

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

**EN**

# CONCRETO

Febrero 2015

Volumen 4  
Número 11

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



\$50.00

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

**PORTADA**

**INNOVACIÓN Y PREFABRICADOS DE CONCRETO:  
DOS CARAS DE LA MISMA MONEDA**

Nos comprometimos a impulsar el Programa de Infraestructura más importante para el crecimiento del país...

y estamos cumpliendo 



Al desarrollar el proyecto del Nuevo Aeropuerto como el generador de empleo más importante del país.



Al crecer el Sistema de Transporte Colectivo Metro del D.F. y Estado de México en un 25%.



Al construir la 2da. y 3ra. etapa del Tren Eléctrico de Guadalajara y la línea 3 del Metro de Monterrey.



# SOMOS MÁS DE LO QUE IMAGINAS



## DESCUBRE NUESTROS REPARADORES QUE REHABILITAN ESTRUCTURALMENTE ELEMENTOS DE CONCRETO



REPARADORES

### CONOCE NUESTRAS 7 LÍNEAS Y DESCUBRE TODO LO QUE PUEDES HACER CON ELLAS



fester.com.mx  
01 800 FESTER 7 (337837 7)

IMPERMEABILIZANTES

SELLADORES  
Y RESANADORES

ADHESIVOS PARA  
CONCRETOS

AUXILIARES Y ADITIVOS  
PARA CONCRETOS

GROUTS Y  
ANCLAJES

TRATAMIENTOS  
PARA SUPERFICIES

# PREFABRICADOS DE CONCRETO: Versatilidad y belleza



**L IGUAL QUE** en años anteriores, tratar el tema de los PREFABRICADOS en el desarrollo y expansión de las ciudades, se ha vuelto indispensable. No sólo por su alta calidad, eficacia y rapidez, sino por su versatilidad, belleza y tecnologías de vanguardia.

En nuestro país su utilización se remonta a los años 1940's, donde encontramos una excelsa obra que aún hoy en día sorprende y hace vibrar a sus visitantes. La sección de HISTÓRICO presenta la magnífica Plaza de Toros México, realizada por el Ing. Modesto C. Rolland. Su construcción se inició en diciembre de 1944 y se concluyó en tan solo 6 meses con la participación y trabajo de más de 10,000 personas. Sorprende particularmente la utilización de 22,000 piezas de asientos precolados, elaborados en un taller de prefabricados, instalada ahí mismo en la obra de la plaza.

El artículo de PORTADA a cargo del Ing. Alejandro López Vidal presenta la relevancia y beneficios sustentables del prefabricado, las innovaciones y adecuaciones de los materiales que se utilizan y la versatilidad de varios proyectos a nivel mundial. Entre las obras que se están realizando en México, la sección ARQUITECTURA trata sobre la obra que obtuvo el Primer lugar del PCI Design Award en 2014 otorgado por el Precast/Prestressed Concrete Institute: el kínder Monte Sinaí. Y destacando la labor al interior de la República, la sección de ESTADOS presenta otra de las grandes obras que se están realizando con sistemas prefabricados de gran estética: el *Campus de Arteaga de la Universidad Autónoma de Coahuila*.

En nuestro afán de ilustrar los beneficios y bondades de los prefabricados de concreto, la sección de QUIÉN Y DÓNDE presenta una entrevista con el Ing. Pablo Caire Obregón, presidente de la Asociación Nacional de Industriales del Prefuerzo (ANIPPAC), donde comparte algunas de sus opiniones y avances tecnológicos de los prefabricados, como por ejemplo los aisladores sísmicos.

Finalmente, invitamos a todas las universidad a consultar en la pagina de internet [www.fic.imcyc.com.mx](http://www.fic.imcyc.com.mx) la convocatoria para el **5° Concurso Nacional de Mezclas de Concreto** organizado por IMCYC, que como cada año tendrá lugar en el Centro Banamex el día 28 de Mayo.

¡Los invitamos a participar y compartir con nosotros su entusiasmo, dedicación y esfuerzo!. **C**

**Los editores**

# INVERSIONISTAS, DESARROLLADORES, DESPACHOS DE ARQUITECTOS y CONSTRUCTORAS

Les ofrecemos una excelente oportunidad de hacer una completa  
**PROMOCIÓN EDITORIAL DE SUS PROYECTOS**

## EQUIPAR

www.revistaequipar.com

CONECTANDO NEGOCIOS

MÉXICO • COLOMBIA • VENEZUELA



### TORRE MAPFRE

Construcción más alta tecnología y eficiencia

### PASEO DE LA REFORMA

Ofrece la mayor plusvalía en México

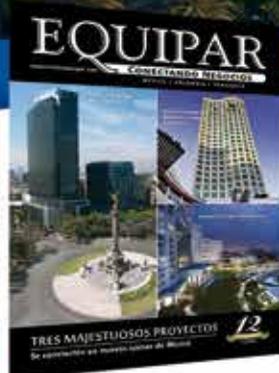
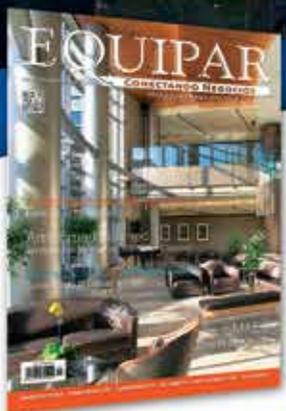
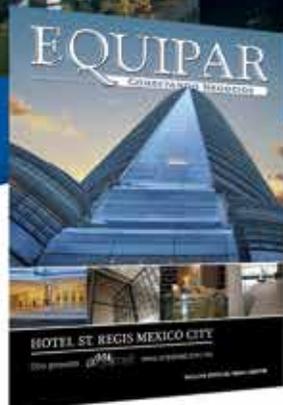
### HOTELES CITY

Sostenido crecimiento en 2013

### GRAN MUSEO DEL MUNDO MAYA



ARQUITECTURA - CONSTRUCCIÓN - EQUIPAMIENTO - SEGURIDAD - SUSTENTABILIDAD - TECNOLOGÍA



Con la Revista **EQUIPAR**, su Proyecto contará con presencia protagónica multiplicando las posibilidades de conectar negocios!

Importantes Desarrollos de todo el País nos han confiado la promoción de sus nuevos Proyectos, logrando excelentes resultados.



**EQUIPAR**  
CONECTANDO NEGOCIOS

Corporativo en Cancún  
+52 998 840 6189  
Contacto: Lic. Mario Arbeláez

Oficinas en México D.F.  
+52 55 4744 6252  
Contacto: Cindy Ruiz

Resto del País  
01 800 EQUIPAR  
Contacto: Lic. Nancy Sala.

@RevistaEQUIPAR

Revista EQUIPAR

Revista EQUIPAR

www.revistaequipar.com

info@revistaequipar.com



QUIÉN Y DÓNDE

52



ESTADOS

46



INTERNACIONAL

42

- 2 EDITORIAL  
Prefabricados de concreto: versatilidad y belleza.
- 6 BUZÓN
- 8 NOTICIAS
  - **España apoya propuesta israelí de suministrar casas prefabricadas a la población de Gaza.**
  - **Construcción en el mejor momento de los últimos 2 años.**
  - **Chile (finalmente) construirá el único proyecto de Gaudí fuera de España.**
- 12 POSIBILIDADES DEL CONCRETO
  - **Innovación:**  
Herramientas de automatización en plantas concreteras (Parte II).
  - **Prefabricados:**  
Diseño para evitar anomalías en estacionamientos.
  - **Prefabricados de concreto ligero:**  
Pérdidas de pretensado en prefabricados de alto desempeño.
  - **Pisos de concreto:**  
Humedad en losas de concreto (Parte I).

16



PORTADA:

INNOVACIÓN Y  
PREFABRICADOS  
DE CONCRETO

Las dos caras  
de la misma  
moneda

4



36

HISTÓRICO



34

ARQUITECTURA



- 22** INGENIERÍA  
Método mecánico para la compactación del concreto:  
La vibración (Parte I).
- 26** VOZ DEL EXPERTO  
Prefabricados como solución ante los desastres naturales.
- 30** ARQUITECTURA  
Kínder Monte Sinaí:  
Prefabricados para un entorno lúdico.
- 36** HISTÓRICO  
Ingeniero Modesto C. Rolland:  
Pionero del uso de prefabricado de cemento armado en México.
- 42** INTERNACIONAL  
The Stack:  
Innovación residencial con prefabricados en Nueva York.
- 46** ESTADOS  
Campus de Arteaga, Universidad Autónoma de Coahuila:  
Prefabricados eficientes y estéticos.
- 51** CONCRETO VIRTUAL, APP DEL MES  
MI OBRA EN CONCRETO
- 52** QUIÉN Y DÓNDE  
La prefabricación:  
Una alternativa con mucha calidad.
- 57** PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES  
Concreto hidráulico - Dosificado en masa (Parte II).  
Norma mexicana NMX-C-155-ONNCCCE-2014.
- 64** PUNTO DE FUGA  
Seguridad prefabricada.

✉ [buzon@mail.imcyc.com](mailto:buzon@mail.imcyc.com)

f /Cyt imcyc

t @Cement\_concrete



Escanee el código  
para ver material  
exclusivo en  
nuestro portal.

#### Cómo usar el Código QR

La inclusión de software que lee Códigos QR en teléfonos móviles, ha permitido nuevos usos orientados al consumidor, que se manifiestan en comodidades como el dejar de tener que introducir datos de forma manual en los teléfonos. Las direcciones y los URLs se están volviendo cada vez más comunes en revistas y anuncios.

Algunas de las aplicaciones lectoras de estos códigos son *ScanLife Barcode* y *Lector QR*, entre otros. Lo invitamos a descargar alguna de éstas a su *smartphone* o *tablet* para darle seguimiento a nuestros artículos en nuestro portal.



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

#### CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Lic. 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  
y Promoción

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)

Arte y Diseño

David Román Cerón

Inés López Martínez

Rodrigo Morales

Dante López

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

Colaboradores

Juan Fernando González,

Isaura González Gottdiener,

Gregorio B. Mendoza,

Raquel Ochoa,

Antonieta Valtierra

Adriana Valdés

Eduardo Vidaud

Fotografía

a&s photo/graphics y

Gregorio B. Mendoza

Comercialización

Lic. Renato Moysén

(55) 5322 5740 Ext. 216

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



Circulación Certificada por:  
PricewaterhouseCoopers México.

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



## > Comentarios

*"Revista C y T es de gran utilidad para nuestro personal, tanto aquí como en el campo de trabajo. La calidad de las ediciones y de los temas cubiertos es considerablemente notable".*  
*¡Muchísimas gracias por su trabajo de tan alto nivel!*

**Ing. Diana Iturralde.**

*"El último número de Construcción y Tecnología en Concreto es excelente. Lo he enviado a varias personas".*

**Ing. Mario Herrera Dorantes.**

*"Desde su aparición hace 52 años, Revista C y T ha contribuido a llamar la atención sobre el mundo del cemento y del Concreto".*

**Maria Luisa Chávez.**

*"Apreciamos enormemente su revista, es una fuente de información muy útil que está llegando a mucha gente alrededor del mundo de la ingeniería y construcción".*

**Ing. Héctor Guzmán Barragán.**

*"Felicitaciones a los editores de Construcción y Tecnología en Concreto por publicar un producto tan atractivo".*

**Ramiro Olivos.**

### RESPUESTA:

**Agradecemos a todos ustedes sus amables palabras que sirven de motivación y aliento para seguir creando una revista de actualidad, calidad y que ofrezca a todos nuestros lectores información de interés y novedad.**

**Recibimos sus comentarios a este correo: [buzon@mail.imcyc.com](mailto:buzon@mail.imcyc.com).**

**IMCYC ES MIEMBRO DE:**

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

Construcción y Tecnología en Concreto. Volumen 4, Número 11, Febrero 2015, 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](http://www.imcyc.com), correo electrónico para comentarios y/o suscripciones: [smoline@mail.imcyc.com](mailto:smoline@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 México PP09-1855. Impreso por: Prerensa Digital, S.A. de C.V., Caravaggio 30, Col. Mixcoac, México, D.F. Tel.: 5611 9653. Este número se terminó de imprimir el día 31 de enero de 2015, 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 \$550.00 M.N. y para extranjero \$120.00 USD (incluye gastos de envío).





**FREYSSINET**  
SUSTAINABLE TECHNOLOGY



**TIERRA ARMADA**  
SUSTAINABLE TECHNOLOGY



ACATÚNEL, GUERRERO

## ANCLAS AL TERRENO

EL VALOR DE LA EXPERIENCIA

EMPRESAS DE  SOLETANCHE FREYSSINET

Gauss No.9-102 Col. Anzures C.P. 11590 México D.F.  
Teléfono: (55)52.50.70.00 Fax: (55)52.55.01.65  
www.freyssinet.com.mx freyssinet@freyssinet.com.mx

### Aplicación de Anclas al Terreno



Pared de Excavación



Edificios con Subpresiones



Muro de Muelle



Estructuras Diversas



Estribos de Puentes



Muros de Contención



Presas



Estructuras Subterráneas



**FREYSSINET**  
SUSTAINABLE TECHNOLOGY



**TIERRA ARMADA**  
SUSTAINABLE TECHNOLOGY



TÚNELES DURANGO - MAZATLÁN, SINALOA

## BÓVEDAS TECHSPAN®

EL VALOR DE LA EXPERIENCIA

EMPRESAS DE  SOLETANCHE FREYSSINET

Gauss No.9-102 Col. Anzures C.P. 11590 México D.F.  
Teléfono: (55)52.50.70.00 Fax: (55)52.55.01.65  
www.freyssinet.com.mx freyssinet@freyssinet.com.mx

### Sistemas Constructivos

Puentes Atirantados  
Puentes Empujados  
Puentes Doble Volado  
Puentes Lanzados  
Trabes Prefabricadas  
Losas Postensadas

### Obras Especiales

Silos y Tanques  
Manejo de Grandes Cargas  
TechSpan®:  
Bóveda - Tubo - Marco - Cajón

Reparación, Reforzamiento  
y Protección

Métodos de Reparación  
Inspección Monitoreo e  
Instrumentación

### Geotecnia

Anclas al Terreno  
Micropilotes  
Concreto Lanzado

Muros Mecánicamente  
Estabilizados

Tierra Armada  
Freyssisol  
GeoMega  
TerraTrel  
TerraLink  
Muro Verde





## España apoya propuesta israelí de suministrar casas prefabricadas a la población de Gaza

**EL GOBIERNO ESPAÑOL** ha apoyado la propuesta israelí de suministrar casas prefabricadas a la población de la Franja de Gaza cuyas viviendas quedaron destruidas o seriamente dañadas durante la última guerra entre Israel y Hamás el verano pasado, y que se estiman en unas 100.000 personas.

En rueda de prensa al término de sus contactos con las autoridades israelíes, el ministro de Asuntos Exteriores y de Cooperación, José Manuel García - Mar-

gallo, ha considerado que esta idea "puede resolver" las necesidades más urgentes de los gazatíes sin que Israel corra el peligro de que Hamás --que sigue controlando de facto Gaza a pesar del acuerdo con Al Fatá para la creación de un Gobierno de unidad-- use los materiales de construcción que entren en la Franja para rehacer los túneles que le permiten agredir a Israel. **C**

■ Fuente: <http://noticias.lainformacion.com>





## Construcción en el mejor momento de los últimos 2 años

**EL ÍNDICE DE** Confianza del Constructor (ICOCO) reportó un valor de 52.9 puntos durante el cuarto trimestre de 2014, aunque ligeramente inferior al resultado previo, se encuentra por encima del umbral de incertidumbre de las 50 unidades.

El índice pasó de 53.2 el trimestre inmediato anterior a 52.9 puntos en la última lectura de 2014; esta ligera caída obedeció principalmente a menores expectativas de los constructores en cuanto a la generación de obra a desarrollar en el corto plazo; así como de un ajuste menor, en comparación con la lectura del tercer trimestre del año pasado, en el escenario económico de la industria para los siguientes 12 meses. **C**

■ Fuente: [www.bimsareports.com](http://www.bimsareports.com)

ICOCO: ÍNDICE DE CONFIANZA DEL CONSTRUCTOR



## Chile (finalmente) construirá el único proyecto de Gaudí fuera de España

**CHILE PRONTO PUEDE** ser el hogar del único edificio diseñado por Antoni Gaudí situado fuera de España. En una reciente conferencia de prensa, la presidenta de Chile, Michelle Bachelet confirmó la financiación gubernamental para la construcción del Gaudí Centro Cultural y Espiritual en la ciudad

de Rancagua, que incluirá una capilla diseñada por el arquitecto catalán.

