiza –enfatisa el especialista en estructuras de concreto–. El Instituto maneja un ciclo de seis años a nivel de comité y se renueva. Cada tres años se presenta una nueva versión del reglamento, dando continuidad a esos seis años. Han existido muchas estrategias y versiones para ediciones

posteriores del reglamento. Estas versiones reflejan los cambios de nuevos conocimientos, tecnologías, materiales, tendencias de estructuras, necesidad de reorganización y claridad. En la medida de lo posible, la reducción del contenido; sin embargo, esto último no ha sido posible y, contrariamente, la tendencia ha sido a incrementar el contenido y con ello la paginación del reglamento.

Teniendo en cuenta lo anterior –puntualiza el mismo entrevistado– los cambios del ACI 318-14, dependen de una meta establecida cronológicamente y de los trabajos intensivos que lleva a cabo el comité revisor, los cuales consisten en un proceso de revisión y estudio del reglamento, investigaciones y encuestas entre otros documentos, que tienen el fin de



Foto: [www.concrete.org](http://www.concrete.org).

dar forma a un nuevo reglamento integrador de todos los cambios pertinentes”.

Además, -continúa el entrevistado- “por lo general, las anteriores ediciones del reglamento, registraron modificaciones centradas en atender las faltas, fallas o claridad en las formulas o incisos que derivan en estructuras inseguras o con tendencia a un agrietamiento mayor al que marcan los parámetros para el concreto. En el caso particular del ACI 318-14, el comité se centró en alcanzar la comprensión y claridad del reglamento. Los cambios son sustanciales a nivel organizativo y reflejan la forma de entender el diseño de las estructuras, teniendo como principio básico que el reglamento es un cúmulo de conocimientos y de experiencias que se reflejan en cada apartado del ACI 318-14.

En conclusión, es toda una labor titánica con el único fin de dar forma al ACI 318 en su nueva versión. La fórmula: estructurar un reglamento menos complicado, sin abandonar la complejidad inherente al uso del concreto;



Foto: <http://upload.wikimedia.org>.

con un manejo más intuitivo, cómodo y explicativo de sus contenidos”.

Para el especialista, “uno de los problemas del reglamento es que se ha extendido mucho su contenido. El número de páginas es de casi 500. Por otro lado, las entrevistas con usuarios del reglamento y un workshop de miembros seleccionados del comité, profesionales, contratistas, proveedores de materiales y otros interesados, permitieron concluir -en la convención del ACI 2008- la impostergable necesidad de reorganizar el reglamento para generar una versión más concisa, tratando de que todos los elementos sean

análogos a la manera en que se diseñan las estructuras. Es decir, reorganizado en función de los componentes estructurales, en contraste con el la organización por acciones: la acción de flexión, la de carga axial, la de cortante, entre otras, que se tenía en 2011”.

La idea es llegar al origen del diseño, señala el mismo entrevistado. “Se trató de tener, por capítulo, todo lo referente al diseño de los elementos: viga, losa, muro, entre otros, para dar mayor comprensión a todo aquel diseñador usuario del reglamento. Lo anterior es porque se considera que esta reorganización dará más lógica y claridad al reglamento. Para llevar la titánica labor, un subcomité comienza a estudiar toda la logística de reorganización a nivel de concepto y una minuciosa revisión de todos los capítulos y referencias, que culminarán en una mejor y más clara exposición del ACI 318, para responder a la tendencia cada vez más fuerte y compleja de edificaciones de concreto en el mundo globalizado”, indica el dr. Stark.

“La presentación y publicación del nuevo ACI 318, está planeada para finales de este 2014. Previa a su publicación oficial, el documento será presentado a los miembros del Instituto, para su aprobación o enriquecimiento, así como divulgación en diversas formas que permitan el alcance de todos aquellos usuarios que estén interesados en su lectura y uso”, comenta el doctor Stark. **C**

# Exitoso proyecto de reconstrucción

Los trabajos de rehabilitación de un puente de más de ochenta años, en Rhode Island, EUA, son el motivo de este texto.

Antonieta Valtierra

Fotos: Cortesía Rhode Island Department of Transportation



**E**l Stillwater Viaduct –ubicado sobre el río Woonasquatucket, en Rhode Island–, fue una de las primeras obras de infraestructura vial que realizó el gobierno de ese estado (entre 1920 y 1930) para dar cabida a la era del automóvil, por lo que su inclusión en el Registro Nacional de Lugares Históricos es considerada, tanto por su asociación histórica con el auge de construcción de puentes en esos años y por contener un arco cuyo tímpano es muy amplio, uno de los más importantes en la localidad.

El puente es parte de la Ruta 116 en el embalse de Stillwater, en Smithfield; posee 137 metros de largo, 11 vanos, un enorme arco de concreto sobre el agua y es transitado por cerca de 9 mil vehículos al día. Como consecuencia del paso de los años la superestructura original

**Nombre de la obra:**

Viaducto Stillwater.

**Propietario:**

Rhode Island Department of Transportation.

**Contratista:**

Northern Construction Services LLC, Weymouth, Mass.

**Ingeniería:**

Vanasse Hangen Brustlin Inc., Providence, RI.

**Prefabricados:**

Slaw Precast, Lehigh, Pensilvania.

**Prefabricados de concreto:**

Eriksson Technologies Inc., Temple Terrace, Florida.

estaba severamente deteriorada, de ahí que fue motivo de reparación a través de un proyecto de más de nueve millones de dólares que ejecutó Northern Construction Services LLC, Weymouth, Mass y que fue reconocido en los premios PCI como ganador en la categoría de "Mejor Puente Rehabilitado".

Dada su gran importancia arquitectónica e ingenieril, los trabajos de reparación exigieron que los creativos de Vanasse Hangen Brustlin –quienes estuvieron a cargo de la ingeniería–, extremaran cuidados con el fin de mantener la estética original. Para lograrlo, los especialistas optaron por un diseño de prefabricados de concreto, los cuales permitieron al equipo replicar a la perfección las características originales de la obra de infraestructura, con una solución de alto rendimiento y resistente al paso del tiempo. Asimismo, hicieron posible completar el proyecto dentro de los limitados tiempos establecidos por el propietario.