El proyecto se originó en 1922 a través de una serie de cartas intercambiadas entre Gaudí y el chileno franciscano Fray Angélico Aranda, quien pidió a Gaudí el proyecto de una capilla para Chile. "Me gustaría poner en práctica una obra original, muy original, y pensé en ti", escribió Aranda a Gaudí, que para entonces estaba inmerso en la construcción de su obra maestra, La Sagrada Familia. Desde 1996, en Chile la Corporación Gaudí de Triana ha estado trabajando para hacer el diseño resultante de esta conversación en una realidad. **C**

■ Fuente: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)



## Avanzan trabajos en la Autopista México-Puebla, tendrá estructuras prefabricadas

**EL SEGUNDO PISO** de la Autopista México-Puebla tendrá estructuras prefabricadas para mayor facilidad de construcción y montaje, refirió el gobernador del estado, Rafael Moreno Valle al explicar que con esto se busca que haya menos afectaciones a los usuarios de la carretera.

“Se tomó la determinación de que se hagan prefabricados y eso va a reducir las afectaciones a los usuarios, por eso se está haciendo así, se están ampliando los carriles, se están preparando, queremos ampliar un carril más para que cuando se esté contruyendo no se vaya a impactar”. Asimismo dijo que ya se están construyendo los carriles alternos a la carretera, para que cuando las estructuras comiencen a colocarse no represente un problema en el tráfico y en la llegada a los destinos de los usuarios. **C**

■ Fuente: [www.periodicoenfoque.com.mx](http://www.periodicoenfoque.com.mx)

## Anuncia el Presidente Enrique Peña Nieto un paquete de medidas para que las familias mexicanas accedan a una vivienda propia y digna

**EL PRESIDENTE** de la República, Enrique Peña Nieto, anunció el pasado 21 de enero un paquete de medidas de impulso a la vivienda, que permitirá detonar una inversión del orden de 370 mil millones de pesos en la construcción de 500 mil viviendas, y en la ejecución de un millón de acciones en beneficio de más de 6 millones de mexicanos.

“Como puede verse, son muchas las acciones que hoy estamos presentando, que se han construido de forma conjunta entre el Gobierno de la República y los desarrolladores de vivienda. La mayoría son nuevas, otras están en proceso, pero todas estas acciones confirman que el Gobierno de la República está trabajando para que se construya más vivienda y las familias mexicanas, especialmente las de menores ingresos, puedan contar con una vivienda digna”, subrayó.

Aseguró que contar con un hogar propio “es una de las mayores aspiraciones de cualquier persona; alcanzarla es uno de los logros que da más alegría y satisfacción. Por ello, el Gobierno de la República seguirá respaldando a las familias que tengan como meta contar con un espacio propio y dar a sus hijos una mayor calidad de vida”. **C**

■ Fuente: [www.presidencia.gob.mx](http://www.presidencia.gob.mx)





# Mejora calificación crediticia de Cemex

**STANDARD AND POOR'S DIJO** que Cemex registrará mejores indicadores crediticios y seguirá beneficiándose de las sólidas perspectivas de crecimiento de la industria de la construcción en Estados Unidos, así como de las expectativas de recuperación en el gasto del sector público en México. La agencia calificadora informó que ha revisado perspectiva a

positiva de la cementera ante un mejor panorama para la compañía calificándolas de positivas y estables. Al mismo tiempo, confirmó sus calificaciones de riesgo crediticio y de deuda de largo plazo en escala global de 'B+' y de largo y corto plazo en escala nacional de 'mxBBB' y 'mxA-2', respectivamente de Cemex y sus subsidiarias. **C**

■ Fuente: [www.milenio.com](http://www.milenio.com)





**Eduardo de J. Vidaud Quintana**

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

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



## INNOVACIÓN

# Herramientas de automatización en plantas concreteras (Parte II)

**PABLO CASTAÑEDA**, responsable del desarrollo de la tecnología de *HormiLine* (software creado para personalizar y mejorar la eficiencia en la gestión del concreto elaborado, capaz de medir la rentabilidad en tiempo real) asegura que siempre es necesario tener la herramienta indicada para cada tarea. El especialista asevera que: "En la actualidad, vivimos y trabajamos en un entorno social y empresarial muy cambiante, por lo que es indispensable tener una herramienta tecnológica que se adapte a los cambios". Dicho software es una herramienta moderna de la tecnología, pensada para dicho propósito, capaz de ajustarse a la forma de operar de las distintas empresas. "Uno de sus grandes méritos –dice Castañeda– es su capacidad de adaptar las plantas, generando menor gasto y acelerando el proceso de automatización. En cuanto a los procesos de producción, y los de seguridad en obra, se ha logrado monitorearlos en tiempo real".

César Altea, gerente comercial de *Pagustech* (empresa dedicada a la consultoría de informática y gestión de instalaciones informáticas), asegura que el software es la herramienta tecnológica a través de la cual se pueden introducir los puntos de control necesarios para validar el accionar; a partir de la información que se recopila, directamente relacionada con los requerimientos de la gestión. En su rol de experto, comenta que en el laboratorio de investigación de la compañía, orientado a la telemetría y a las aplicaciones móviles, se realizan pruebas para determinar qué sensores son los adecuados para cada caso: "Algunas de las situaciones que pueden medirse son: giro del trompo de un camión tipo mezclador, control del combustible, niveles de temperatura, carga, apertura de puertas, descargas y accionar de motores".

Cada dato de medición se integra a un sistema que permite definir umbrales de comportamiento y monitorear la actividad en tiempo real desde un dispositivo remoto, instalado usualmente en el camión o maquinaria, al que se le conectan distintos sensores. Luego, esos

datos son transmitidos a la plataforma para su procesamiento y generación de reportes. "En el caso de la actividad del concreto –explica Altea–, controlamos el cumplimiento del ciclo logístico de envío del producto. Cada uno registra los eventos de control automatizados por una función geográfica o censada de descarga, los tiempos de recorrido, estadía y los recursos insumidos". La tecnología acompaña de cerca los distintos procesos, mejorándolos y proyectando nuevos avances.

"Creo –dice Castañeda– que hay una creciente atracción y necesidad por parte de directores y propietarios de empresas dedicadas a la elaboración de concreto, de controlar y ajustar cada proceso en tiempo real, para ser más competitivos; creciendo en forma uniforme y controlada. Esto genera que cada vez se creen más equipos de investigación tecnológica, con el desafío de controlar o automatizar nuevos procesos (...)".

Altea asegura que desde la empresa le han prestado especial atención al segmento del concreto, ayudando en los procesos de la actividad y observándose un crecimiento de empresas más pequeñas que buscan diferenciarse de sus grandes competidores. "Nuestra proyección es especializarnos aún más, incorporando nuevos controles de medición, que entendemos serán requeridos a mediano plazo". Así, en la actualidad, se está trabajando en nuevos desarrollos relacionados con el manejo de cuenta de los pedidos del concreto, el control de *stock* de materiales que se utiliza para la elaboración, y reportes orientados a la gestión y toma de decisiones.

"Por el lado de la investigación, estamos trabajando en sensores de control de combustible en línea, mediciones relacionadas con el agregado de agua y medición, e incluso de peso. También pondremos el foco en aplicaciones móviles, desarrolladas especialmente para la actividad, como inspecciones y toma de muestras", comparte más adelante Altea. Seguramente, éste es el fin: ofrecer siempre lo mejor y la tecnología, entonces, estará al servicio del desarrollo constante. **C**

### REFERENCIA:

"Aliados de última generación". Nota de Tapa; publicado en *Revista Hormigonar*, No. 33, Agosto 2014.



## PREFABRICADOS:

# Diseño para evitar anomalías en estacionamientos

**L**as estructuras de estacionamiento a base de elementos prefabricados/pre-tensados de concreto doble T suelen ser muy duraderas; pero su diseño, construcción y mantenimiento debe realizarse de acuerdo a principios de buenas prácticas, pues resultan vitales para maximizar su vida útil.

El deterioro de las estructuras de estacionamiento suele ser causado por cambios volumétricos debido a contracciones, fluencia y cambios de temperatura; así como también por los ciclos hielo-deshielo (H/D) y por la corrosión inducida por la exposición a cloruros. Los ciclos H/D, el uso de sales anticongelantes y los efectos de la sal en el aire en zonas costeras, son factores que varían mucho según la región.

Teniendo en cuenta esto, el primer paso para los encargados de diseñar, construir y mantener estacionamientos subterráneos, es especificar el empleo de concretos durables; condiciones fáciles de obtener en elementos prefabricados, pero difíciles de lograr en concretos *"in situ"*. En estos concretos (de alta resistencia o alto desempeño, con alto contenido de cemento, baja relación agua - cemento y resistencias de más de 40 MPa) se emplean cenizas volantes o humo de sílice, que reducen la permeabilidad e incrementan la durabilidad; también puede resultar beneficioso el uso de acero revestido de resina y compuestos de fibra de carbono de alta resistencia. Para impedir la acumulación de agua, es importante el diseño de un drenaje adecuado. Los pisos deben tener suficiente pendiente en dos direcciones para canalizar el agua a los desagües en los puntos bajos.

En una estructura de concreto colado *"in situ"*, los esfuerzos de empotramiento pueden causar grietas, particularmente en zonas alrededor de núcleos de escaleras/elevadores o de muros de corte. En una estructura de elementos prefabricados, tales esfuerzos fluyen a través de las conexiones; la mejor forma de atenuar estos agrietamientos es mediante el uso de conexiones flexibles o dúctiles que permitan

que la estructura disipe estos esfuerzos sin agrietarse. Generalmente estas estructuras tienen resistencias del concreto de 35 MPa o más; es recomendable que la resistencia mínima *"in situ"* sea de 28 MPa, pero debe haber un mínimo de 35 MPa en zonas en donde sean comunes los productos químicos y los ciclos H/D (ACI 362.1R-97).

En concreto colado *"in situ"* y prefabricados, los recubrimientos del acero de refuerzo deben ser de 5.0 cm en áreas donde sean frecuentes los ciclos H/D y se utilicen productos químicos de deshielo; en otras zonas dicho recubrimiento debe ser mayor a los 3.8 cm. Asimismo, estructuralmente, la capa de compresión debe ser siempre de 5.0 cm ó mayor, y de 7.5 cm o mayor en los apoyos; en ambientes de alta salinidad. Los requisitos de recubrimiento del acero de refuerzo pueden requerir espesores mayores.

En cuanto a las conexiones, estas deben ser cuidadosamente detalladas. En el caso de losas dobles T con capa de compresión colada en el sitio, se deben de incluir conectores espaciados a una distancia oscilante entre 2.5 m y 3.0 m; en cambio cuando esta capa no se conciba, el espaciamiento entre conectores se limita a una separación oscilante entre 1.2 m y 1.8 m. La parte superior de la conexión debe de estar como mínimo 2.0 cm por debajo de la superficie; adicionalmente, la placa de anclaje debe de tener 3.8 cm de recubrimiento.

Los fallos en selladores de juntas es probablemente el problema más frecuente en los estacionamientos de concreto prefabricado. Muchos son originados por una preparación inadecuada del sustrato, dimensionamiento incorrecto de las juntas, y/o una deficiente instalación de la "cola de rata" y selladores. Otro elemento clave en la reducción del agrietamiento y de los fallos en las conexiones, es insistir en un mantenimiento adecuado y en un programa de reparación que incluya la limpieza semanal, la inspección regular y la aplicación de parches; así como la sustitución periódica de selladores. **C**

### REFERENCIA:

Cleland Ned M., "Design Techniques to Prevent Crack and Connection Failure", publicado en: "Parking Today", No. 2, Febrero del 2010. (<http://www.parkingtoday.com/magazine.php>).



## PREFABRICADOS DE CONCRETO LIGERO:

# Pérdidas de pretensado en prefabricados de alto desempeño

**S E REFIERE COMO** Concreto Ligero de Alto Desempeño (CLAD) a la mezcla entre Concreto de Alto Desempeño (CAD) y Concreto Ligero Estructural (CLE). Autores como Meyer y Kahn consideran que el uso del CLAD con resistencias entre 55 y 69 MPa haría más fácil y económico el transporte de vigas pretensadas de gran tamaño. Una menor masa volumétrica en el concreto permitiría la fabricación de vigas de mayor longitud con menores tonelajes.

Se exponen en este escrito los resultados de una investigación que tuvo como propósito la determinación del comportamiento a largo plazo de concreto ligero de alto desempeño fabricado con pizarra expandida, y cómo dicho comportamiento a largo plazo afecta las pérdidas de pretensado en vigas de puentes.

Típicamente "creep" y la retracción son menores en CAD que en concreto de resistencia y peso normal, pero son en general mayores en CLE. Estos efectos contrarios hacen que las deformaciones a largo plazo en CLAD sean difíciles de predecir.

Como consecuencia de las deformaciones elástica y a largo plazo en el material, la carga de pretensado en los elementos de concreto pretensado se reduce en el tiempo. Se han identificado las principales causas de pérdidas; entre las que figuran: fricción en operaciones de post-tensionado, asentamiento de anclajes, acortamiento elástico al momento de la transferencia de la carga de pretensado, restricción de movimiento debido a otros elementos conectados con el elemento bajo pretensado, y las pérdidas dependientes del tiempo (relajación de los cables de acero, "creep", y contracción del concreto). La contribución relativa de cada uno de los factores a las pérdidas totales se ha definido dependen del diseño estructural, de las propiedades de los materiales (concreto y acero), de los métodos de pretensado, de la edad del concreto al momento de la aplicación de la carga, y del método de cálculo de las pérdidas.

Fueron estudiadas en esta investigación dos mezclas de CLAD con resistencias a compresión

de 55 y 69 MPa, utilizando pizarra expandida como agregado grueso. Se investigó el "creep", la contracción y las pérdidas de pretensado en 36 probetas cilíndricas, y en 4 vigas pretensadas AASHTO tipo II.

El estudio arrojó que las mezclas de resistencia nominal de 55 y 69 MPa presentaron una resistencia a los 56 días de 64.5 y 73 MPa, con un peso unitario de solo 1855 y 1890 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Después de un año, la resistencia a compresión fue de 74.7 y 83.7 MPa para los CLAD de 55 y 69 MPa, respectivamente. Este considerable incremento en la resistencia es debido a la utilización de materiales cementicios puzolánicos, como ceniza volante y microsilica.

El coeficiente de "creep" después de 920 días bajo carga de las mezclas CLAD de 55 y 69 MPa fue de 1.62 y 1.30, respectivamente; cuando el ensayo comenzó a la edad de 24 horas. La contracción en cambio, alcanzó valores de 860 y 650 mm/m x 10<sup>-3</sup> en las mezclas de 55 y 69 MPa, respectivamente; después de 920 días de secado y comenzado a 24 horas de edad.

Las pérdidas de pretensado fueron estimadas usando los métodos AASHTO refinado, AASHTO agregado, PCI y ACI-209. Todos los métodos sobre-estimaron las pérdidas dependientes del tiempo en vigas pretensadas fabricadas con CLAD de 69 MPa, y los métodos AASHTO refinado y ACI-209 también lo hicieron en las vigas con CLAD de 55 MPa. Ello significa que estos métodos resultan conservadores para estimar pérdidas de pretensado en vigas con CLAD hecho con pizarra expandida.

Se recomienda que futuras investigaciones se centren en la medición de pérdidas de pretensado de "creep" y contracción por separado; lo que requiere de la fabricación de vigas con y sin acero de pretensado, de manera que la viga con pretensado presente "creep" y contracción, y la viga sin acero de pretensado presente solo contracción. Igualmente se recomienda extender mediciones más allá de los 130 días; para corroborar las proyecciones a largo plazo utilizadas en este estudio. **C**

### REFERENCIA:

López M., Kahn L. F., "Pérdidas de pretensado en elementos prefabricados con hormigón liviano de alto desempeño. Una comparación con los códigos de diseño", XV Jornadas Chilena del Hormigón, 2005.



## PISOS DE CONCRETO:

# Humedad en losas de concreto (Parte I)

**L**OS PROBLEMAS POR humedad en pisos de concreto siguen afectando a la industria de la construcción; son comunes en estos casos: deterioros en los materiales, uniones desgastadas, garantías anuladas, demandas, y hasta la pérdida de fe en los profesionales.

Los inconvenientes relacionados con el agua y la migración de vapor de agua a través de una losa de concreto en el suelo pueden afectar a varios materiales del piso, como: madera, alfombras, azulejos compuestos de vinilo (VCT); entre otros que pueden experimentar fallas estéticas y funcionales. En todos, el exceso de humedad resulta indeseable, y el origen del problema puede ser variado: el agua de la mezcla, las fugas de agua, la presión de vapor de agua y las instalaciones exteriores.

Algunas de las fuentes de humedad excesiva en nuevas losas de concreto son: la humedad de la subrasante y el agua de la mezcla que no se combina químicamente con el cemento. Esta agua abandona la losa y la subrasante seca; pudiendo quedar atrapada y causar fallos, cuando los materiales del piso se instalan pronto.

Algunos fabricantes de materiales para pisos requieren que la superficie de la losa de concreto esté visiblemente seca; otros establecen un máximo del 3% de contenido de humedad, o de períodos de secado que van desde 60 a 120 días. El RFCI (Resilient Floor Covering Institute) recomienda curar y secar el piso de concreto durante un mínimo de seis semanas, antes de que se instale un piso flexible. Un requisito común del fabricante es una humedad máxima a una tasa de emisión de 1.36 kg por 92 m<sup>2</sup> en 24 h, determinado de acuerdo al procedimiento de prueba de cloruro de calcio de RMA (Rubber Manufacturers Association).