**Las operaciones de rehabilitación incluyeron el reemplazo de la superestructura del puente, lo cual se hizo con travesaños prefabricados de concreto y vigas de soporte voladizas, entre otros elementos.**

## LA INTERVENCIÓN

Con el fin de terminar el proyecto en el menor tiempo posible del que habitualmente se lleva al trabajar en fases y utilizando métodos tradicionales, fue planeado un cierre total del paso para poder utilizar técnicas novedosas y así completar el rescate y terminar

la enorme encomienda. Las operaciones de rehabilitación incluyeron el reemplazo de la superestructura del puente, lo cual se hizo con travesaños prefabricados de concreto y vigas de soporte voladizas, entre otros elementos. El arco de concreto de tres nervaduras, cuya apertura se extiende a lo largo de 24.38 m, fue reparado con refuerzos de acero y el número de juntas de dilatación fue menor; sus anillos y las columnas existentes que lo sustentan también fueron restaurados. Las maniobras consistieron en la sustitución parcial de las partes superiores de las columnas, el sellado de grietas, y en las nervaduras del arco se colocaron parches



## Trabajos y cantidades

- Muros de concreto en el arco lanzado en sitio: 29.5 m<sup>3</sup>.
- Postes, losas, muros y aceras de concreto lanzado en sitio. Total: 567.3 m<sup>3</sup>.
- Vigas prefabricadas de concreto para el puente: 260.71 m<sup>3</sup>.
- Vigas prefabricadas de concreto para pisos de: 99.39 m<sup>3</sup>.
- Paneles prefabricados de concreto: 529.55 m<sup>2</sup>.
- Piedra para dique de protección de erosión en el río: 350 toneladas.
- Excavación de tierra y pavimento existente: 1529.11 m<sup>3</sup>.
- Excavación de asfalto fuera de la cubierta del puente existente: 1529.11 m<sup>3</sup>.
- Grava para el relleno y la reconstrucción vial: 1529.11 m<sup>3</sup>.
- Asfalto para la pavimentación de la nueva calzada: 1,100 toneladas.
- Tubería de drenaje: 12.19 metros.
- Tubería para alcantarillado de 8" de diámetro: 152.4 m.
- Demolición del puente existente subestructura y superestructura de concreto: 1452.65 m<sup>3</sup>.

renovadores, además fueron forradas con fibra para mejorar su desempeño sísmico.

La superficie de rodamiento de dos carriles está soportada por columnas bents de concreto cuadradas; ahí fue colocada una capa final de concreto armado colado in situ, con 21.6 cm de espesor, con una membrana impermeabilizante, seguida de una capa de asfalto de 8 cm. Las aceras peatonales –que se encontraban en ruinas y por tal motivo no podían ser usadas–, fueron

reemplazadas y ahora están protegidas del tráfico con guarniciones de acero. A todo lo largo del puente, fueron instalados antepechos decorados con husillos (también prefabricados).

"Uno de los principales logros del proyecto fue la producción, el transporte y el montaje de las delgadas vigas prefabricadas", declaró Bob Slaw, presidente de Slaw Precast de Lehigh, Pensilvania, quien proveyó todos los prefabricados. Para controlar el agrietamiento y aumentar la rigidez de las piezas más largas durante el transporte y erección, se utilizó concreto de alta resistencia de 55 MPa, y se le añadieron hebras pretensadas. Una vez en el lugar, el contratista erigió las vigas con puntos en tándem a distancia de más de 60 m y con la ayuda de una grúa, estratégicamente instalada, las vigas fueron colocadas en su lugar.

El uso de elementos prefabricados de concreto para crear el diseño de una viga esbelta con detalles interesantes –que también incorpora todos los elementos históricos del puente original–, dio como resultado una hermosa y elegante obra cuyo costo no superó el presupuesto. Todos los componentes prefabricados fueron pigmentados para que coincidieran con la edad de la estructura.

Con la restauración se logró aumentar la capacidad y la vida útil del puente; asimismo hoy el viaducto es más seguro tanto para los vehículos como para los peatones, ya que, después de muchos años permite que los





## Acerca del constructor

habitantes y visitantes de Smithfield caminen sobre esta exquisita edificación.

### RESULTADOS Y EFECTOS POSITIVOS

En Rhode Island no se puede ir muy lejos sin tener que cruzar un puente, por lo que este tipo de estructuras son importantes para la economía local y regional, así como para contar con una buena calidad de vida de los residentes. El viaducto Stillwater es un gran ejemplo de trabajo en estrecha coordinación con las autoridades de la ciudad para completar un proyecto de construcción complicada de forma rápida y con un ahorro sustancial para los contribuyentes.

Si bien hubo un impacto en los viajeros con el cierre total al tránsito, éste fue de un menor tiempo al previsto en el programa de construcción –después de sólo siete meses, cinco semanas antes de lo pronosticado y sin comprometer la calidad–. Además, se obtuvo

**Northern Construction Service, LLC** es una contratista general de Massachusetts, especializada en la construcción de puentes, edificación naval, trabajos en concreto y servicios públicos, entre otros. La empresa ha materializado varios proyectos en Nueva Inglaterra y Nueva York. Fue fundada en 1996 y desde entonces ha experimentado un crecimiento constante gracias a su trabajo de gran calidad.

Abraza proyectos desafiantes que permiten a sus empleados utilizar sus talentos y así obtener un producto terminado de alta calidad. Sus talentos y experiencias únicas han sido la fuerza impulsora en la creación de una reputación de responsabilidad y de presentar soluciones creativas para la entrega de un producto final construido para durar.

un ahorro de millones de dólares. El proyecto llegó a su fin en octubre de 2012.

Este proyecto fue una inversión importante en la infraestructura del estado, ya que es un eslabón primordial para el tráfico de la zona y de las personas que viajan a lo largo de George Washington Highway. Además, fomenta el desarrollo de la economía local, por lo que todos en la comunidad están satisfechos con los resultados, de acuerdo a las declaraciones del gobierno regional. **C**

## Publicaciones



*“Un mundo de soluciones en concreto”*

### REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL Y COMENTARIOS (2011)

#### ACI 318 S-11

El “Reglamento para las construcciones de concreto estructural” en su edición 2011, presenta la última versión que se ha realizado a dicho documento.



**\$680 M.N.**

Más gastos de envío.

[www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)



CONTACTO:

Michael López Villanueva  
Tel.: 01 (55) 5322 5740 Ext. 210  
mlopez@mail.imcyc.com

# Carreteras más durables

Gabriela Celis Navarro

**RECIENTEMENTE**, en España, tuvo lugar una importante reunión en la cual fueron abordados puntos importantes en torno al tema del uso de concreto en carreteras.

La comunidad de San Vicente de Raspeig.

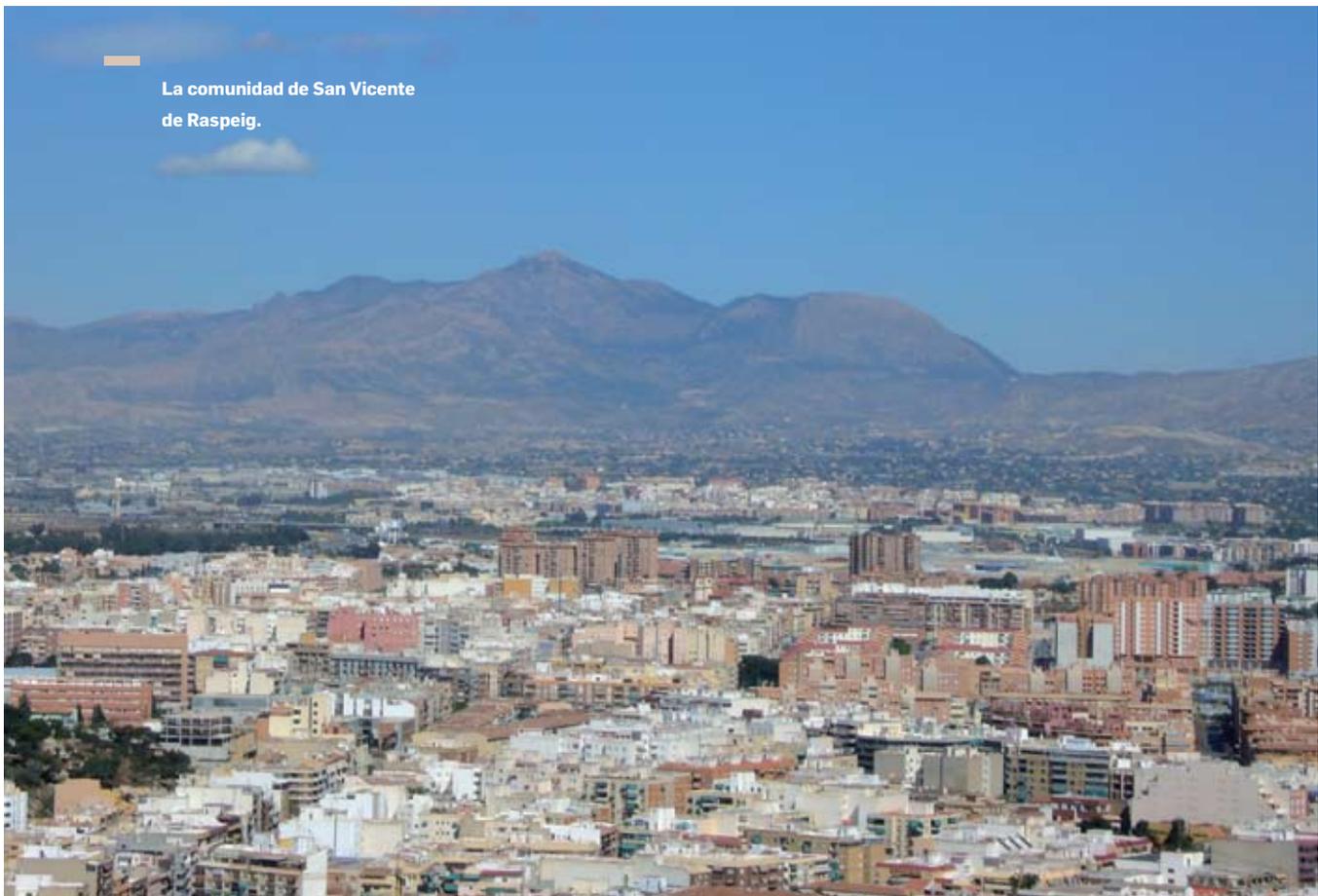


Foto: <http://upload.wikimedia.org>.

C

on el propósito de dar a conocer las múltiples y variadas ventajas que ofrece el uso de concreto (hormigón, como le llaman a este producto en esas latitudes) a las infraestructuras del transporte por carretera, la Diputación de Alicante, una de las más importantes empresas cementeras a nivel mundial, y el Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA) unieron intereses en una jornada dónde estuvo presente más de un centenar de especialistas técnicos, empresarios y autoridades que compartieron sus experiencias profesionales.

En esta valiosa jornada dedicada al concreto en carreteras, desarrollada a fines de noviembre del año pasado, se hablaron de los muchos e importantes beneficios que tiene el usar concreto en carreteras y vialidades, con lo cual, de inicio, se mencionó que se puede ahorrar hasta un 40% en materia de ejecución y mantenimiento.

La jornada de apertura, que tuvo lugar en el emblemático Museo Arqueológico de Alicante, estuvo presidida por doña Luisa Pastor, presidenta de la Diputación de Alicante. También estuvieron en el acto inaugural Manuel Pérez, diputado del Área de Infraestructuras, Antonio Medina, jefe del Departamento de Carreteras de la Diputación, y Antonio Jiménez, director gerente de la cementera Cemex en la Comunidad Valenciana.



Foto: [www.alicantenergia.es](http://www.alicantenergia.es).

**Luisa Pastor, encargada de inaugurar tan importante foro dedicado a las carreteras de concreto en Alicante.**

En la reunión, los profesionales y expertos en la aplicación de soluciones constructivas con concreto, fueron mostrándose los vastos beneficios que supone su uso en infraestructuras públicas y privadas.

En este sentido, como señaló el señor José María Merino, gerente de Pavimentos e Infraestructuras de la cementera mexicana de alcances internacionales: "además del ahorro económico, los firmes construidos o rehabilitados con concreto garantizan una vida útil superior a los 30 años, tres veces más que los realizados con asfalto". De hecho, a manera de ejemplo, en la ciudad de Alicante, existen firmes y pavimentos de concreto que ya han superado holgadamente este techo de edad sin necesidad apenas de mantenimiento.



## Concreto en túneles

En el caso de los túneles, en el foro desarrollado en Alicante, se mencionó que, entre otros beneficios, el uso de pavimento de concreto proporciona mayor seguridad a los transportistas y usuarios y a los equipos de emergencias ya que en caso de accidente con incendio no arden ni se desprenden sustancias tóxicas.