Este último requisito no es siempre fácil de cumplir. En un proyecto en Minnesota en 1996, se realizaron pruebas de emisión de humedad en las nuevas losas de concreto durante 15 semanas. Se probaron tres losas utilizando los resultados de RMA para documentar la tasa de emisión de humedad. Las pruebas arrojaron una disminución gradual de la tasa de emisiones de humedad en 15 semanas; sin embargo, al cabo de ese tiempo, ésta aún se mantuvo por encima de lo especificado.

A medida que se acercaba la fecha de ocupación del edificio, el dueño tuvo que decidir entre instalar el piso de azulejo con el riesgo de anular la garantía del fabricante, o retrasar la instalación. A pesar de que la emisión de humedad fue mayor que lo permitido, el propietario instaló el piso de azulejos, y después de seis meses no hubo inquietud o evidencia de fallo del piso.

Otra fuente de exceso de humedad es el agua proveniente de fuentes externas, como las paredes con salideros por tuberías rotas. Estas fuentes a menudo pueden ser difíciles y costosas de diagnosticar, especialmente en estructuras de piso de madera recubierta; donde el agua puede viajar grandes distancias sin ser detectada. Los cortes antiestéticos deben hacerse a través del piso para explorar las condiciones del subsuelo, lo que restringe aún más la investigación.

El proyecto de un piso de madera de un gimnasio de una escuela experimentó pandeo recurrente, deformación y ahuecamiento. El daño aparecía cada verano, en los períodos en que el edificio estaba sin control de humedad. La investigación reveló la existencia de una habitación inhabilitada con expansión de la madera en todo el perímetro del piso, sin ofrecer pistas sobre el origen de la humedad.

El subsuelo de arena tenía un contenido de humedad muy bajo; también se encontró una membrana de asfalto caliente en la superficie de la losa de concreto sobre la subrasante, sin señal de peligro.

El patrón general de pandeo sugirió una fuente de agua a lo largo de una pared interior. Nuevas observaciones revelaron posibles puntos de entrada de agua a nivel del techo, pero no hubo señales de fugas por la pared. Además, las fuentes de agua potable en la zona no mostraron fuga aparente. En lugar de gastar más tiempo y dinero investigando, el propietario eligió instalar una junta de expansión alrededor del piso, incrementar el mantenimiento, y tolerar el pandeo recurrente. Años más tarde, se determinó que la fuente de agua provenía de un tubo roto de agua potable.

En la segunda parte de este escrito se atenderán otras fuentes de humedad excesiva como son la presión de vapor de agua y las instalaciones exteriores. **C**

### REFERENCIA:

Amundson J. A., Pashina B. J., Swor T. E., "Analyzing Moisture Problems in Concrete Slabs", publicado en: *The Aberdeen Group, PUBLICATION #C970306, Copyright© 1997.*



Fachada con revestimiento exterior de concreto polímero.

INNOVACIÓN Y PREFABRICADOS  
DE CONCRETO

# Las dos caras de la misma moneda



Alejandro López Vidal *	
	<a href="http://www.facebook.com/Cytimcyc">www.facebook.com/Cytimcyc</a>
	@Cement_concrete
Fotografías ANDECE	

**\*DIRECTOR TÉCNICO ANDECE** y Coordinador de la Maestría Internacional de soluciones constructivas con elementos prefabricados de hormigón o concreto.

E

n un entorno global cada vez más tecnificado y competitivo, la innovación adquiere una importancia crucial. Algunas empresas lo hacen forzadas para mantenerse en el mercado, aunque hay muchas otras que lo hacen por convencimiento propio, como vía eficaz para consolidarse y distinguirse de sus competidores.

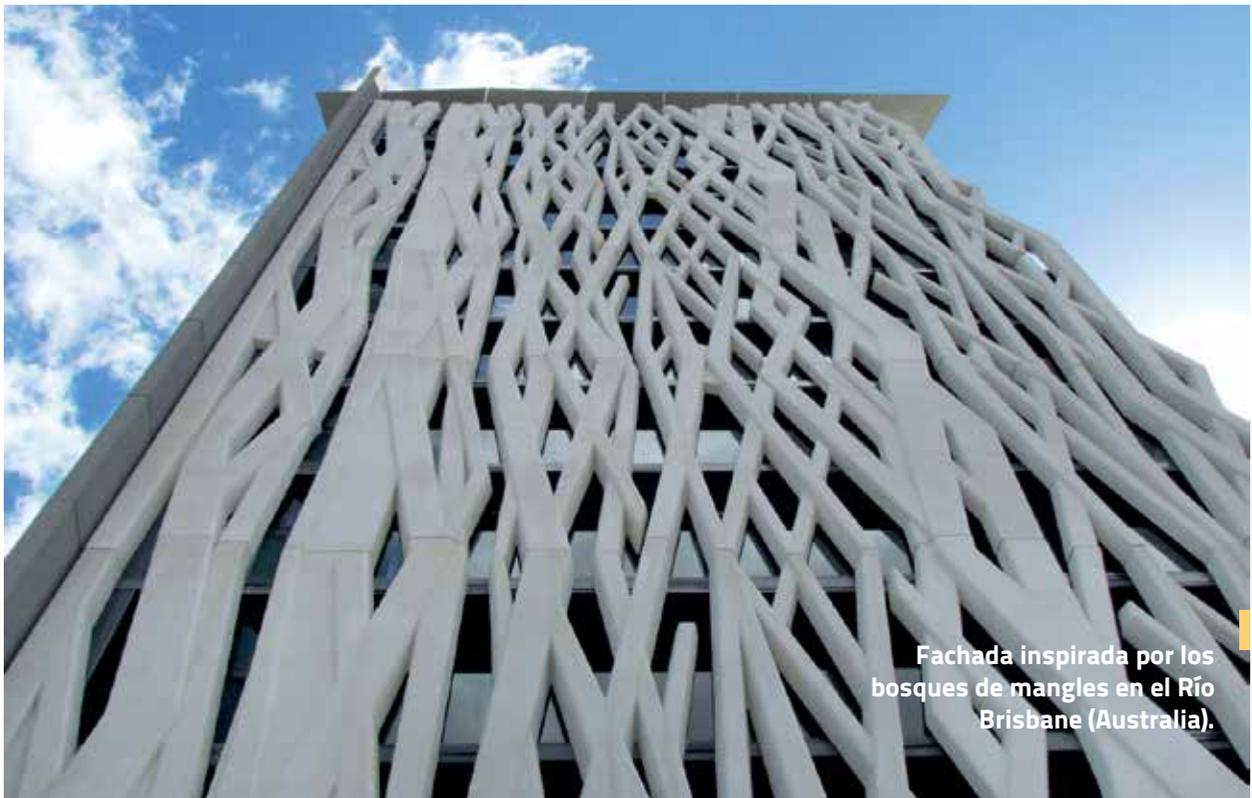
Con este enfoque, la industria de los prefabricados de concreto ha sabido, en líneas generales, ofrecer una respuesta idónea a las exigencias que han ido presentándose a través de la innovación, no sólo desde el punto de vista técnico y funcional, sino también estético o arquitectónico. El concreto en general, y más en particular el prefabricado como la variante industrializada de éste, ha experimentado en las últimas décadas un progreso significativo, especialmente gracias a proyectos de I+D+i realizados junto a centros tecnológicos, universidades o labo-

ratorios, además del propio bagaje adquirido a medida que se resolvían retos y exigencias de determinadas obras. Esta evolución queda perfectamente representada con el incremento de las resistencias mecánicas que es capaz de alcanzar el concreto, donde los límites del término "alta resistencia" se van aumentando progresivamente.

El presente artículo resume algunas de las líneas más recientes llevadas a cabo en el campo de la innovación tecnológica, así como otros proyectos destacables que deben trazar el camino de los próximos años, y que en el mundo de la construcción, estarán dominados por un concepto que tiene cada vez mayor exigencia: la sustentabilidad.

## EL PREFABRICADOR ANTE LA INNOVACIÓN

La capacidad para conformar casi cualquier elemento constructivo en concreto, obliga a que el prefabricador –que asume



Fachada inspirada por los bosques de mangles en el Río Brisbane (Australia).

normalmente el diseño del producto– a reinventarse para poder atender adecuadamente las exigencias que cada obra o proyecto presentan. Es decir, se convierte en “innovador” aunque a menudo no sea consciente de dicho rol.

No obstante, debe apuntarse que el prefabricado evoluciona en la medida que las obras a las que va destinado lo requieren. En la obra civil, el desarrollo del concreto prefabricado pertenece por derecho propio a la ingeniería. Hoy son sobradamente conocidos los prefabricados que mejor se adaptan a la obra civil (artesas y cajones para puentes, tuberías, dovelas para túneles, traviesas de ferrocarril, etc.) que garantizan una mayor rapidez de colocación, plazos y costes cerrados, mayor eficiencia estructural, o mejor control de calidad.

Sin embargo, en la arquitectura no se ha logrado avanzar a la misma velocidad y todavía se percibe cierto recelo a un uso más intenso, probablemente porque los requerimientos formales actuales huyen de la rigidez o la ausencia de versatilidad que se le presupone a la prefabricación, muchas veces por simple desconocimiento de su verdadero potencial. En este caso, las innovaciones que más vida han dado al componente formal se refieren a la ampliación de las formas, texturas, relieves, colores y aligeramientos (Foto 3) que actualmente podemos encontrar en los elementos vistos de exteriores (pavimentos, fachadas, mobiliario urbano, etc.), o la aparición de diseños vanguardísticos como las fachadas traslucidas o la capacidad unidireccional para imitar otros materiales constructivos.

**Dovelas y traviesas para red de ferrocarril en España. Las mayores exigencias funcionales, plazos, calidad y menor mantenimiento requeridos, convierten a las soluciones prefabricadas en dominadoras de concreto en infraestructuras ferroviarias.**



Debe destacarse la mejora experimentada derivada de los avances en las materias primas, que tienen un excelente banco de pruebas en la propia industria de los prefabricados debido a que el proceso de producción está completamente controlado, especialmente por la mejora de los cementos, la innovación en aditivos, aceros de mejor capacidad resistente para elementos pretensados, la utilización de fibras, etc. que hace que se logren unas dimensiones, ligereza y acabados difícilmente imaginables hasta hace muy poco tiempo, contribuyendo adicionalmente a ampliar otras prestaciones exigidas como durabilidad, eficiencia energética, resistencia al fuego o aislamiento acústico.

Es indudable que la evolución más importante la representa el concreto autocompactante, que se aplica fundamen-



**Edificio con prefabricados.**

talmente en las plantas de prefabricados y que ha supuesto una mejora notable de las condiciones de trabajo de los operarios.

También es preciso destacar el progreso tecnológico paralelo que pone a disposición de las plantas el alcanzar un nivel de automatización notable, incorporando entre otros, moldes de diversas tipologías y más duraderos, mejores máquinas de mezclado, cortes de piezas guiados por láser, sistemas de curado más efectivos, instalaciones de recuperación de agua, etc. que permiten la obtención de formas complejas, con mayor grado de precisión y diseños especiales.

## TENDENCIAS DE FUTURO: HACIA LO SUSTENTABLE

Como ya expusimos en el artículo "Hacia una construcción industrializada y sustentable con prefabricados de concreto" [1] publicado el pasado mes de junio, se espera todavía un extraordinario potencial de crecimiento para una industria que aspira a ser puntera. Las líneas principales



**Pasarela "Pont du Diable", diseñada por el arquitecto Rudy Ricciotti y el ingeniero Romain Ricciotti. 70 metros de longitud de concreto de muy altas prestaciones reforzado con fibra (UHPFRC).**



### Un perfil muy habitual en la industria: las secciones "I" para estructuras de puentes.

de estudio se concentran actualmente en obtener materiales nuevos (investigación) o mejorados (innovación) que sustituyan parcialmente a la materia prima, especialmente para reducir su carga medioambiental asociada: metakaolín, aditivos en base a diversos silicatos, geopolímeros, fibras de nuevos materiales como los textiles, aplicación de la nanotecnología, residuos de otros materiales (caucho), la mayor incorporación de áridos reciclados procedentes de residuos de hormigón, la adición de sustancias fotocatalíticas que ayuden a la descontaminación del ambiente y la autolimpieza de los elementos, la integración de sensores en la fabricación de las piezas para conocer la evolución de los parámetros y sirva para reducir las tomas de muestras, o el desarrollo de galerías de productos prefabricados conforme a la metodología BIM, son algunos de los temas actuales que deben ayudar a que la industria del prefabricado alcance esa una mayor relevancia en los próximos años.

Todas estas líneas de trabajo deben conducir a que el concepto "prefabricado de concreto" siga ampliando sus capacidades, en un entorno donde se exigirá una mayor eficiencia de recursos y un cumplimiento íntegro de los tres ejes del desarrollo sustentable (medioambiental, social y económico). **C**

A continuación citamos algunos ejemplos innovadores que ilustran la capacidad de los prefabricados de concreto:

"Paneles para uso interior. Hasta 5 m altura, con ranuras y acabado aluminio de AHMM Architects" <http://bit.ly/1wYX3xN>.

"Jardín de infantes en Tokio, grandes nubes de hormigón serpenteando del arquitecto japonés Jun'ya Ishigami" [pic.twitter.com/nnRRyRffMC](http://pic.twitter.com/nnRRyRffMC).

"Hormigón traslucido + fibras luminosas y LED's embebidos en barra restaurante" [pic.twitter.com/FBvR6SlnfE](http://pic.twitter.com/FBvR6SlnfE).

"Puente semiprefabricado en Völkermarkt (Austria)" <https://prezi.com/yIirmwpm7xem/wild-bridge-volkermarkt-a-case-study-of-uhpc-as-a-construction-material/>.

"HAITSMA BETON fabrica, transporta e instala mayores vigas prefabricadas: 68 metros y 240 Tn, en Groningen (Holanda)" [pic.twitter.com/1ckHAhTboQ](http://pic.twitter.com/1ckHAhTboQ).

"Las primeras casas de balance cero energía con prefabricados de hormigón diseñadas y construidas en Canadá" <https://www.youtube.com/watch?v=bexiKRTHp8c>.

"Losas prefabricadas para construcción plataformas offshore de pistas aeropuertos. Uso hormigones altas prestaciones" <http://bit.ly/1qE6fb4>.

"Uso fibras textiles en muros contención prefabricados de hormigón en nueva estación de tren Arnhem (Holanda)" [pic.twitter.com/7RpT3kITMt](http://pic.twitter.com/7RpT3kITMt).

"¿Quién dice que el uso de tubos de hormigón sólo se limita a las canalizaciones?" <http://bit.ly/1e4ZUlf> [pic.twitter.com/M8xli2Uril](http://pic.twitter.com/M8xli2Uril).

### REFERENCIAS:

**NOTA:** Este texto es un extracto de la Maestría Internacional de soluciones constructivas con elementos prefabricados de hormigón o concreto, que organizan conjuntamente ANDECE y STRUCTURALIA [2].

[1] "Hacia una construcción industrializada y sustentable con prefabricados de concreto". *Construcción y tecnología en concreto IMCYC. 2014.*

[2] Módulo 1 "Una visión general" y módulo 5 "Fabricación". *Maestría Internacional de soluciones constructivas con elementos prefabricados de hormigón o concreto.* <http://www.capacitacionprefabricados.com/>

[3] I+D+i. Website ANDECE <http://www.andece.org/index.php/idi-2>.

[4] Artículos técnicos. Website ANDECE <http://www.andece.org/index.php/biblioteca-andece-2/articulos-tecnicos>.

# MÉTODO MECÁNICO PARA LA COMPACTACIÓN DEL CONCRETO

## La vibración (Parte I)

### Eduardo de J. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

Su correo electrónico es: evidaud@mail.imcyc.com

### Ingrid N. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Doctorado en Ciencias.

Su correo electrónico es: ingrid@fco.uo.edu.cu

**E**l propósito fundamental de la compactación del concreto es reducir al mínimo los perjudiciales vacíos u oquedades ocupados por aire, que normalmente quedan en la mezcla fresca recién colocada. Esto se logra compactando el material, con lo que se alcanzará una mezcla con una mayor densidad relativa, lo que propiciará una mayor resistencia (Fig. 1) y durabilidad en la estructura.

En general, compactar el material implica someter a las partículas sólidas a un movimiento que permita la ascensión del aire hasta su eliminación por la superficie superior del elemento compactado, sin que se produzca segregación.

Varios son los métodos que se utilizan en la actualidad con este fin; clasificándose en métodos manuales y mecánicos. Por lo que la selección del método más apropiado depende de varios factores como las características de la mezcla fresca, las condiciones del vertido, la complejidad de la estructura y de la cimbra, la cantidad de refuerzo, y por supuesto, el grado en que se desee remover el aire atrapado.

Dos de los métodos manuales tradicionales son con fija o picado de barra y con pisón; mientras que entre los métodos mecánicos pueden citarse: la mesa de vibración, el pisón mecanizado y la vibración (Fig. 2). Jiménez Montoya refiere en su obra a los métodos especiales de compactación, entre los que describe al centrifugado, la inyección y la compactación por vacío.

El principal agente que se opone a la compactación es la fricción<sup>(1)</sup>; fenómeno que puede presentarse en el concreto entre las partículas que lo componen, entre él mismo y el acero de refuerzo; así como entre el concreto y la cimbra, o entre el concreto y cualquier dispositivo embebido, como pueden ser las tuberías.

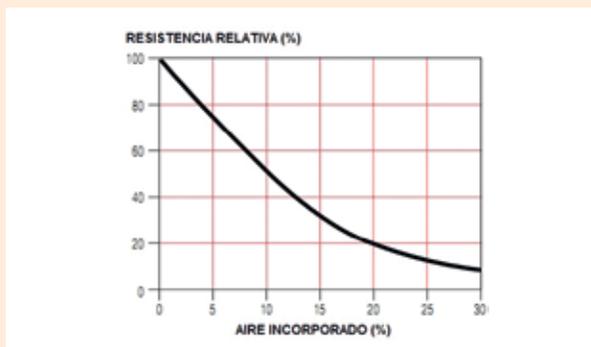


Figura 1

Figura 2



Gráfico que muestra la pérdida de resistencia como resultado de una compactación deficiente.



Fuente: Adaptado de Cement Concrete & Aggregates Australia, 2006.

Compactación del concreto con vibrador de inmersión.



Fuente: <http://akpinarbeton.com/en/ready-mixed-concrete/concrete-dumping-technique/vibrators-vibration/>

<sup>(1)</sup> La fricción no es más que la fuerza resistente que actúa sobre un cuerpo e impide o retarda su movimiento respecto a otro cuerpo o a una superficie de contacto. Es una fuerza que actúa siempre tangencialmente a la superficie en los puntos de contacto, y su sentido se opone al movimiento posible o existente del cuerpo. La fricción o rozamiento entre dos superficies se mide por el coeficiente de fricción, que es el cociente entre la fuerza necesaria para mover dos superficies en contacto mutuo y la fuerza que presiona una superficie contra otra.

Tomado de: Hibbeler R. C. (1993).

Un elemento muy importante a considerar al elegir un determinado método de compactación es la trabajabilidad de la mezcla; propiedad del concreto plástico que determina la facilidad con que esta puede ser mezclada, transportada, vertida, compactada y terminada su superficie, sin perder su homogeneidad.

Por la importancia que tiene en la compactación, es necesario entender que la trabajabilidad es función directa de las propiedades reológicas de la mezcla fresca de concreto. Es decir: estabilidad, compactibilidad y movilidad, que respectivamente se manifiestan por el grado de segregación, el grado de densidad relativa obtenida y por la consistencia de la mezcla.

Para que el método de compactación elegido pueda garantizar una densidad relativa, la mezcla de concreto entonces debe ser lo suficientemente trabajable<sup>(2)</sup>. Muchos autores han definido que una fluidez excesiva en una buena mezcla, resulta en general indeseable; pues se incrementa su costo y si se obtiene como resultado de un incremento excesivo del agua de mezclado, la mezcla será inestable, se segregará durante la compactación y disminuirá la calidad del concreto endurecido.

En general, se recomienda que los métodos manuales de compactación sean aplicables a elementos pequeños y preferiblemente no estructurales. De los métodos mecánicos de compactación del concreto, la vibración resulta ser el más ampliamente utilizado; de sus principios, ventajas y limitaciones tratará este escrito.

El método de compactación por vibración se realiza por medio de equipos especialmente diseñados al efecto y consiste en someter a la mezcla fresca de concreto (una vez colocada en la cimbra) a impulsos vibratorios rápidos de 90 Hz de frecuencia o mayores, los que inciden en la mezcla reduciendo bruscamente la fricción interna entre las partículas de agregados. Bajo la acción de estos impulsos, el concreto fresco fluye como un líquido espeso y se extiende dentro de los moldes, mientras el exceso de aire escapa rápidamente a la superficie en forma de burbujas. Es bajo este efecto que el concreto se asienta

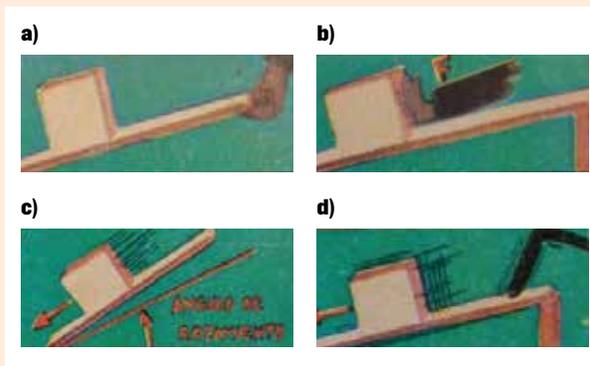
<sup>(2)</sup> Es necesario considerar la trabajabilidad de la mezcla en el interior de la cimbra; pues este es el parámetro que determina sobre los métodos de compactación. Se debe esta precisión a que esta trabajabilidad puede ser sensiblemente menor que la medida en la mezcladora; debido a las ineludibles pérdidas que sufre la mezcla durante el transporte y vertido, ya sea por la temperatura u otras condicionantes ambientales, por demoras, falso fraguado, u otras causas.

Tomado de: Howland, J. J. (2010).



Figura 3

Ejemplo del cubo de piedra sobre la tabla inclinada.



Fuente: L'Hermite, 1969.

Figura 4



Efecto de la vibración en el cubo de piedra.

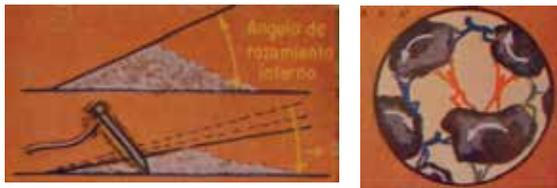


Fuente: L'Hermite, 1969.



Figura 5

Disminución del rozamiento interno en presencia de la vibración.



a) Reducción del rozamiento

b) Expansiones

Fuente: L'Hermite, 1969.

con facilidad, bajo la acción de la gravedad. Una vez que cesa la vibración se restablece la fricción interna entre las partículas de la mezcla.

Para entender físicamente el método, L'Hermite expuso en su libro "A pie de Obra" el ejemplo del cubo de piedra sobre la tabla inclinada (Fig. 3a).

Tal y como se muestra en el ejemplo, para hacer deslizar el cubo serían necesarias una de dos condiciones: empujarle con una fuerza  $F$  (Fig. 3b), o aumentar la inclinación de la tabla; de manera que el ángulo de inclinación con la

horizontal supere el valor del rozamiento entre la piedra y la tabla (Fig. 3c). Sin embargo, volviendo a la posición inicial, podría igualmente deslizarse el cubo (sin llegar a las condiciones anteriores) si se aplican pequeños golpes en la tabla (Fig. 3d) que hagan que el cubo se impulse y pueda llegar a deslizarse; sin necesidad de empujarle, incluso con una muy pequeña inclinación en la tabla. Este comportamiento precisamente explica el principio fundamental de la compactación por vibrado, que radica entonces en que la vibración anula el rozamiento.

Volviendo al ejemplo, la piedra es lanzada hacia arriba por el efecto de la vibración y durante intervalos muy cortos de tiempo, no está en contacto con la tabla; cayendo por su propio peso y en la dirección de la gravedad. El movimiento del bloque se produce entonces gracias a esta serie de pequeños saltos; los que L'Hermite relaciona con el trazo que describe la rana de la Figura 4, en su trayecto a la charca.

Si los cubos se presentan con diferentes densidades, tendrán diferente deslizamiento. Los más ligeros deslizan; mientras que los más pesados quedan quietos. El efecto del vibrador equivale a un empuje hacia arriba que reduce las fuerzas de contacto y se presenta como una fuerza expansiva que tiende a separar las superficies en contacto. Para permitir el movimiento sin rozamiento será necesario aplicar una energía vibratoria tal que la expansión supere la presión.

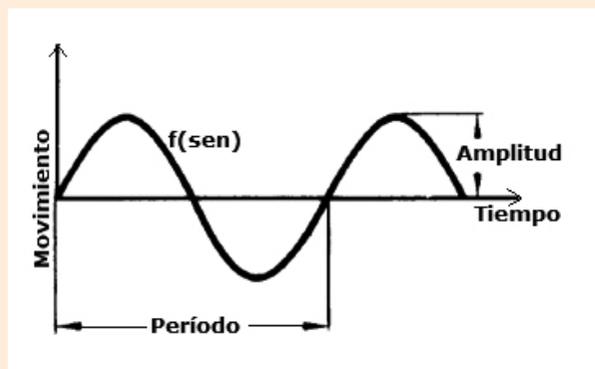
En el concreto sucede de forma similar. El efecto de la vibración es la reducción o anulación del rozamiento interno (Fig. 5a), cuyas fuerzas se desarrollan principalmente entre las múltiples superficies de contacto de los agregados.



Figura 6

24

Movimiento sinusoidal vibracional.

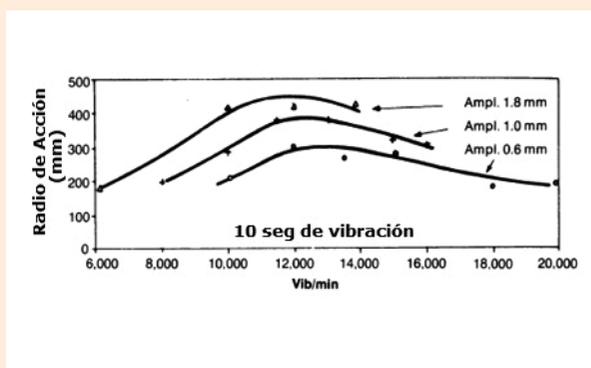


Fuente: CCANZ, 2005.

Figura 7a



Ejemplo del cubo de piedra sobre la tabla inclinada.

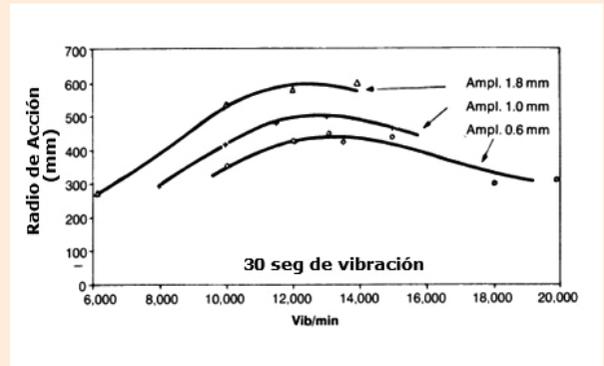


Fuente: L'Hermite, 1969.



Figura 7b

Relación entre la Amplitud de Vibración y el Radio de Acción de esta en el concreto vibrado (10 segundos de vibrado).



Fuente: CCANZ, 2005.

La resultante de estas fuerzas de rozamiento es un coeficiente global de rozamiento interno.

Las partículas vibran y se presionan unas a otras, cuya resultante es una presión que se traduce en expansiones actuando en todas direcciones (Fig. 5b); oponiéndose a la presión exterior, peso propio y cohesión para mantener los granos separados por cortos intervalos de tiempo en que suelen girar, desplazarse y apretarse. En otras palabras, el vibrador crea una presión capaz de separar las partículas de agregados; reduciendo la fricción entre ellas.

En general, el mecanismo de acción de la vibración radica, en que el equipo que se utiliza en la compactación del concreto desarrolla sus vibraciones en forma de rotación excéntrica; esta es la razón por la que las vibraciones se generan en un flujo constante de ciclos que viaja a través del concreto, y se transmiten dentro y a través del medio en contacto con el vibrador, induciendo su energía a las partículas que componen la mezcla. Los componentes del ciclo de vibración son la amplitud, la frecuencia y la aceleración; estos términos se utilizan para describir las características de rendimiento de un determinado equipo de vibración.

La amplitud (D) es el desplazamiento máximo de un punto, salido del reposo, durante un ciclo de vibración. La mayoría de los vibradores de concreto operan con una amplitud oscilante entre 0.5 mm y 2.0 mm. La Frecuencia (f) se describe generalmente por el número de vibraciones por unidad de tiempo; 1 Hertz (Hz) = 1 vibración por segundo, o 60 vibraciones por minuto. El desplazamiento en cualquier instante (t), durante una oscilación de onda sinusoidal simple, estará dado entonces por la Expresión 1:

$$X = D \cdot \text{sen} [2\pi \cdot f \cdot (t)] \quad (1)$$

Del mismo modo, la aceleración (A) en cualquier instante del ciclo se podrá determinar según la Expresión 2:

$$A = A_{\text{MAX}} \cdot \text{sen} [2\pi \cdot f \cdot (t)] \quad (2)$$

En donde la aceleración máxima ( $A_{\text{MAX}}$ ) puede ser estimada según la Expresión 3. En la Figura 6 se ilustra la terminología definida.

$$A_{\text{MAX}} = 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot D \quad (\text{m/seg}^2) \quad (3)$$

En Suecia, la organización Dynapac llevó a cabo estudios encaminados a correlacionar la amplitud de las vibraciones internas con las frecuencias, durante el proceso de vibración del concreto. Los estudios concluyeron que existe una combinación óptima de las condiciones de vibración en la respuesta de la mezcla vibrada (Fig. 7a y 7b).

En la segunda parte de este escrito se continuará haciendo referencia al proceso de vibrado y sus principales ventajas; también se clasificarán los equipos vibradores, evidenciando sus características más universales. **C**

#### REFERENCIAS:

- Cement, Concrete & Aggregates Australia, "Compaction of Concrete", June 2006.
- Cement & Concrete Association of New Zealand (CCANZ), "IB 46: Vibration of Concrete", March 2005.
- Hibbeler R. C., "Mecánica para Ingenieros. Estática", Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V., Sexta Edición, México, 1993.
- Howland Albear J. J., "Tecnología del Hormigón", Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 2010.
- Jiménez Montoya P., García Meseguer Á., Morán Cabré F., "Hormigón Armado", 14ª Edición basada en la EHE, España, 2000.
- L'Hermite R., "A pie de obra", Editorial TECNOS, Madrid, 1969.



# Prefabricados como solución ante los desastres naturales

**El aumento en cantidad e intensidad de afectaciones por fenómenos naturales en nuestro país es evidente, por ello que la ingeniería mexicana debe implementar y desarrollar sistemas combinados para responder de manera eficiente ante las emergencias.**

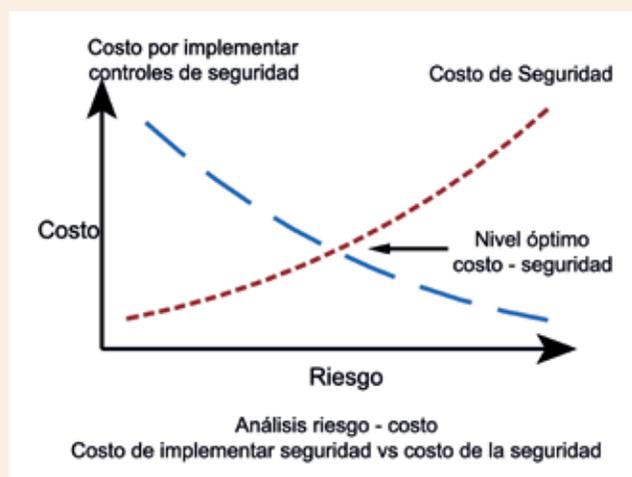
**E**l diseño de obras de ingeniería debe considerar combinaciones de acciones desfavorables que puedan presentarse durante su vida útil y no rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.

Fenómenos naturales (sismos, incendios, vientos, inundaciones) son considerados en el diseño a razón de un periodo de retorno determinado y zonificación para dar la seguridad necesaria a la estructura. En la normatividad se establecen los factores para esas combinaciones, que buscan un punto de equilibrio entre costo y seguridad.

En la actualidad hay dos aspectos que hacen que las pérdidas humanas y económicas por desastres estén aumentando:

1. El lugar en donde se construye y cómo se construye, dónde vive la gente y el valor de las infraestructuras expuestas a estos fenómenos.
2. La intensidad de los fenómenos naturales están siendo mayores a las calculadas en los periodos de retorno de diseño.

**Fig. 1:**  
Equilibrio entre costo y seguridad.



## RESILIENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN

La "sustentabilidad" en la construcción ha sido un término de tendencia reciente en el país, pero a nivel internacional cobra cada vez más fuerza el concepto de "resiliencia". La sustentabilidad y la resiliencia en realidad son conceptos complementarios, en los que la primera se refiere a una recuperación en menos tiempo de una crisis reciente, mientras que la segunda

describe un equilibrio a largo plazo entre el consumo y los recursos.