**"Las ventajas de este material son evidentes, pues tanto al frenar como al arrancar el suelo no se desgasta; las ruedas sufren menos desgaste".**

Según lo dicho en este importante foro, por ejemplo, el tramo carretero de la comunidad valenciana que va de las poblaciones de Ondara a Xeresa, de la vía con nomenclatura AP-7, construido a principios de la década de los ochenta, es un ejemplo de durabilidad y resistencia del concreto. Además de esta carretera, se señaló en el foro que existen varios caminos del encauzamiento del río Serpis, el Velódromo y la Plaza del Pilar de San Vicente del Raspeig, entre otros, que se han mostrado como ejemplo para mostrar la técnica y poner de manifiesto sus ventajas.

Asimismo, otro ejemplo de actuación que se está llevando a cabo en estos momentos, también en la provincia de Alicante, es el acondicionamiento y mejora de un camino rural al noreste del casco urbano de Jijona, denominado *Camí de la Reixa al Riu*, mediante su estabilización *in situ* con concreto.

Esta técnica permitirá, sin duda alguna, obtener una explanada de rodadura más resistente y durable que la que resultaría con procedimientos convencionales de reparación mejorando el acceso a las viviendas de la zona. Cabe subrayar que la técnica de estabilización *in situ* con con-

creto se viene empleando de forma creciente, al menos en España, en la rehabilitación de caminos rurales pues prolonga los periodos de servicio y permite mantener el aspecto natural no pavimentado de los caminos. Esta solución ha sido empleada por entidades de la Comunidad Valenciana como VAERSA, en la rehabilitación, entre otros, de más de 75 km de caminos en los parques naturales de Sot de Chera y Puebla de San Miguel.

Según los expertos reunidos en esa jornada dedicada al concreto, este tipo de soluciones son una alternativa real en tiempos de crisis para mantener la seguridad de los más de 4,000 kilómetros de viales secundarios construidos en la Comunidad Valenciana.

Así, ha quedado certificado por diversos estudios internacionales como el elaborado por el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) que destaca las cualidades de durabilidad y seguridad en vialidades hechas con concreto; pero además, como también se señaló en el foro, brindan una reducción de un 3% en el consumo de carburante, menor absorción del calor, así como una menor necesidad de iluminación necesaria en este tipo de infraestructura. En este sentido, expresaron en la reunión que en la actualidad Alemania, Argentina, Austria, Bélgica, Brasil, Guatemala, Estados Unidos de Norteamérica, El Salvador y México, son algunos de los países que utilizan frecuentemente el concreto en carreteras.



## ¿Qué es el IECA?



El Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones es una instancia privada de carácter técnico, la cual está dedicada al estudio, asesoramiento y difusión de los conocimientos y tecnologías relativas al cemento y a sus productos derivados como son el concreto, los morteros y otras aplicaciones.



Valencia es cada día más, una ciudad de vialidades de concreto.

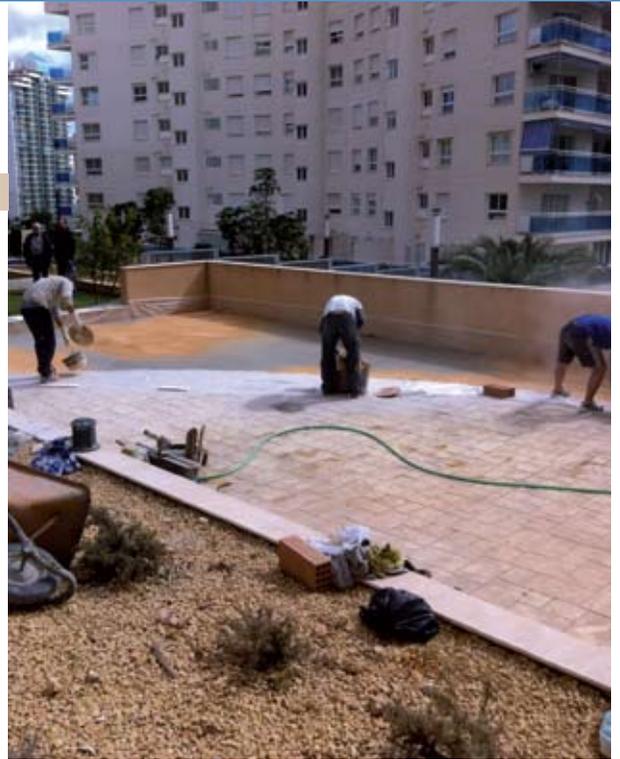


Foto: www.artrehabilitacion.com.

## PAVIMENTOS DE CONCRETO TAMBIÉN EN LA CIUDAD

Dentro del citado foro sobre concreto en carreteras, desarrollado como ya dijimos, en Alicante, se comentó que en las ciudades de Castellón y Valencia, se han restaurado varios tramos de carril bus y paradas, con concreto.

Las ventajas de este material son evidentes, pues tanto al frenar como al arrancar el suelo no se desgasta; las ruedas sufren menor deterioro; se ahorra carburante y el costo de su mantenimiento, como bien sabemos, es casi nulo. Además, el concreto ofrece mayor grado de habitabilidad en zonas calurosas, ya que evita el efecto isla de calor reduciendo 0.6 grados la temperatura frente al asfalto, lo que convierte a este tipo de pavimento en una solución sostenible no sólo en el ámbito ambiental, sino también económico y social.



Foto: www.revistagolfcostablanca.com.

## SUSTENTABILIDAD Y DURABILIDAD

La estabilización de explanadas, el reciclado de firmes, la construcción de caminos rurales estabilizados con concreto o la utilización de este producto en paradas de autobús son sólo algunas de las

soluciones ecoeficientes en concreto que también fueron analizadas en el citado foro desarrollado en noviembre en la ciudad de Alicante. **C**

**Nota:**  
información tomada de [www.construible.es](http://www.construible.es)

**El concreto en la construcción de túneles también es una gran opción.**

# Buscador de la impermeabilidad total y duradera

**COMPROMETIDO** y tenaz; así es nuestro invitado especial.

**GUSTAVO POZOS VÁZQUEZ**

# E

l ingeniero Gustavo Pozos Vázquez es un profesional que nunca baja los brazos ante cualquier situación. Comprometido y con tenacidad desafiaba los problemas para alcanzar nuevas metas que forjen soluciones en concreto. También es un experto que sabe combinar el sentido común y el método científico para brindar soluciones a

la industria de la construcción y generar negocios rentables.