Hablemos de una comunidad con visión de construcción resiliente se entiende que puede recobrar servicios de una manera más rápida. En la figura 2 vemos ejemplificadas dos situaciones de desastre o afectación en dos comunidades distintas, en donde la comunidad con mayor resiliencia incurre en algunas pérdidas (zona Azul) pero evita pérdidas adicionales (zona roja) porque ha tomado medidas informadas (previsión de amenazas, planes de respuesta a desastres, así como fondos y estrategias de recuperación) para minimizar el impacto de la perturbación.

Las comunidades pueden visualizar la oportunidad de recuperarse no solo para regresar al estado anterior de la crisis (línea B), si no para lograr niveles de servicio superiores a los precedentes (línea A).

Los esfuerzos de mitigación de afectaciones con construcción resiliente incluyen:

- Decisiones sobre el uso del suelo y la aplicación de la normativa de construcción;
- Construcción de infraestructura resistente;
- Respuesta mejor organizada por parte de organismos gubernamentales para la reparación o reconstrucción de infraestructura.

Tras la crisis la nueva construcción se verá beneficiada por los sistemas de concreto prefabricados ya que son la opción indicada para que las dependencias gubernamentales puedan restablecer los servicios de las estructuras en menor tiempo. El concreto prefabricado tiene antecedentes de garantizar los atributos de resiliencia como lo son: sustentabilidad, economía, seguridad, durabilidad, reciclabilidad y resistencia de los materiales.

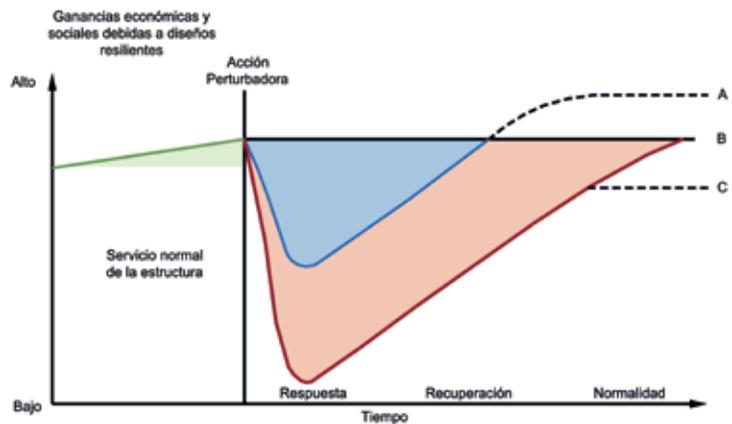
## FAST-TRACK

El modelo de construcción con el sistema "fast-track" refiere a lograr mediante una gestión organizada y calculada la superposición de actividades específicamente las concernientes a ingeniería de proyecto y a la ejecución de la obra. Con ello se logra disminuir en términos absolutos tiempos y costos, restableciendo los servicios de manera acelerada.

La tarea primaria en el fast-track consiste en identificar las interdependencias de las actividades generándose un diagrama temporal para determinar posteriormente la ruta crítica con sus ramales de atención secundaria. En el caso de la prefabricación, a partir de un anteproyecto se pueden iniciar los preparativos en la obra para que una vez emitidos los planos definitivos se inicie a la brevedad la prefabricación de los elementos. Por ejemplo, en la autopista Cuernavaca – Acapulco las precipitaciones ocasionaron deslizamiento de tierras (aludes) en la zona de portales de entrada y salida de los túneles "Agua de Obispo" ubicados en el km 300, obstruyendo el paso vehicular en esta vía tan importante.

Mientras se realizaban los trabajos de retiro del material, la dependencia correspondiente analizó las opciones para poder restablecer los servicios y disminuir el riesgo de obstrucción ante un evento similar, optando por prolongar los portales de entrada y salida de ambos cuerpos.

**Fig. 2:** Ejemplo de situaciones de desastre.





Determinar la altura de relleno sobre la clave y la altura de caídos se encontraba en la ruta crítica. Sin embargo mientras se realizaban los estudios para ello, se iniciaron las adecuaciones a la planta de prefabricados, se ajustaba la dosificación del concreto, instalaba cimbra, comenzaba el suministro de acero de refuerzo (con cantidades estimadas a partir del pre diseño y experiencias previas). Esto permitió que al día siguiente de haber obtenido el cálculo y la cuantificación de acero de refuerzo, se comenzara el colado de las piezas prefabricadas (dovelas y cimentaciones), las cuales fueron montadas inmediatamente después de concluido el retiro del material. Por ende el emplear Fast-Track en esta obra fue indiscutiblemente factor de su éxito.

### JUST IN TIME

Mediante el manejo y administración de los recursos de manera apropiada al programar y prever ciertas situaciones se logra disminuir de manera importante tiempos de ejecución. Es obvio pensar que al no llegar un recurso a tiempo a una obra no se puede avanzar en determinada actividad y si ésta se encuentra en la ruta crítica la demora en ese recurso se traduce en retraso de la obra, por ejemplo acero de refuerzo.

Caso contrario, imaginemos un tramo carretero al cual llega más mezcla asfáltica de la que se tiene capacidad de tender, la espera y el regreso del material representan una pérdida económica además que el transportar de nuevo todo el insumo se traducirá en demoras en el programa. Para el caso del "Puente Coyuca", carretera Acapulco-Zihuatanejo, la estructura sufrió severos daños por socavación y hundimientos en subestructura, por lo que se optó por construir un nuevo puente con mejores capacidades para resistir embates similares a futuro.

Por el peso y dimensiones de las nuevas traveses se decidió habilitar un patio de prefabricados cercano al puente en lugar de transportarlas desde una planta fija. Además de tener una gestión "Fast-Track", el prefabricado de las traveses tenía que lograrse de manera sincronizada con los trabajos de la subestructura para poder montar cada pieza sin la necesidad de almacenarla, con lo cual se evitaron movimientos innecesarios (carga-traslado-almacenamiento) para los cuales se hubiera requerido más espacio de almacenamiento mismo que estaba limitado, grúas, transportes y lo más importante reducción de riesgos. La optimización en la programación entonces permitió que los tiempos de ejecución disminuyeran drásticamente.

### CONCLUSIÓN

La capacidad de recuperación (resiliencia) de una crisis en la infraestructura y vivienda resulta fundamental ante un desastre derivado de algún fenómeno natural. Los sistemas constructivos basados en estructuras prefabricadas de concreto en combinación con sistemas de gestión como el "Fast-track" y el suministro de recursos justo a tiempo se consolida como la solución de respuesta pronta difícil de superar. **C**





Colegio de  
Ingenieros Civiles  
de México, A.C.

## Los grandes proyectos se construyen en equipo

Si ejerces la profesión, eres pasante o estudiante,  
esta es la gran oportunidad de afiliarte a la  
organización gremial más reconocida del país.

Somos el puente de comunicación entre los  
distintos sectores vinculados con la Ingeniería Civil



Informes: [a.membresia@cicm.org.mx](mailto:a.membresia@cicm.org.mx)

5606-23-23   5606-2923   5606 4798  
5606 2673 ext. 104

SÍGUENOS EN TWITTER @CICMOFICIAL 

Y EN FACEBOOK CICM COMUNIDAD VIRTUAL 

VISÍTANOS EN  
[www.cicm.org.mx](http://www.cicm.org.mx)



Isaura González Gottdiener

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

 [@Cement\\_concrete](https://twitter.com/Cement_concrete)

Fotografías: Cortesía LBR Arquitectos



KÍNDER MONTE SINAÍ:

# Prefabricados para un entorno lúdico

**MEDALLA DE PLATA** en la categoría Educación de la XIII Bienal de Arquitectura Mexicana, esta obra también fue reconocida con el Primer Lugar del PCI Design Award en 2014, que cada año otorga el Precast/Prestressed Concrete Institute.

A

lo largo de su vida, el Colegio hebreo Monte Sinaí ha crecido gradualmente. Fundado en 1942, en un inmueble de la colonia Roma, en los años 60 se mudó a un nuevo plantel cuyo plan maestro y primeros edificios fueron diseñados por el arquitecto Abraham Zabludowsky. Años después, el arquitecto Benjamín Romano, ex alumno de esta institución educativa, continuó con los proyectos de otros edificios, de los cuáles, el kínder es el más reciente.

En entrevista para *Construcción y Tecnología en Concreto*, Benjamín Romano, director General de LBR Arquitectos dice que, como el colegio ya no tenía espacio para crecer, la solución fue desarrollar el proyecto del kínder arriba del paradero de autos y camiones. Para generar la superficie de desplante, el paradero fue cubierto con una losa de concreto de grandes claros apoyada sobre muros de concreto desplantados sobre zapatas corridas.

Conforme a:

| ASTM C39 – AASHTO T22 |

# Nuevas prensas automáticas AUTOMAX y PILOT El poder de la innovación

**CVI TECH**

CUSTOMER'S VALUE  
DRIVES THE INNOVATION



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

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

# ADVANTEST

**Un sistema  
servo-hidráulico  
multifunción para  
ensayos bajo**

**CONTROL  
DE CARGA**

**CONTROL DE  
DESPLAZAMIENTO Y  
DEFORMACIÓN**

Conforme con normas y métodos:  
ASTM, AASHTO, EN, EFNARC, NMX



- ▶ Control en lazo cerrado de alta sensibilidad
- ▶ Control automático de hasta 4 bastidores
- ▶ Control integral vía PC
- ▶ Rapido set up a través del módulo software de calibración

## VARIAS CONFIGURACIONES

### CONCRETOS, BLOQUES Y MORTEROS



### CONCRETO LANZADO Y REFORZADO CON FIBRAS



### ROCAS: PRUEBAS UNIAXIALES Y TRIAXIALES





La estructura del edificio es una armadura vierendeel, conformada por ejes estructurales ortogonales, que trabaja como una gran trabe, lo cual facilitó librar grandes claros y diseñar los espacios a partir del módulo de la estructura. Las aulas están colocadas a lo largo de la armadura de manera aleatoria, como si fuesen los cubos de un juego de niños. Los volúmenes

sobresalen de los marcos estructurales y están cargados por postes metálicos que trabajan como tensores de forma diagonal.

12 de los 18 volúmenes que albergan el programa arquitectónico, están recubiertos por precolados de cemento aligerados con fibra de vidrio (GRFC por sus siglas en inglés) y 6 con cristal laminado con serigrafía al 50% para disminuir la incidencia solar. Benjamín Romano explica que las pedagogas les recomendaron que las aulas quedaran contenidas dentro de espacios sólidos con poco contacto visual hacia el exterior, y con iluminación y ventilación natural.

“Al hacer el análisis y meternos en el espacio del niño, entendimos que si ellos ven hacia afuera se angustian porque empiezan a buscar a su mamá. Fue entonces que optamos por hacer volúmenes sólidos con pequeñas aberturas redondas inspiradas en las ventanas diseñadas por Frank Lloyd Wright en la Galería Xanadu de San Francisco” dice el arquitecto Romano y agrega que estas aberturas, además de iluminar naturalmente los espacios, propician la ventilación cruzada, la cual es fundamental para evitar la concentración de olores. Cabe recordar que la edad de los pequeños va de los 2 a los 6 años, que es la etapa en la que aprenden a controlar sus esfínteres.





### ACABADOS DIVERTIDOS Y FUNCIONALES

Los precolados GRFC fueron la opción ideal para forrar los volúmenes sólidos debido a que su sencillo montaje optimiza el tiempo de construcción y minimiza el espacio de trabajo en la obra. Además, funcionan como aislante térmico y mantienen una temperatura confortable al interior. La libertad de diseño que ofrece este tipo de precolados permitió integrar los goteros, pretilas y ventanas en la modulación. Esto reduce la decoloración, los escurrimientos y el constante mantenimiento en el largo plazo y asegura la misma calidad y durabilidad de los materiales.

En el caso de los cubos que albergan a la dirección, la biblioteca, el gimnasio, un laboratorio, el salón de música, la enfermería, las aulas de inglés y de hebreo, y los baños públicos, el equipo de LBR Arquitectos decidió recubrirlos con vidrios de distintos colores para que los niños puedan identificar las distintas actividades con facilidad. El cristal es serigrafiado, con el toque color hacia el exterior.

Benjamín Romano destaca que todos los espacios del kínder Monte Sinaí fueron diseñados a la escala y confort de los niños, para promover la educación y la creatividad. "Las alturas son chaparritas y el mobiliario está a su escala. Esto ha sido muy apreciado por ellos, por las educadoras y por los padres de familia".

Al interior de las aulas, los plafones son paneles acústicos diseñados para la instalación integral de la iluminación. Los muros divisorios interiores, también acústicos, son paneles de yeso. Todo el mobiliario de madera fue diseñado a la escala de los niños y las columnas metálicas y los pisos están recubiertos de un tipo hule-espuma para cuidar su seguridad de durante las diversas actividades que realizan.

Otro punto a destacar de este proyecto es que todos los cubos cuentan con acogedores patios interiores, mientras que en el conjunto hay espacios abiertos de mayor escala como la plaza y el jardín cuya vegetación y arbolado generan agradables vistas.

El material compuesto denominado Glass Fibre Reinforced Concrete (GFRC), fue creado en los años setenta en Europa, como resultado de una investigación que buscaba superar los problemas de los antiguos fibrocementos. Sus aplicaciones encontraron terreno abonado en el mundo de la creatividad arquitectónica dada su facilidad de manufacturar de manera versátil, elementos premoldeados con mínimo espesor y aspecto pétreo. Habiéndose extendido su uso con gran rapidez en toda Europa, recibió un gran impulso en los Estados Unidos hace ya 25 años, cuando empezó a usarse la tecnología de conectar la placa premoldeada en GRC, con una estructura metálica ligera preconfeccionada para este propósito: la llamada skin+stud frame. Dado que las fibras de vidrio convencionales, tales como las que refuerzan resinas, no tienen durabilidad en el medio altamente alcalino del cemento, es preciso emplear las que se solucionaron para conseguir dicha resistencia, incorporando zirconio al vidrio fundido, en proporción mínima del 15%.

### COLOFÓN

La solución arquitectónica del kínder Monte Sinaí optimizó el funcionamiento del área de ascenso y descenso del paradero de autos y autobuses del colegio, facilitó la ampliación y favoreció las vistas, iluminación y ventilación.

Uno de los principales retos de esta obra, es que se ejecutó durante el periodo lectivo, por lo que la organización, limpieza y seguridad fueron fundamentales para interferir lo menos posible en las actividades de la escuela. Todo se planeó tomando en cuenta los horarios de las clases para evitar riesgos.

Para Benjamín Romano, una de las mayores satisfacciones que le ha dado esta obra es saber que la matrícula del kínder aumentó en un año más del 200 por ciento. "Nos sentimos muy orgullosos" finaliza nuestro entrevistado, cuya práctica profesional fue reconocida el año pasado con el Premio Augusto H. Álvarez, en la XIII Bienal de Arquitectura Mexicana organizada por la Federación de Colegios de Arquitectos de la República Mexicana. **C**

• Fragmento del artículo "Tecnología y aplicaciones del concreto reforzado con fibra de vidrio", publicado en Construcción y Tecnología: <http://www.imcyc.com/ct2008/ene08/tecnologia.htm>

**EL INGENIERO** Modesto C. Rolland, originario de La Paz, Baja California, llegó a la Ciudad de México en 1901.

Armado con la herramienta de maestro de Instrucción Primaria del Colegio Rosales de Culiacán y para desarrollar sus conocimientos y talento decidió estudiar la carrera de Ingeniería Civil que realizó de 1903 a 1905.

Texto y fotografía: Ing. Jorge M. Rolland C.



## INGENIERO MODESTO C. ROLLAND

# Pionero del uso de prefabricado de cemento armado en México

36

**A**l término de sus estudios en la Escuela Nacional de Ingenieros, tuvo un especial interés sobre el *cemento armado*, al recibir las primeras noticias sobre este novedoso material de construcción en las clases que tomó con su maestro de Procedimientos de Construc-

ción, el ingeniero Antonio Anza, quien tenía nociones básicas sobre el uso y aplicación del concreto armado.

Las amplias posibilidades que ofrecía la aplicación del concreto armado lo impulsaron en los primeros años de su carrera profesional a dedicarse apasionadamente a estudiar su cálculo, pro-

ducción y colocación. De ahí realizó con su amigo de toda la vida, el ingeniero Edmundo Cardineault, innumerables pruebas y experimentos con cemento para producir concreto y comprender a profundidad el comportamiento de este revolucionario material para su adecuada y precisa aplicación en la construcción.

Efectuar este estudio era obligado, pues a principios del siglo XX el cemento no se fabricaba en México y el poco que se importaba se empleaba para fabricar mosaicos y piedras artificiales.

De inmediato lo empleó en la construcción de innumerables casas y edificios en la Ciudad de México. Entre sus obras realizadas durante la época del Pofiriato, destacó una que contaba con un claro espectacular de 22 metros, la cual estaba ubicada en Paseo de la Reforma No. 96, justo antes de la glorieta de Colón, donde estuvo durante varios años el restaurante Shirley's. También es digno de recordar el acueducto Xochimilco-México, que construyó junto con el ingeniero Manuel Marroquín y Rivera de 1906 a 1908, el cual dotó de agua a la ciudad.

Una publicación de 1962 de la Cámara Nacional del Cemento destaca al ingeniero Modesto C. Rolland como uno de los cuatro eminentes ingenieros impulsores de la introducción del uso del concreto armado en México, siendo los otros tres Manuel Marroquín y Rivera, Miguel Rebolledo y Ángel Ortiz Monasterio.

En agosto de 1909 gestionó y le fue autorizado por la Escuela de Ingenieros y la Secretaría de Instrucción Pública impartir lo que fue la primera clase de Concreto Armado en el país, llamada *Academias Libres de Cemento Armado\**, pues se le señaló en la autorización



que deberían ser gratuitas. En apoyo de ese curso publicó el primer manual de cálculo de *cemento armado\** en 1910. El diario El Imparcial publicó la noticia:

"En agosto del año en curso se dirigió el ingeniero Modesto C. Rolland a la Dirección de la Escuela Nacional de Ingenieros, ofreciendo dar en ella unas academias sobre concreto armado y solicitando el uso del laboratorio de

la clase de procedimientos de construcción para los experimentos respectivos. La Dirección en vista de los progresos realizados durante los últimos años en las construcciones de concreto armado ha seguido con interés el desenvolvimiento de este sistema de construcción, por lo que acogió con beneplácito la idea que juzga de grandísima utilidad para extender los estudios teóricos

y experimentos de laboratorio sobre el concreto reforzado.

En vista de lo expuesto, la Secretaría de Instrucción Pública aprobó que el señor ingeniero Rolland dé en la Escuela Nacional de Ingenieros conferencias libres y gratuitas sobre concreto armado y ha ordenado que se le proporcione todas las facilidades posibles y se formulará un programa y un horario de las conferencias para los estudios experimentales con el objeto de hacerlo conocer a los alumnos de la Escuela y a los Ingenieros que tengan interés en presenciar los experimentos y asistir a las academias libres".

Su papel como el principal impulsor del uso del *cemento armado\** en México se hace más meritorio y relevante si



apreciamos su empeño por difundir su conocimiento y uso entre los nuevos ingenieros civiles mexicanos, procurando el progreso de esta profesión en el país.

En 1912, durante el gobierno de Francisco I. Madero, fue nombrado por el Subsecretario de Obras Públicas, el ingeniero Manuel Urquidí, como Director de una Comisión para Difundir el Uso del Concreto Armado en México. En esas fechas publicó varios libros para cálculo y diseño de concreto armado.

Advirtiendo las enormes ventajas y la economía que ofrecían los productos prefabricados con concreto armado, dio curso a su capacidad creativa experimentando, fabricando y comercializando numerosos productos con



## Datos de interés

- La novedad de este proyecto es que el ruedo está 20 m abajo del nivel del terreno y la parte alta está 20 m sobre el nivel de la calle; por eso se logró duplicar a las plazas más grandes del mundo.
- La plaza cuenta con una gradería de 36 metros de altura, un ruedo de 44 metros de diámetro y una altura total de 44 metros, con una capacidad de más de 50,000 espectadores.
- Se inauguró el 5 de febrero de 1946.
- La apertura se logró sólo después de que por la incredulidad y el escepticismo de las autoridades se obligó a los constructores en Enero de 1946, a una prueba de carga de toda la plaza. Para ello mil trabajadores colocaron 120,000 sacos de arena de 50 kg cubriendo todos los asientos del coloso, o sea dos veces y medio el peso de la plaza llena de espectadores, la tribuna cargada permaneció así durante 10 días.
- Para el colado de la obra la tribuna superior de la Plaza de Toros se emplearon 1,500 toneladas de cemento y 6,000 metros cúbicos de grava, para producir aproximadamente 9,000 metros cúbicos de concreto.
- Debido al gran volumen de concreto utilizado para la construcción de la plaza y el Estadio, fue necesario instalar una enorme estación de mezclado, la cual se equipó con cuatro de las más grandes revolvedoras existentes en el país; con ella se produjeron tanto para la plaza como para el estadio un total de aprox. 50,000 metros cúbicos (100,000 ton) de concreto para los cimientos, taludes, prefabricados, estructuras y tribunas superiores.
- En solo 180 días se realizaron los trabajos de cimentación, cimbrado, colado de concreto de taludes, superestructuras y graderías superiores, pre colado y ensamblado de los asientos.

este material; inclusive decidió patentar varios de sus productos de concreto. En esos años registró 11 patentes, de las cuales 8 eran de prefabricación de piezas hechas con concreto armado; en enero de 1913 de tinacos, en enero de 1914 de un sistema con bloques prefabricados y en 1919 de ladrillos celulares.

En 1916, mientras que por encargo del gobernador General Salvador Alvarado creaba el Catastro Rural para apoyar el reparto agrario en Yucatán, construyó el primer muelle de concreto en el Puerto de Progreso, para recibir barcos petroleros.

A la par de sus obligaciones en la administración pública, entre éstas ser promotor del constitucionalismo en Estados Unidos desde 1914 a 1918 y presidente de la Comisión Nacional Agraria en 1921 a 1922, el ingeniero Rolland continuó siendo maestro e ingeniero civil dedicado a promover el uso del concreto armado, por lo que en 1922 publicó un nuevo libro técnico sobre Cimientos, pisos y techos de *cemento armado*\*.

En 1925, a solicitud de su amigo el gobernador General Jara construyó el Estadio "Heriberto Jara" en la ciudad de Jalapa, Veracruz. Después de realizar el proyecto y los cálculos necesarios, el 25 de junio de 1925 inició la obra. Los trabajos de construcción se realizaron en tan sólo 2 meses y 16 días, pues la obra se concluyó el 14 de septiembre, ante el estupor de los especialistas de todo el país,

por el alarde de ingeniería que representaba el techo volado de más de 3,000 metros cuadrados de superficie, que cubre majestuosamente la mitad del graderío. El colado de este volado lo realizó monolítico, pues cimbró primero todo el volado para efectuar su colado en forma continua hasta su conclusión, siendo el volado una sola y enorme pieza. Esta magna obra fue el primer techo volado de concreto de grandes dimensiones construido en el país.

Siempre interesado en los prefabricados de concreto, montó y operó durante años una planta para producir tabicones huecos y otros productos prefabricados de concreto; para ampliar las instalaciones en 1926 obtuvo un crédito del Banco de Londres y México.

A partir de 1930 fue nombrado titular de la Dirección de Vías Férreas, donde promovió e inició la construcción del Ferrocarril del Sureste. Durante la Presidencia del General Lázaro Cárdenas fue Subsecretario de Comunicaciones y Economía de 1936 a 1939 y más tarde Subsecretario de Economía de 1939 a 1940.

## CONSTRUCCIÓN DE LA MONUMENTAL PLAZA DE TOROS MÉXICO

La Plaza de Toros México es resultado del sueño del Lic. Neguib Simón yucateco de origen Libanes, quien compro

en 1939 terrenos al sur de la Ciudad de México que eran parte del antiguo Rancho de San Carlos, para desarrollos inmobiliarios, pero los terrenos que eran de las ladrilleras "La Guadalupeana" cuyos enormes hoyos serían destinados para crear la Ciudad de los Deportes. La primera noticia se conoció el 12 de Octubre de 1941.

El magno proyecto soñado por el Lic. Neguib Simón de la Ciudad de los Deportes incluiría: además de una plaza de toros para 45,000 espectadores, un estadio deportivo

**FACHADAS**  
SISTEMAS PARA FACHADAS PREFABRICADAS  
Slenderwall - Sólidos  
Aislados - Nervurados

**PAISAJISMO**  
PISOS ARQUITECTONICOS  
MOBILIARIO URBANO

**PREFABRICADOS ESPECIALES**  
PRELOSA  
ESCALERAS  
BARDAS  
CELOSIAS  
Y MAS

**OPTICRETOS**  
Prefabricados Arquitectónicos  
info@opticretos.com | T. (81) 1769 1198 Y 99  
www.opticretos.com | Facebook: Opticretos

para 60,000 aficionados, cines, frontón para 7,000 espectadores, frontones al aire libre, canchas de tenis, boliches, restaurantes, alberca olímpica, otra alberca grande con playa con mecanismos para simular olas, una arena para box y lucha libre para 14,000 asistentes La Plaza de Toros México

En 1944 el Ing. Modesto Rolland fue contratado por el empresario yucateco para proyectar y construir la Plaza de Toros México y el Estadio Olímpico de la Ciudad de los Deportes. Inició los trabajos en diciembre de 1944, con la afinación de los taludes de lo que sería la gradería de la plaza, los costados de las rampas de acceso a los corrales, los espacios requeridos para el encierro y manejo de los toros y los taludes de las colindancias con las calles externas, las cuales recibirían su recubrimiento de concreto.

La monumental obra de concreto se inició en junio de



1945, cuando se trabajó en forma muy intensa con un verdadero ejército de trabajadores, que llegó a sumar 10,000 obreros de todas las especialidades. Los trabajos se concluyeron en sólo 6 meses, ante el asombro de los técnicos y de la opinión pública.

Para el cimbrado de la parte alta de la plaza se contrataron 3,500 carpinteros que laboraron durante 70 días corridos. Terminado el cimbrado de la gradería superior de la plaza, se inició su colado, mismo que se efectuó en forma continua y sin interrupción durante 3 semanas hasta su





total conclusión. La gradería superior, como en el caso del Estadio de Jalapa, se trató de un enorme y monolítico colado.

El aspecto más novedoso de esta obra fue que abajo del nivel de calle, la gradería se formó con 22,000 piezas de asientos precolados, elaborados en un taller de prefabricados de concreto, instalada ahí mismo en la obra de la plaza. Las piezas precoladas fueron diseñadas para ser huecas al interior y así aligerar el elemento y ahorrar concreto. Estos asientos prefabricados tenían una cara inferior lisa con la misma pendiente que el talud de la gradería que las recibió. Las piezas precoladas fueron acarreadas a mano,

de una en una, hasta su punto de colocación, deslizadas por el talud y asentadas sobre el terreno natural compactado (estabilizado con una capa de mortero), formando grandes círculos concéntricos. Las uniones de los asientos para formar la gradería baja se colaron entre sí con mortero de cemento, en las canaletas interiores y por los orificios que tenía cada pieza, siguiendo un diseño y proceso patentado por el ingeniero Rolland. Para la producción de este volumen de concreto sin precedente en aquellos años, se instaló una enorme estación de mezclado, equipada con cuatro de las más grandes revolvedoras que se encontraron en México.

El Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid reconoció la labor realizada en este proyecto, al declarar que el alarde de ingeniería de la obra constituía un notable antecedente técnico en el mundo para este tipo de construcciones. De esta manera, la Monumental Plaza de Toros México fue la primera obra en la que se usaron en forma intensa y masiva elementos prefabricados de concreto en nuestro país, siendo el magno proyecto en el cual el ingeniero Modesto C. Rolland aplicó no sólo sus amplios conocimientos, sino también su pasión por la innovación en la construcción. **C**

\* Durante esa época se conocía el concreto armado como cemento armado.

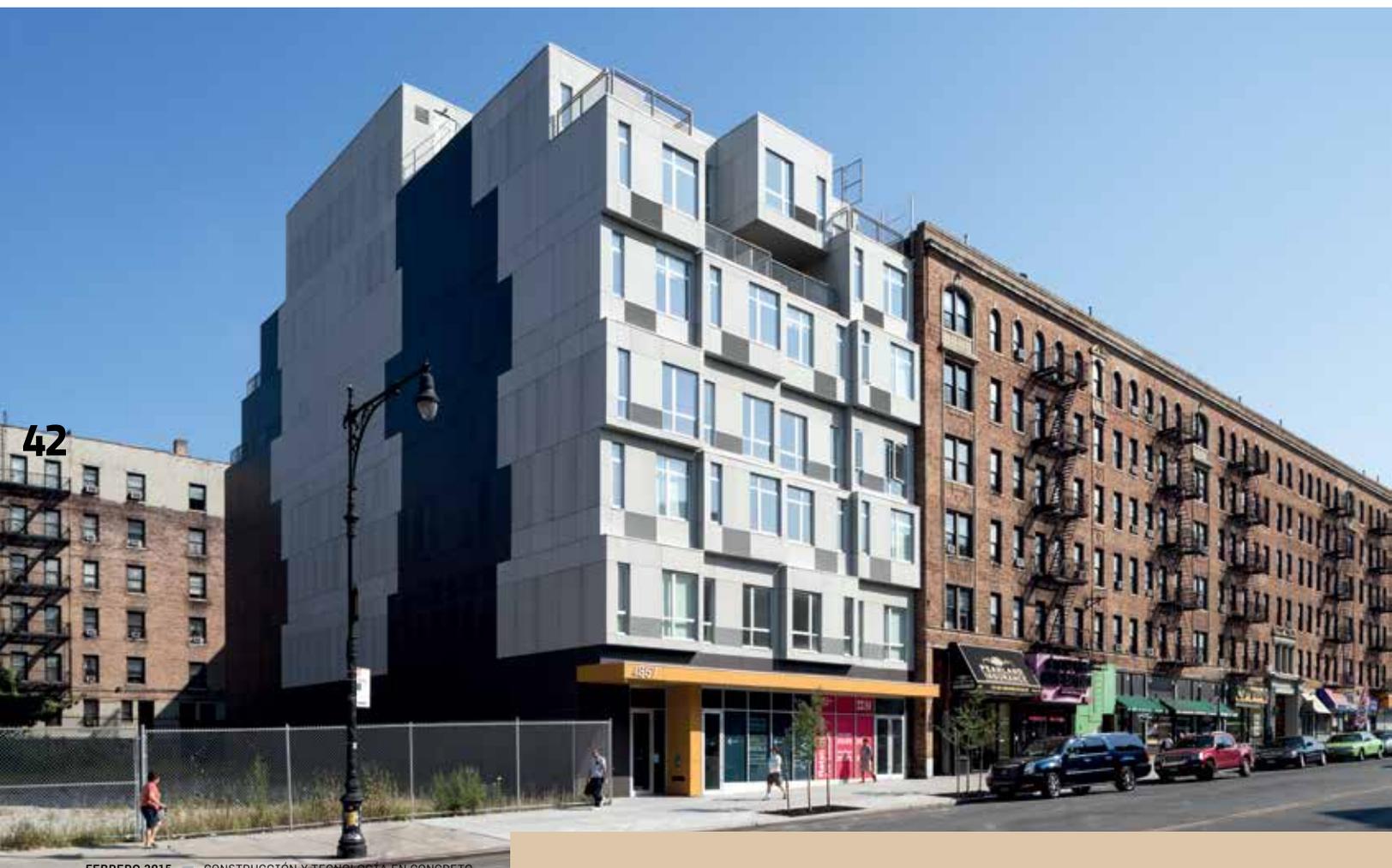
**THE STACK:**

# Innovación residencial con prefabricados en Nueva York

Arq. Adriana Valdés

—  
Constanza Ontiveros

**TAL COMO** se destacó en el número de enero de esta revista, la construcción de complejos residenciales por medio de prefabricados es una clara tendencia que se continúa perfilando dentro del mundo de la arquitectura global.



**D**icho tipo de método constructivo resulta especialmente útil para las ciudades como Nueva York en donde se registra una constante demanda de vivienda –en el 2013 solo un 2% del total de espacios rentables estaba en el mercado-. A la par, la vivienda en esta urbe tiene altos costos y hay muy pocos terrenos disponibles para construir grandes desarrollos. De esta manera, a lo largo de esta metrópoli se localizan terrenos de pequeñas dimensiones con topografías complicadas que son comúnmente vistos como inoperables para proyectar desarrollos residenciales.

Como una respuesta a esta situación la firma de arquitectos GLUCK+, la cual ha sido reconocida con diversos premios a nivel mundial, desarrolló recientemente el primer conjunto residencial a base de prefabricados modulares en Nueva York. Cabe señalar que este tipo de desarrollos prefabricados ya se habían llevado a cabo en algunos lugares de Estados Unidos de América como Los Ángeles y Filadelfia, pero no se habían construido anteriormente en Nueva York. Para este proyecto la firma GLUCK+ decidió ocupar un pequeño terreno en la zona de Inwood, la región más septentrional de Manhattan. Dicha zona es principalmente habitacional y cuenta con parques y museos entre sus atractivos, a su vez, está muy bien comunicada con el resto de la ciudad.

Sin embargo, no se caracteriza por tener nuevos desarrollos residenciales por lo que este proyecto resulta atractivo para ese vecindario.