Nuestro invitado de esta sección es actualmente ingeniero de Aplicaciones en la empresa Henkel Mexicana. En entrevista para *Construcción y Tecnología en Concreto*, evoca su andar por el apasionante mundo de las ciencias exactas y su encuentro con la ingeniería química, particularmente con la impermeabilidad y las reacciones químicas.

## LLAMADO Y APRENDIZAJE

El ingeniero nos recuerda esas marcas que delinearon aquello que llegaron a fraguar en lo que ahora es, y reflexiona. Gustavo Pozos Vázquez revela cómo fue su proceso de enseñanza-aprendizaje por la física-matemática, la ingeniería electrónica hasta llegar a su verdadera vocación: la ingeniería química. "Observando las reparaciones que realizaba un tío (estudiante de ingeniería electrónica) a televisores y radios, llamó mi atención entender el funcionamiento

58



Raquel Ochoa



[www.facebook.com/revistacyt](http://www.facebook.com/revistacyt)

Fotos: a&s photo/graphics





## Visión y perspectivas

**El ing. Gustavo Pozos** considera que los cambios son continuos en cualquier actividad profesional y cotidiana. Para crecer, las personas deben adaptarse inmediatamente, debido a que el mercado actual demanda excelencia en la velocidad y calidad del servicio. En este sentido, es necesario desarrollar tecnologías adecuadas para dar solución rápida y eficaz a los problemas y exigencias que reclaman las nuevas condiciones del mercado y sus consumidores.

A nivel de los avances tecnológicos y las innovaciones, viene a su recuerdo una frase que expresó un director comercial con el que tuvo relación: "Mismas acciones dan mismos resultados". En este sentido, señala el entrevistado "en la tecnología del cemento y del concreto continuamente se trabaja en la búsqueda de nuevos aditivos que contribuyan en un mejor desempeño y sobre todo eviten dañar el medio ambiente".

de estos aparatos". A través del tiempo, el interés del aprendiz de electrónica creció con la teoría y la práctica. "Durante mi formación académica llamaron mi atención las ciencias exactas, así como la inquietud de dar solución a problemas prácticos. La facilidad y fascinación del universo numérico me hizo pensar en estudiar para físico-matemático, como primera instancia. Sin embargo, la atracción por la ingeniería electrónica, persistía. Después, vinieron los experimentos químicos, donde se obtenían, a pequeña escala, productos de uso común. Ya en el bachillerato, la química se ve más a detalle y es apasionante comprender los procesos existentes en la vida, a través de las reacciones químicas", expresa el ingeniero en aplicaciones.

Gustavo Pozos, concibe su carrera profesional como "una de las disciplinas de la ingeniería más importantes para el desarrollo tecnológico del país, tomando en consideración que México es uno de los principales países productores de petróleo. De tal suerte que, la ingeniería química contribuye al diseño y desarrollo de diferen-

tes procesos industriales. En tanto que para la construcción de éstos complejos es imprescindible el uso del concreto y productos auxiliares que mejoran el desempeño de éste material".

Cabe decir que para 1980, México ocupaba el sexto lugar en el mundo en reservas petroleras y el quinto sitio como productor del hidrocarburo. El país vivía el boom petrolero. Simultáneamente, el alumno de ingeniería, se apasionaba cada vez más por los procesos químicos y veía en la industria petrolera una gran oportunidad de realizar sus sueños como ingeniero químico. Con felicidad y preocupación el entusiasta joven se esforzaba por ser de los mejores del grupo, en cuanto a calificaciones y disciplina, sin dejar de lado el gusto por practicar deporte y los lazos de amistad.





## LOS ENCUENTROS CON LA PROFESIÓN

La trayectoria profesional de Gustavo Pozos ha evolucionado alrededor de tres firmas, que le permitieron desarrollar diferentes habilidades y aptitudes. No fue sino en su segundo empleo profesional que se encontró frente a la fabricación de productos químicos para la construcción, logrando así conocer la tecnología aplicada, para la contribución del desempeño y durabilidad del concreto. "Aprendí el cómo, cuándo y dónde utilizar estos productos, pero sin llegar a tener un contacto directo con el diseño y fabricación del concreto", explica el entrevistado.

Mientras que el ingeniero en aplicaciones, seguía su camino profesional, llegó la década de los noventa y con ella, la construcción a gran escala de los pavimentos de concreto hidráulico en México. Para 1997, da inicio su carrera, en el que sería su tercer y actual empleo, en la empresa Fester. "Ahí, comenta el entrevistado, entré en contacto con los diseños de mezclas y la observación de fabricación de grandes volúmenes de concreto. También tuve el primer contacto con el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), a través del ing. Armando Arias, para aspectos de control de calidad del concreto. Mas adelante, fui familiarizándome con el uso y aplicación de los morteros de alto comportamiento (grouts),

utilizados para el anclaje de maquinaria, estructuras y equipos de proceso".

Encauzado en su trabajo, expresa: "Conocí y entendí la esencia del concreto, sobre todo lo referente al endurecimiento. Empecé a observar en aquellos tiempos, el incremento en el uso del concreto profesional (premezclado), principalmente en la construcción de casas del Infonavit, al mismo tiempo que el uso de elementos prefabricados, tanto para casas como para infraestructura vial (puentes), lo que requirió del diseño de concretos con mejor desempeño y durabilidad, propiciando el desarrollo de nuevas tecnologías para la fabricación de aditivos, impermeabilizantes, concretos y morteros de alta resistencia, que en la actualidad tienen una importancia relevante".

## ALCANCES EN LA INGENIERÍA

A decir del entrevistado, su contribución a la industria del cemento y del concreto, ha sido "en la línea del avance tecnológico de este material, a través del asesoramiento, capacitación, evaluación y uso de productos auxiliares que contribuyen a incrementar el desempeño y durabilidad del concreto". Las obras de infraestructura que vienen a su memoria y que marcan un parteaguas en su experiencia profesional han sido: "los pavimentos de concreto hidráulico, al estar relacionado con los procesos de diseño y fabricación de concreto, permitiendo concebir y aplicar los conocimientos adquiridos en la Academia".