De acuerdo a los arquitectos, una región con las características de Inwood proporciona las condiciones perfectas para innovar en la construcción prefabricada y

crear una nueva alternativa para el desarrollo urbano. La intención de la firma con este proyecto completado en marzo de 2014 era remover los prejuicios que asocian a las construcciones prefabricadas con productos masificados que únicamente son temporales o se utilizan en situaciones de emergencia y considerar a The Stack como



## Datos de interés

**DeLuxe Building Systems**, la compañía fabricante de los módulos empleados en The Stack, presenta la siguiente tabla comparativa entre la construcción modular y la construcción convencional:

ÁREA	CONSTRUCCIÓN MODULAR	CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL
<b>RAPIDEZ</b>	Es posible ensamblar los componentes durante todo el año involucrando un 50% de ahorro de tiempo en la terminación de la obra.	La construcción se prolonga debido a la secuencia de la obra y a las condiciones climáticas.
<b>AVANCE</b>	La preparación del sitio de la construcción y la construcción de los módulos sucede al mismo tiempo. Los componentes arriban a la obra un 85% terminados.	Cada avance de la obra requiere del proceso anterior lo que conlleva errores potenciales y retrasos.
<b>SEGURIDAD</b>	Todos los componentes son instalados en una cuestión de días con lo que se reduce la posibilidad de robos.	Los materiales y la obra están expuestos continuamente a saqueos o robos por un lapso largo de tiempo.
<b>SALUD</b>	La construcción es amigable con el ambiente y no afecta a su entorno. Los edificios terminados tienen una calidad de aire más limpia.	Se producen grandes desechos y se afecta al entorno. Al estar expuestos a la intemperie los materiales pueden contener bacterias.
<b>COSTOS</b>	Se pagan intereses para el financiamiento del proyecto durante un lapso corto de tiempo. Las ganancias por la ocupación del proyecto se dan 50% más rápido.	Se requiere financiamiento por un tiempo largo. Las ganancias tardan en llegar debido a los tiempos de terminación de la obra. Hay materiales que se deben reemplazar por daños o por ser afectados por el clima.



un edificio más dentro del entramado de Nueva York. De acuerdo a este despacho "se trata de crear una vivienda de buena calidad para gente de nivel medio que sea sustentable, accesible y atractiva dentro de una ciudad económicamente vibrante".

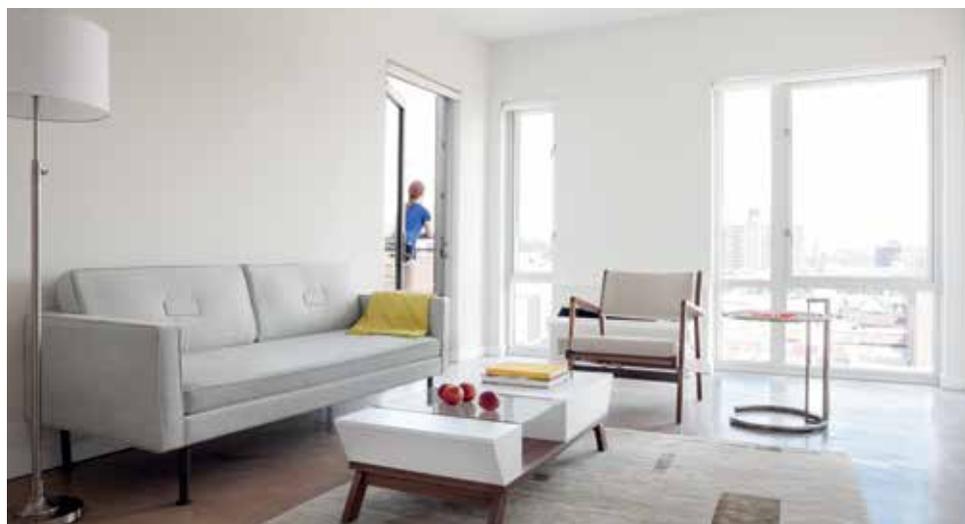
Es por esto que los diseñadores y arquitectos buscaron dar a la fachada una apariencia novedosa -que fuera más allá de las cajas planas frecuentemente asociadas con los edificios prefabricados- y se preocuparon por integrar el diseño de este complejo a su entorno. Otro aspecto novedoso de esta firma es que su equipo multidisciplinario lleva a cabo todo el proceso constructivo, desde trámites hasta el proyecto y su construcción sin involucrar a intermediarios.

En palabras de Jeffrey M. Brown, desarrollador del proyecto y Director de Brown Hill Development: "The Stack ejemplifica una oportunidad para crear un diseño innovador de vivienda que es beneficiado por las características controladas y eficientes de la construcción fuera del sitio de la construcción. Como constructores y desarrolladores estamos intrigados por esta metodología y por su aplicación en diversos proyectos a futuro".

## THE STACK

El conjunto residencial The Stack fue seleccionado como finalista en la edición 2014 del premio internacional WAN Residential Award. Se encuentra desplantando en un terreno de 15 ml por 46 ml largo, cuenta con 7 niveles. El edificio fue desarrollado como una estructura de acero y concreto prefabricado que incluye 28 apartamentos de alquiler en una combinación de estudios y de departamentos con una o dos habitaciones. A su vez, cuenta con 1,219 m<sup>2</sup> de espacio comercial en su planta baja. Dicho complejo tiene un portero inteligente, sistema de video cerrado, espacios para almacenaje y un patio central para la convivencia de los vecinos. Incluso, 30% de los departamentos tienen sus propias terrazas o patios interiores.

La construcción de este complejo se llevó a cabo simultáneamente en el sitio de la construcción y en una fábrica localizada en la ciudad de Pensilvania. En la obra de Inwood fueron desplantados 1,524 m<sup>2</sup> de infraestructura y cimentación durante el lapso de tres meses. De esta manera, se colocó una estructura cuadrículada de acero sobre una cimentación vaciada de concreto con la suficiente resistencia para recibir posteriormente a los módulos prefabricados. A su vez, la cimentación fue diseñada para albergar un sótano y facilitar la apertura de áreas libres en la planta baja planificada para ser una zona comercial.



De manera paralela a los trabajos de cimentación, los 56 módulos requeridos para este proyecto fueron fabricados fuera del sitio de la construcción por DeLuxe Building Systems en Berwick, Pensilvania y, una vez terminados, fueron transportados a Manhattan. Cabe señalar que la compañía fabricante de los módulos tiene una planta de alrededor de 120,000 m<sup>2</sup> con capacidad para construir más de 600,000 m<sup>2</sup> de módulos a lo largo de un año. La enorme planta está dividida en diversas estaciones especializadas donde se van completando los componentes de cada módulo de acuerdo a las características que demande el proyecto.

De acuerdo a Peter Gluck, Presidente de Gluck+ arquitectos, cada módulo de The Stack fue acondicionado en la fábrica con su sistema eléctrico, pisos, baños, tomas de corriente, cocinas integrales con todos sus componentes e incluso la primera capa de pintura. Posteriormente, la instalación de los módulos en el sitio de la construcción tomó exactamente 19 días, ocho trabajadores y una sola grúa. Cabe destacar que se diseñaron los módulos con la mayor altura posible asegurándose que pudieran ser transportados en un camión cumpliendo con las restricciones de altura en carreteras, túneles y puentes.

A continuación, durante el transcurso de 4 semanas, los paralelepípedos de 3.66 m<sup>2</sup> fueron ensamblados empleando pernos que los co-

nnectaron horizontal y verticalmente dejando aparentes las uniones entre cada módulo con franjas de un color distinto en los pisos. Estas uniones también se hacen visibles por medio del doble grosor de los muros en los puntos de unión. En los meses siguientes se instalaron los sistemas mecánicos y eléctricos.

A su vez, se adjuntaron los paneles prefabricados de la fachada realizados en concreto con el fin de unir las dos estructuras de módulos con 7 pisos de alto. Dichos paneles fueron adheridos con uniones de alrededor de 2.54 cm de espesor. De forma paralela, fue instalada una terraza en el exterior del conjunto uniendo las terminaciones de cuatro módulos.

En otras palabras, los desarrolladores tomaron un estimado de 10 meses para finalizar el proyecto, lo cual representa la mitad del tiempo que hubiera llevado un proyecto de este tipo empleando los métodos convencionales de construcción. A su vez, de acuerdo a los desarrolladores, con este sistema se ahorra un estimado del 15 a 20 % en comparación a otros métodos constructivos.

Por otra parte, la construcción por medio de módulos prefabricados forzó a los arquitectos a planificar todos los aspectos del diseño por anticipado, considerando tanto espacios interiores como exteriores. Lo anterior hizo que el trabajo se hiciera en condiciones controladas y



evitó errores en el proyecto. Por otra parte, se contó con un grupo fijo de trabajadores especializados y no hubo rotación. A su vez, el vecindario casi no fue afectado y se produjeron pocos desechos. Este edificio lleva algunos meses en el mercado inmobiliario y actualmente únicamente se encuentran disponibles un estudio y dos departamentos de dos recámaras.

En el futuro cercano la firma confirmó que tiene contemplado seguir desarrollando este tipo de proceso constructivo en diversos contextos y escalas. Prueba de lo anterior es que han sometido un proyecto en un concurso para desarrollar la vivienda de bajo costo para los estudiantes de posgrado de la Universidad de Pratt en Brooklyn, Nueva York con este tipo de módulos prefabricados. Seguiremos atentos a las innovaciones y proyectos en el campo de prefabricados que realice este despacho integral. **C**



## CAMPUS DE ARTEAGA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA:

# Prefabricados eficientes y estéticos

46



**D**e esta manera, el despacho TGL arquitectos del reconocido arquitecto mexicano Teodoro González de León fue comisionado para generar una propuesta rectora para este campus en colaboración con las instancias universitarias, municipales, estatales y federales. Dicha colaboración dio como resultado un plan rector con un eje central que busca proporcionar a los habitantes del campus un sistema unificado bajo una estética modernista.

En el plan maestro el amplio terreno disponible se dividió en tres grandes porciones: una franja de 90 m al frente del terreno fue reservada para la protección y aislamiento del exterior, una porción central de 300 m fue destinada para las instalaciones universitarias de la primera etapa y una porción restante de 300 m fue contemplada para una expansión futura. La intención es que el campus albergue a 20 mil estudiantes y profesores, lo que representa tres veces más la población actual de este municipio.

El área central de las instalaciones universitarias se dispuso en forma de un polígono constituido por el Centro Cultural Universitario, la cafetería, la Infoteca y el centro de alto rendimiento para la práctica del deporte techado. Dichos edificios buscan generar el concepto de comunidad universitaria, pues funcionan como puntos de reunión al estar conectados con todas las facultades del campus por una serie de andadores. Cabe señalar que en el espacio central de esta zona se ubicaba un cauce de arroyo que dividía el terreno en dos partes, por lo que los arquitectos optaron por transformarlo en un paseo arquitectónico universitario que pasará bajo los puentes de los dos edificios en banda.

A los costados de este polígono se proyectaron las escuelas y facultades. A su vez, otro de los edificios, ubicado cerca de este par de construcciones, alojará algunas dependencias universitarias, entre ellas Difusión Cultural y Extensión Universitaria, mayormente ligadas a la actividad académica.

Hasta este momento se ha completado la Facultad de Sistemas, Arquitectura, Ingeniería, Artes Plásticas y el Centro Cultural Universitario. Actualmente se edifica la Infoteca Central,

## El proyecto del nuevo campus de la Universidad Autónoma de Coahuila localizado en el municipio de Arteaga marca el esfuerzo de las autoridades por ampliar la oferta educativa de calidad en la entidad en un entorno arquitectónico innovador e integral.

**Arq. Adriana Valdés**

**Constanza Ontiveros**

—

**Fotografías: Opticretos**

que atenderá a toda la comunidad estudiantil, y se tiene proyectado edificar próximamente la Facultad de Ciencias de la Comunicación y la Escuela de Música. La inversión en el Campus Arteaga asciende a poco más de 600 millones de pesos, cifra que va a la alza con la llegada de nuevos planteles.



### Centro Cultural Universitario

**Centro Cultural Universitario de la Universidad Autónoma de Coahuila, Campus Arteaga**

#### **Detalles del uso de prefabricados**

Inaugurado en el 2011.

En esta magna obra se invirtieron alrededor de 164.2 millones de pesos.

Espacios:

- Una gran sala.
- 7 espacios de usos múltiples.
- Camerinos.
- Sala de consejo.
- Gran vestíbulo.
- Servicios generales.
- Sanitarios.
- Estacionamiento.



En lo referente a la imagen urbana, la firma TGL arquitectos tiene la intención de generar un frente urbano (1,100 m y 90 m de profundidad) que distinga a la universidad y se integre con el paisaje. De acuerdo a esto se tiene contemplado un lago artificial, una explanada a la entrada del nuevo campus, y un bosque de 100 a 150 yucas trasplantadas de otras zonas del terreno. Por último, se busca crear una señal urbana de forma triangular que será visible a varios kilómetros de distancia.

En lo que concierne a la infraestructura necesaria para este magno proyecto, en el terreno se colocaron 3 mil 780 metros lineales de tubería para agua potable, 2 mil 969 metros lineales para los drenajes pluvial y sanitario, además de 136 luminarias. Sin embargo, el agua para dar servicio a las instalaciones no está del todo asegurada en el futuro por lo que las autoridades deberán atender este asunto.



**“Prof. Rubén Herrera”, UADC, Campus Arteaga Inaugurada en el 2014 con una inversión de más de 88 millones de pesos.**

#### Cuenta con los siguientes espacios:

##### Planta Baja:

- Recepción.
- 3 Oficinas administrativas.
- Sala de juntas.
- Archivo.
- Sanitarios para personal administrativo.
- Prefectura.
- 8 cubículos para Maestros.
- Sala de juntas para Maestros.
- Sanitarios para Maestros.
- Área para conserjes.
- Biblioteca.
- Bodega.
- Galería.
- Cafetería.
- Taller de Óleo.
- Taller de Grabado.
- Taller de Modelado.
- Sanitarios para estudiantes.

##### Planta Alta:

- 3 salones teóricos.
- 2 aulas milenio.
- 2 salones prácticos.
- 3 centros de cómputo.
- 1 salón de usos múltiples/auditorio.
- Salón de Técnicas Mixtas.
- Taller de Figura Humana.
- Taller de serigrafía.
- Estudio Fotográfico.
- Laboratorio de Fotografía.



El plan maestro cuenta con:

- Corredores subterráneos.
- Espacios deportivos.
- Alberca semi-olímpica techada.
- Corredor para autobuses interno.
- Vialidades rápidas.
- Edificio insignia de 70 m de altura.
- Integración de áreas verdes en el interior de los salones.
- Infoteca.
- Salón polivalente.
- Cafetería.
- Estacionamientos perimetrales con capacidad para 3,500 automóviles.
- Lago artificial que tratará el agua consumida en las instalaciones.
- Bosque de Yucas recuperadas de los alrededores.

## PREFABRICADOS EN EL CAMPUS DE ARTEAGA

En el complejo del nuevo campus de la UADC se emplearon una gran cantidad de prefabricados de concreto principalmente en las fachadas. Lo anterior presenta diversos beneficios en costos, tiempos de instalación y eficiencia y, a la par, se logró dar forma a la visión arquitectónica. Aunado a esto, el uso de prefabricados también impidió que el proyecto se viera afectado por el clima, ya que Arteaga se encuentra en una zona alta (700 MSNM) y en ocasiones la obra se encontraba a una temperatura de  $-8^{\circ}\text{C}$ , por lo que el trabajo en fábrica en condiciones controladas permitió acelerar el proceso.

A continuación se detalla el uso de prefabricados en el Centro Cultural Universitario, edificio insignia del campus, y en la Facultad de Artes Plásticas recientemente inaugurada.

Este emblemático edificio presenta diversos tipos de elementos de concreto arquitectónico prefabricado. Entre ellos se encuentran paneles de concreto de 10 y 15 cm de espesor, parasoles y otras secciones con diferentes geometrías y volúmenes colocados en la fachada que dan forma al proyecto arquitectónico de Teodoro González de León. El concreto prefabricado colocado en este proyecto fue elaborado en la planta de Opticretos, empresa mexicana



especializada en concretos prefabricados desde el 2004. De acuerdo al Ing. Jesús Eduardo González Rendon<sup>1</sup>, Director General de Opticretos, "alrededor de 5,000 m<sup>2</sup> de paneles fueron producidos en la planta por medio de una dosificadora automática y computarizada con el fin de lograr el excelente control de la mezcla y otorgarle uniformidad." Por otra parte, la ingeniería estructural de fachada fue elaborada por el despacho Sistemas Óptimos Constructivos (SOCSA) a cargo del Ing. González Sáenz.

Tal como relata el Director General de Opticretos, con el fin de visualizar y afinar los detalles para este proyecto, se proyectaron en 3D el modelo y sus piezas, así como sus conexiones. A su vez, buscando garantizar la eficiencia y correcta instalación de los paneles, se analizaron las condiciones de carga - como es el caso de la carga de viento según el manual de diseño de la CFE- y se planificaron las maniobras en la planta y en la obra.