Actualmente, está orientado al tema de la impermeabilidad con el producto XYPEX, que reacciona químicamente con los subproductos de la hidratación del cemento para formar cristales insolubles, en los poros y capilares del concreto, obteniendo una impermeabilidad total y duradera. Su principal responsabilidad es atender los proyectos de infraestructura de agua que se desarrollan en México, con la finalidad de obtener negocios rentables a través de la especificación y asesoramiento técnico al constructor, especialmente en campo, con el objetivo de solucionando los problemas de permeabilidad del concreto en plantas de tratamiento de agua, potabilizadoras y presas.

En relación al concreto, comenta que la idea es "protegerlo, en especial evitar su permeabilidad, aumentar la durabilidad y resistencia a las condiciones expuestas a través del uso de productos que se adicionan durante su fabricación o en la colocación como recubrimiento, una vez endurecido", comenta nuestro entrevistado. **C**

## Recomendaciones

**Nuestro entrevistado** recomienda cuatro acciones básicas a las nuevas generaciones de ingenieros:

- Desempeñar sus actividades en el campo de batalla, que es donde se obtiene experiencia y se echa a volar el ingenio para la solución de problemas
- No quedarse con las ideas en la cabeza, hay que ponerlas en práctica midiendo el riesgo que éstas presenten
- Mantenerse actualizado en su respectiva disciplina y nunca bajar los brazos, ante eventualidades que no se resuelven como uno piensa que deben salir en esos momentos.



Conocí y entendí la esencia del concreto, sobre todo lo referente al endurecimiento.





## APP DEL MES

- Gabriela Celis Navarro

Concrete  
GratisCATEGORÍA: Fotografía  
y vídeo

IDIOMA: Inglés

COMPATIBLE: iPad

ESTA APLICACIÓN explora el mundo del concreto y ha sido creada para dar un sabor en el mundo de la arquitectura brutalista, de su belleza y su excentricidad.

El autor es un entusiasta de la arquitectura y del concreto, y como tal, tiene el placer de compartir con ustedes 29 imágenes. Se invita a los espectadores a compartir a través de Twitter, Facebook o correo electrónico o descargar como fondo de pantalla del iPad.



## CONCRETO VIRTUAL

[www.e-ache.com](http://www.e-ache.com)

## Una valiosa asociación

**LA ASOCIACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA** del Hormigón Estructural (ACHE) es una agrupación de carácter no lucrativo declarada de utilidad pública, la cual fue creada por técnicos interesados en el campo de las estructuras de concreto, tanto en el desarrollo del conocimiento, como en su utilización práctica. Busca impulsar cualquier avance en torno al concreto estructural, ya sea científico, técnico, económico, estético, así como servir de vínculo con asociaciones similares, ya

sea de España, donde nace esta asociación, o en otras de índole internacional. De ahí que es de sumo interés conocer su página web. **c**

62



## MI OBRA EN CONCRETO



¿DÓNDE SE ENCUENTRA?:  
Meir Bagdadí Grego.

¿DÓNDE SE ENCUENTRA?:  
En el Salk Institute, La Jolla,  
California, EUA.

¿POR QUÉ SE TOMÓ UNA FOTO  
EN ESA OBRA?:

Por la importancia del edificio, y el paisaje que lo enmarca, siendo además, una de las obras más significativas de Louis Khan.

## DATO RELEVANTE

Las fachadas de este icónico instituto son de concreto vertido. Contienen también puzolana y está tintado con una tonalidad que provoca que tome un tono rosáceo durante el amanecer y el atardecer. Para evitar grietas que se pudieran formar durante el fraguado del concreto, Kahn diseñó unos encofrados especiales para aminorar la situación.

Enero 2014



imcyc®

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



## Determinación de la temperatura del concreto fresco



Número

77

SECCIÓN  
COLECCIONABLE



# Industria de la Construcción- Concreto Hidráulico-Determinación de la temperatura del concreto fresco



Industria de la construcción - Concreto hidráulico - Determinación de la temperatura del concreto fresco. En este resumen se presenta la Norma Mexicana **NMX-435-ONNCCE-2010**. El lector puede aprovechar la siguiente información para familiarizarse con los procedimientos básicos de la misma. Sin embargo, cabe advertir que ésta no reemplaza el estudio completo que se haga de la Norma.

## OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece el método de ensayo para determinar la temperatura del concreto fresco. Además, es aplicable para verificar el cumplimiento de un requisito específico de la temperatura del concreto hidráulico.

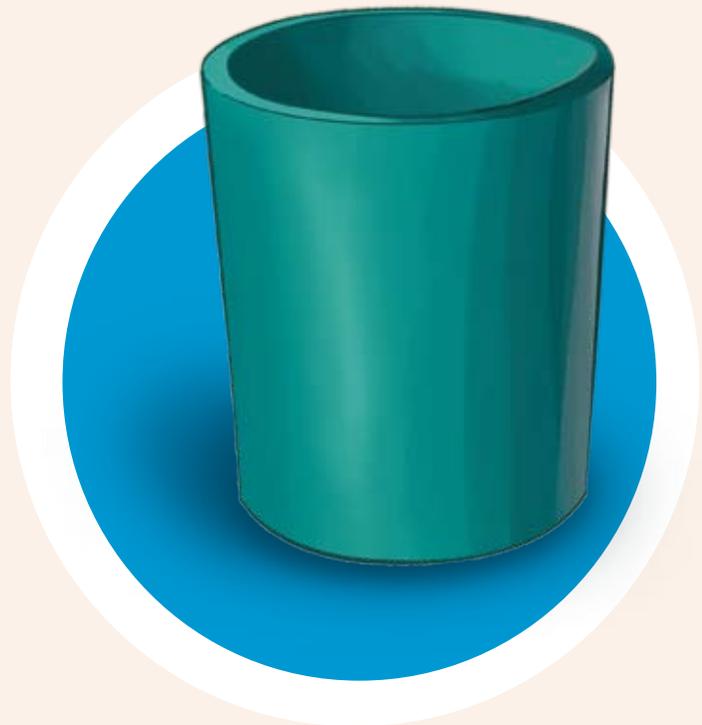
## REFERENCIAS

Esta norma mexicana se complementa con las siguientes normas mexicanas vigentes, o bien, las que las sustituyan.

- NMX-C-161-ONNCCE:  
Industria de la construcción-Concreto fresco-Muestreo.
- NMX-C-251-ONNCCE:  
Industria de la construcción-Concreto-Terminología.

## DEFINICIONES

Para la correcta aplicación de esta norma mexicana, es preciso emplear las definiciones descritas en la norma mexicana NMX-C-251-ONNCCE.





### **EQUIPO**

#### **Recipiente**

De material no absorbente y lo suficientemente grande como para proveer por lo menos 75 mm de concreto en todas direcciones alrededor del sensor del dispositivo de medición de temperatura.

#### **Dispositivo de medición de temperatura**

Debe ser de inmersión parcial (de al menos 75 mm). Este dispositivo debe ser calibrado cada año.

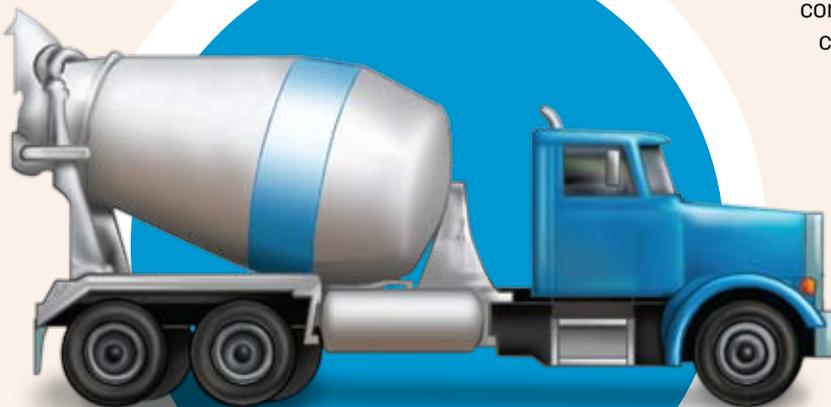
#### **Condiciones ambientales**

El sitio donde se lleven a cabo los ensayos no debe estar expuesto al sol ni a las corrientes de aire. De hecho, las condiciones ambientales del lugar deben ser estables.

### **PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS**

#### **Control de temperatura**

La temperatura del concreto fresco puede ser medida en el equipo de transportación o de colocación. El sensor del dispositivo de medición de temperatura debe estar cubierto por concreto en todas las direcciones a su alrededor. Si el equipo de transportación o de colocación no es usado como recipiente para determinar la temperatura del concreto, entonces se debe muestrear el concreto fresco de acuerdo con la norma mexicana NMX-C-161-ONNCCE.



Si el único propósito es determinar la temperatura, la muestra puede disminuirse en volumen y no necesariamente debe ser una muestra compuesta.

### PROCEDIMIENTO

#### Verificación del dispositivo de medición de temperatura

Cada dispositivo de medición usado para la determinación de la temperatura del concreto debe ser verificado cuando asome una duda sobre su medición. En caso de verificación, ésta se efectúa por comparación de lecturas del dispositivo de medición con dos temperaturas separadas entre sí por lo menos  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $288.15\text{ K}$ ) dentro del rango esperado de uso, otro dispositivo de medición de temperatura usado como referencia.

Cabe decir que la verificación del dispositivo de medición de temperatura debe ser hecha en aceite u otros medios convenientes con densidad uniforme, como sigue:

- Mantener el baño a temperatura constante conocida (con una tolerancia de  $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) durante el periodo del ensayo, haciendo circular el líquido para conservar la temperatura uniforme.
- Introducir tanto el dispositivo para medir la temperatura como el dispositivo de medición de referencia en el baño por un tiempo mínimo antes de leer las temperaturas.
- Golpear ligeramente los dispositivos de medición (ejemplo: los termómetros de líquido en vidrio) y obténgase así la verificación del dispositivo.



### COLOCACIÓN DEL DISPOSITIVO DE TEMPERATURA

Sumerja la porción sensible del dispositivo de medición de temperatura en el concreto fresco. Posteriormente, presione de forma suave la superficie del concreto con la mano alrededor del dispositivo de medición de temperatura para que la temperatura ambiente no afecte la lectura.

#### BIBLIOGRAFÍA:

ASTM C1064/C1064M-08: Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement concrete.

#### LECTURA DE LA TEMPERATURA

Deje el dispositivo de medición de temperatura en el concreto fresco hasta que la lectura se estabilice y registre la temperatura. La medición de la temperatura del concreto fresco se debe llevar a cabo dentro de los cinco minutos después de obtenida la muestra.

#### PRECISIÓN

Hay precisión de un solo operador y precisión de varios operadores, en ambos casos las determinaciones de la temperatura deben hacerse en los primeros cinco minutos después de haber tomado la muestra.

#### INFORME DEL ENSAYO

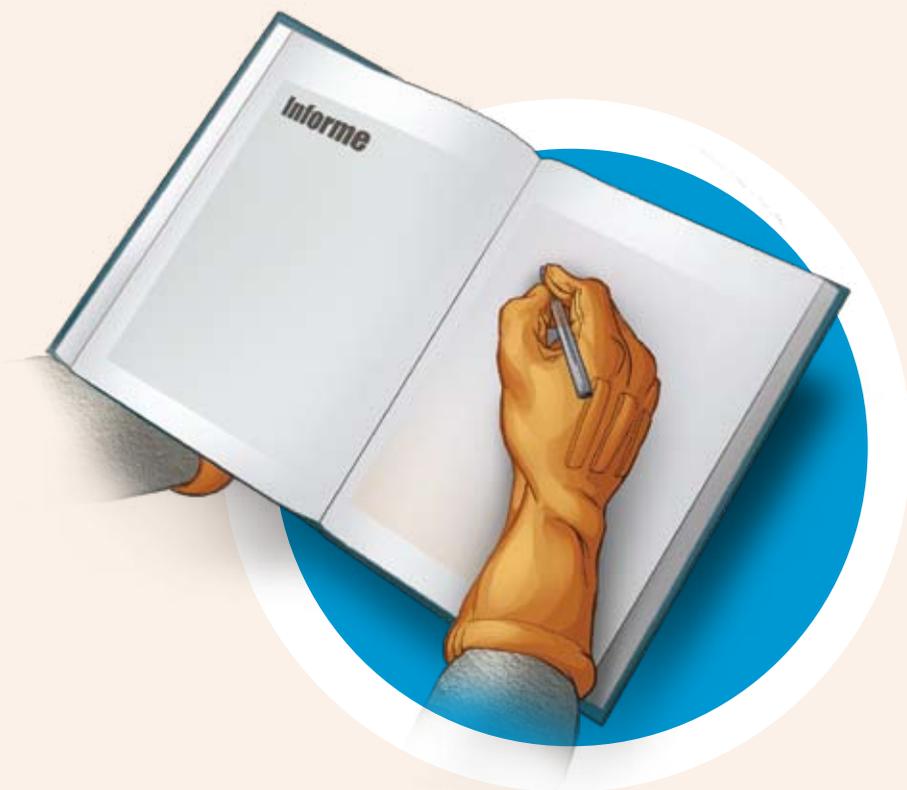
El informe de resultados debe contener como mínimo la siguiente información:

- La temperatura medida del concreto fresco.
- Fecha.
- Identificación de la muestra.
- Referencia del método. **C**

#### NOTA:

Tomado de la Norma Mexicana NMX-C-435- ONNCCE-2010. Industria de la construcción-Concreto Hidráulico-Determinación de la Temperatura del Concreto Fresco.

Especificaciones y métodos de ensayo. Usted puede obtener esta norma y las relacionadas con agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en: [normas@mail.onncce.org.mx](mailto:normas@mail.onncce.org.mx), o al teléfono del ONNCCE 5663 2950, de México, DF.



# ➤ Ruedas minimalistas

Foto: <http://2.bp.blogspot.com>.



D

**DESDE EL AÑO DE 1980**, con la creación del llamado Plan Quito, rubricado en Ecuador, se determinó que el cerro Guanguiltagua, localizado al noreste de la ciudad, y uno de los pocos reductos naturales que quedan en la zona metropolitana, se convirtiera en un jardín del arte. Y es en este lugar donde el escultor italiano Mauro Staccioli (un verdadero enamorado del trabajo

Gabriela Celis Navarro

en concreto), creó unas esculturas tituladas Movimiento. Se trata de tres grandes ruedas minimalistas de concreto, dispuestas en distintos ejes, sobre un plano inclinado de ese parque metropolitano quiteño. La pendiente en la que están colocadas sugiere el movimiento propio de la gravedad. De manera coloquial, los visitantes del lugar las denominaron "las aspirinas", por el color blanco que tuvieron en su primera etapa.

Desgraciadamente, por mucho tiempo, las ruedas fueron afectadas por el vandalismo que lleva a la generación de antiestético grafiti. Por más esfuerzos de las autoridades de volverlas a pintar, su lisa superficie era un atractivo para los grafiteros y los enamorados, quienes permanentemente las cubrían de textos y declaraciones de amor y desamor.

Fue por esta razón que finalmente, las autoridades responsables decidieron pintarlas de color verde oliva y curiosamente dejaron de ser atractivas como muro y pudieron estar sin manchas ni grafitis. Asimismo, se hizo una propuesta para sembrar pasto en la base de estos elementos artísticos con el fin de lograr una nueva forma de presencia de las "aspirinas" en el parque, como elementos vegetales que, guardando su forma original, pudieran integrarse con el contexto pleno de verdor de este remanso de paz que es dicho parque quiteño. **C**



Foto: <http://static.panoramio.com>.



## Índice de Anunciantes

CONTROLS	2ª DE FORROS
IMCYC	3ª DE FORROS
IMCYC	4ª DE FORROS
COLEGIO DE INGENIEROS	1
HELKEL	3
SAIE	7
EQUIPAR	41
IMCYC	53

Si desea anunciarse en la revista, contactar con:

Lic. Adriana Villeda Rodríguez  
(55) 5322 57 40 Ext. 273  
[avilleda@mail.imcyc.com](mailto:avilleda@mail.imcyc.com)

Renato Moysenn  
(55) 5322 5740 Ext. 216  
[rmoysenn@mail.imcyc.com](mailto:rmoysenn@mail.imcyc.com)

# CURSOS, SEMINARIOS Y CERTIFICACIONES ENERO 2014

## Técnico para Pruebas al Concreto en la Obra Grado I

16 y 17 de enero de 2014



La certificación como "Técnico para Pruebas al Concreto en la Obra, Grado I" es prerrequisito para certificarse como Supervisor en Obras de Concreto, y si bien, el supervisor no será quien personalmente ejecute siempre las pruebas para el control de calidad del concreto fresco, podemos asegurar que los conocimientos y habilidades adquiridas, le darán la confianza para desempeñar óptimamente sus funciones de supervisión y exigir que las pruebas se ejecuten correctamente.

### Objetivo:

Certificar que el aspirante posee los conocimientos y habilidades para ejecutar y registrar correctamente los resultados de las pruebas de campo básicas de la ASTM en la mezcla de concreto fresco.

Precio: 7,600.00 + IVA

## Examen - Diplomado de pavimentos

10 de enero de 2014



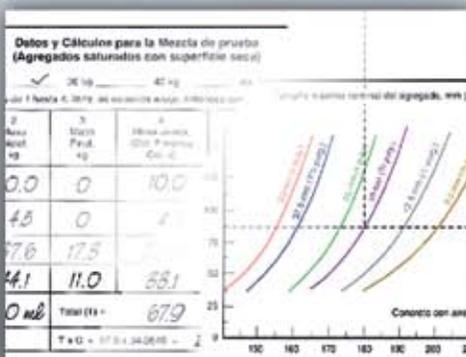
Se convoca a la comunidad técnica, ingenieros civiles, arquitectos, proyectistas, consultores, profesores y todos aquellos que hayan asistido a los módulos que conforman el Diplomado en Pavimentos de Concreto a presentar su examen.

- Modulo I Diseño de pavimentos de concreto
- Modulo II Tecnología del concreto
- Modulo III Construcción de pavimentos de concreto
- Modulo IV Evaluación de pavimentos de concreto
- Modulo V Conservación y rehabilitación de pavimentos de concreto

Fecha límite de inscripción: 10 de enero de 2014

## Tecnología del concreto

30 y 31 de enero de 2014



### Objetivo:

Proporcionar a los participantes información relacionada con los materiales y Normas Mexicanas de los componentes del concreto. Presentar temas relacionados con sus propiedades, así como algunos aspectos de durabilidad y conceptos que son necesarios en la práctica. Finalmente, se expondrán dos ejemplos del diseño de mezclas:

- Concreto normal y pesado
- Concreto ligero

Precio: 2,000.00 + IVA

# SERVICIOS IMCYC



*“Un mundo de soluciones en concreto”*

- Enseñanza
- Asesorías técnicas
- Servicios de laboratorio
- Publicaciones
- Membresías

[www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)