A partir de estos datos el personal de la planta elaboró los moldes, armados y paneles satisfactoriamente. El concreto utilizado para la prefabricación de estos elementos tiene una resistencia superior a  $f'c$  300 kg/cm<sup>2</sup>, agregados de mármol, acero de refuerzo y fibras, y se agregó aditivo superfluidificante e impermeabilizante. El concreto fue vibrado mediante mesas vibratorias para lograr un acabado uniforme en la superficie. El acabado utilizado fue escarificado mecánico y se añadió sellador hidrofugante en la superficie del concreto. Mediante el laboratorio de control de calidad

<sup>1</sup> El Ing. Jesús Eduardo González Rendon fundó Opticretos S.A. de C.V. en el 2004 en Monterrey, fabricando productos innovadores para la arquitectura y ha trabajado en proyectos en todo el país de la mano de despachos de arquitectura de gran trascendencia como: Agustín Landa, Foster+Partners, Teodoro González de León Arquitectos, HOK, Alberto Vidal, Pablo Ferrera, Alexandre Lenoir, Javier Sanchez, Legorreta+Legorreta, Gaeta-Springall, Alejandro Macías, SMA Arquitectos, Carlos Ortiz, Oficina de Arquitectura, Alejandro Ibarra, Oscar Bulnes, entre muchos otros.

de la misma planta, localizada en Monterrey, se controló de manera exigente las características mecánicas del concreto y sus agregados. Gracias a estos procesos se logró instalar la fachada con organización, eficiencia, seguridad y rapidez.

El edificio de la Escuela de Artes Plásticas -así como la Facultad de Sistemas y de Arquitectura, entre otras- presenta en su fachada elementos verticales estilizados de concreto blanco. La altura de dichos elementos oscila entre los 12 m y 15 m con 20 cm de espesor. Los paneles de concreto dan forma a la fachada de la esta Escuela logrando producir una sombra que a la vez permite la entrada de luz natural en los salones de clase. Dichos parasoles son rematados por una cornisa vertical de concreto prefabricado, la cual enmarca la fachada y también tiene una aplicación estructural al rigidizar los elementos en su parte superior. Los parasoles están conectados al firme y a las losas por medio de uniones lo más discretas posibles con el fin de no afectar la vista desde el exterior, pero que estructuralmente resultan seguras y eficientes.

Al ser elementos tan esbeltos, estos parasoles debieron ser manejados con condiciones especiales en su transporte e instalación. Como ejemplo de lo anterior, el Ing. Jesús Eduardo González Rendon, refiere que los parasoles fueron fabricados y transportados horizontalmente. Debido a esto, al llegar a la obra y colocarlos en posición vertical, la maniobra tuvo que ser efectuada con dos grúas para asegurar la integridad de estos componentes. Por tal motivo, estos elementos debieron tener al menos un 75% de su resistencia ( $225 \text{ kg/cm}^2$ ) al llegar al sitio de la construcción. Para lograr esto el acelerante y el diseño estructural fueron fundamentales pues se debió tomar en cuenta la fabricación, desmolde, transporte y montaje de cada componente.

El programa de esta obra fue sumamente exigente y con un tiempo de entrega



estricto por lo que los parasoles de concreto eran fabricados en la planta, mientras en la obra se desarrollaba la obra civil. De esta ma-

nera, los parasoles se comenzaron a montar cuando el edificio tenía la losa de azotea en algunas secciones. Lo anterior ayudó a que el montaje fuera sumamente ágil y las clases pudieran impartirse a tiempo y sin riesgos para los estudiantes.

Durante todo el 2015 se continuarán las obras en el campus de Arteaga con la intención de avanzar en los planes comprendidos en la primera etapa del proyecto, por lo que conforme pase el tiempo la Universidad contará con todos sus componentes de diseño y espacios públicos tales como el bosque de yucas o el lago artificial, cuando la Universidad llegue a su capacidad completa seguramente se dará una muy positiva transformación a todo el tejido urbano del municipio de Arteaga. **C**





APP DEL MES



Reackon

EMPRESA: Reackon  
Concretes Pvt.Ltd

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.convictionssoftwares.reackon&hl=es>

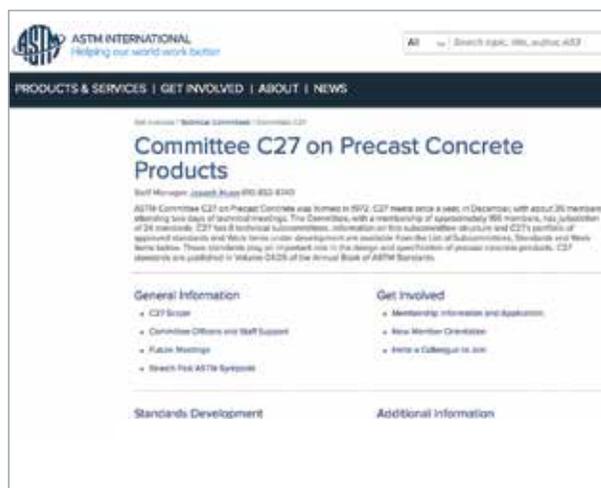
**REACKON POLYPLAST** es una empresa acreditada con la certificación CRISIL ISO 9001:2008 establecida en 2004 dedicada a la fabricación de concreto premezclado y de innovadores productos prefabricados de concreto. También se dedica a la fabricación de la calidad superior de PVC Moldes para productos prefabricados de concreto. Esta app proporciona la manera más fácil de acceder a una amplia gama de moldes de PVC, productos prefabricados de concreto y concreto premezclado.



CONCRETO VIRTUAL

[www.astm.org/COMMITTEE/C27.htm](http://www.astm.org/COMMITTEE/C27.htm)

ASTM INTERNATIONAL



**EL COMITÉ ASTM C27** sobre Prefabricados de Concreto. Se formó en 1972 y reúne una vez al año, cerca de 35 miembros para asistir dos días a reuniones técnicas. El Comité de aproximadamente 150 miembros, tiene jurisdicción de 24 normas. El comité de prefabricados tiene 6 subcomités técnicos y las normas que presentan juegan un papel importante en el diseño y especificación de productos de concreto prefabricado. **C**

MI OBRA EN CONCRETO



**¿QUIÉN ESTA EN LA FOTO?**  
Pedro Villarreal.

**¿DÓNDE SE ENCUENTRA?**  
En Culiacán Sinaloa, en el Museo del Béisbol.

**¿POR QUÉ QUISO TOMAR LA FOTO EN ESE LUGAR?**  
Porque cuenta con una fachada muy interesante que asemeja pelotas de béisbol.

**DATOS RELEVANTES DE LA OBRA:**  
Arquitectos  
ODA Oficina de Arquitectura.

Fachada Prefabricada:  
Opticretos S.A. de C.V.

Tipo de concreto:  
Concreto blanco con agregados de mármol.



Juan Fernando González G.

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

 [@Cement\\_concrete](https://twitter.com/Cement_concrete)

Fotos: Cortesía ANIPPAC.

**SI BIEN ES** cierto que el concreto fue utilizado por los pobladores del imperio romano y que todavía hoy se aprecian los restos de muchas de las obras que realizaron: caminos, acueductos, templos, palacios y obras magnas como el Coliseo y el Partenón, entre muchas otras, también lo es que tuvo que pasar mucho tiempo para que este material se empezará a utilizar masivamente.

## LA PREFABRICACIÓN

# Una alternativa con mucha calidad



En el caso de los elementos prefabricados, Francisco Fernández Ordoñez, autor de la obra *La Historia de la Prefabricación*, señala que en 1891 la empresa Ed. Coignet de París, Francia, prefabricó vigas de concreto armado para el Casino de Biarritz. Un poco después, en Estados Unidos se premoldearon los primeros elementos de concreto de gran tamaño para cubiertas; dichas placas tenían 1.20 metros de ancho por 5.10 metros de largo y fueron colocadas sobre una estructura de entramado metálico.

Sirva la referencia para decir que la prefabricación y el presfuerzo están cada vez más presentes en todo tipo de obras y que su evolución no ha cesado, como lo demuestra la utilización de los aisladores sísmicos, tecnología cuya flexibilidad minimiza los posibles daños ocasionados por los movimientos telúricos tan frecuentes en México.



La prefabricación en México se encuentra en un lugar privilegiado y posee un nivel tecnológico de punta que todavía tiene mucho que dar



## UNA VOZ INSTITUCIONAL

Una empresa mexicana que ha destacado desde hace más de 60 años en el rubro de la prefabricación es VIBOSA, compañía fundada por el Sr. Augusto Caire Daumas y dirigida hoy día por su heredero, el ingeniero Pablo Caire Obregón, quien también está a la cabeza de la Asociación Nacional de la Asociación Nacional de Industriales del Presfuerzo y la Prefabricación A.C. (ANIPPAC).

"La prefabricación en México se encuentra en un lugar privilegiado y posee un nivel tecnológico de punta que todavía tiene mucho que dar. No puede ser de otra forma ya que tenemos un país muy grande con un territorio inmenso", dispara el ingeniero Caire Obregón cuando se le pregunta por la situación actual de este rubro de la industria de la construcción.

La competencia en el campo de los prefabricados es intensa, y la mejor muestra de ello son los nuevos miembros que han tocado la puerta de ANIPPAC. De hecho, se estima que la prefabricación ha crecido espectacularmente en los últimos lustros, de tal suerte que ha pasado de una participación de sólo 2% en 2004 a cerca de 30% en los años recientes.

A decir del presidente de ANIPPAC, existe cierta renuencia en algunos estados de la República para utilizar este sistema, pero ello podría explicarse tal vez porque es un área que no conocen. Nos cuesta trabajo convencer a algunas personas sobre la tecnología que tenemos, pero un ejemplo claro de la eficacia de la prefabricación está a la vista de todos: "el segundo piso del periférico es una muestra muy clara de que solamente con pre-

fabricados se puede atacar una obra de esta naturaleza, en un tiempo muy razonable y creando las menos molestias posibles; la prefabricación es muy socorrida cuando se tiene poco tiempo y se requiere de mucha calidad en obras en que deben empezar a funcionar de inmediato por razones financieras", apunta.

## SEGURIDAD Y VERSATILIDAD

Los elementos prefabricados están a la vista de todos y muchas veces pasan inadvertidos, no porque carezcan de importancia o porque contaminen el paisaje urbano. En realidad, se trata de eslabones que se integran armónicamente a la estructura de una obra y que poseen virtudes inigualables.

Es por ello que, lejos de lo que se piense, están presentes en fachadas, estacionamientos y la estructura de centros comerciales, hospitales, escuelas y puentes, así como en obras de gran envergadura como los segundos pisos, en los cuales intervienen incluso en las columnas, "algo que hasta hace poco se pensaba no podían incursionar", señala el ingeniero Caire Obregón.

## ¿QUÉ HAY CON LA SEGURIDAD DE LOS PREFABRICADOS?

"Bueno, existen muchos estudios y revisiones de todo tipo que avalan al prefabricado como un elemento muy seguro,

no sólo en México sino en todo el mundo. Por supuesto que el aspecto sísmico es muy interesante y es algo que tomamos en cuenta en todos los diseños, lo cual ha generado que avancemos en aspectos como las conexiones y en concretos mucho más resistentes. En fin, que hay muchas cosas que se han hecho y el prefabricado es muy seguro", sentencia.

Tal parece que el prefabricado ha sido un tanto desaprovechado en México, sobre todo si nos comparamos con Estados Unidos y con algunos países europeos. Sin embargo, eso es una cosa y otra que no tengamos el nivel de conocimiento que poseen los expertos de este rubro en aquellas latitudes.

## ¿QUÉ OPINA AL RESPECTO?

"Yo creo que sí estamos al nivel, y eso no quiere decir que no tenemos que seguir aprendiendo. Los padres de la fabricación, que se encuentran en Europa, sí tienen un mayor avance que nosotros, pero yo creo que es en el terreno de una tecnología muy específica y no como en la prefabricación como tal. Le puedo decir que un ejemplo de ello son los aisladores sísmicos, que es una nueva tecnología que se va a aplicar a los prefabricados. Esto es, que hay muchas tecnologías que tal vez no han llegado a México, pero yo creo que estamos reconocidos como un país en el que se hacen

## Un mensaje con dedicatoria

- Todas las empresas prefabricadoras tenemos claro que nuestro trabajo es de servicio.
- El sector va a crecer ya que las obras de infraestructura que se están anunciando solamente se pueden terminar en los tiempos pactados con la prefabricación.
- Hay que trabajar, no hay de otra en tiempos de crisis. Es el momento de hacer alianzas importantes entre proveedores, empresas y clientes.

trabajos de gran calidad; tan es así que empresas españolas, brasileñas o europeas que han venido a trabajar a México han solicitado la prefabricación a las empresas mexicanas sin ningún problema", afirma.

## Y LA ACADEMIA

Algunas de las universidades que ofrecen la carrera de ingeniería civil en México son criticadas, en ocasiones, porque se encuentran a la zaga de las necesidades de la industria nacional. Existen voces que apuestan por una mayor actualización de los planes de estudio, de tal manera que no exista un divorcio entre la academia y la realidad laboral con la que se enfrentan los egresados de ingeniería.

Caire Obregón reflexiona al respecto y señala: "tengo entendido que a nivel licenciatura hay algunas universidades, incluyendo a la UNAM, que ya tienen materias específicas de prefabricación. De lo que sí estoy seguro es que a nivel de posgrado sí lo hay. Nosotros quisiéramos que hubiera más información cada día, pero lo que hace ANIPPAC para apoyar esta iniciativa es organizar su congreso (cada dos años) en alguna universidad. De esta forma promovemos la prefabricación a nivel licenciatura".

## CERCANÍA CON CEMENTERAS, FUNDAMENTAL

"La relación es muy estrecha, yo creo que ningún prefabricador puede alejarse de sus proveedores de concreto. Nosotros tenemos en la mano de obra, en el acero de presfuerzo y en el concreto los principales insumos. Hoy en día, al hablar de una tecnología en concretos de alta resistencia y de que en la prefabricación es muy importante el tiempo de fraguado para poder destensar y poder sacar los elementos de los moldes, implica la cercanía con dichas entidades. Por ello, incluso, se establecen en conjunto normas de calidad y laboratorio para estar supervisando que eso se lleve a cabo en cada obra.

Normalmente, las grandes cementeras tienen laboratorios muy avanzados; nosotros planteamos nuestra necesidad y después de eso viene una explicación por parte de lo que les gustaría hacer y cómo hacerlo. Vamos, todo está regido por los laboratorios y cuando hay algo medio especial vamos al IMCYC y lo vemos allí", señala de buen humor el directivo.



## Mesa directiva ANIPPAC 2014 - 2015

### Presidente

Presidente

Gerente General

Secretario

Tesorero

Vicepresidente Técnico

Vicepresidente de Capacitación y Eventos

Vicepresidente Mercadotecnia

Vicepresidentes de Nuevos Proyectos y Patrocinios

### Nombre

Ing. Pablo Caire Obregón

Ing. Ricardo Marín Villar

Lic. Jaime Cervantes Rodríguez

Ing. Antonio Pierdant Cuevas

Ing. David Rodríguez Díaz

Arq. Gerardo Rodríguez Gómez

Arq. Marco Galicia Guerrero

Ing. Iñaki Zugasti Zalvidea

Ing. Pablo Caire Garay

## CRISIS, OPORTUNIDAD PARA CRECER

El año que acaba de concluir fue muy difícil para la prefabricación, tal y como fue para cualquier constructora. Nosotros no nos salimos del parámetro general de la construcción, y es por ello que nos vimos seriamente afectados, establece Caire Obregón.

### ¿Qué hacer para mantenerse a flote, no despedir a los empleados y conservar ingresos suficientes?

“La verdad es que muchos terminamos con la prefabricación pequeña, como puede ser la vigueta y bovedilla, prelosas, algo de vivienda, edificios pequeños de dos o tres niveles. Es decir, que se ataca un mercado diferente y se procura mantener a toda la plantilla laboral no solamente por un sentido humano, sino porque se trata de gente que nos ha costado mucho trabajo preparar.

Yo creo, sin embargo, que en el 2015 debemos estar bien, y cálculo que para la mitad del año el panorama deberá ser distinto ya que nosotros no entramos directamente en la contratación original, sino en la subcontratación. Estaremos a la expectativa de que se realicen las licitaciones y las asignaciones de los contratos grandes para entrar en acción”.

### ¿Hay lugar para la competencia?

“Sí, claro que sí”, apunta el entrevistado.

“Lo único que pedimos es que el trabajo que se realice sea hecho con seriedad y con calidad ya que mercado es muy chiquito, y si encima lo quemamos con mala calidad o con prefabricados

que no están a la altura de lo que ya tenemos en México pues lo único que hacemos es estropear el mercado.

Desde el principio de mi gestión me puse como meta proseguir con la promoción de este sistema de construcción, pero a ello hay que sumar la iniciativa para desarrollar el sello de ANIPPAC para el control de calidad de las plantas y los productos elaborados allí. De esta manera, ofreceremos la seguridad al mercado de que nuestras plantas han sido evaluadas en cada uno de sus procesos de producción.

A ello debo agregar, la intención de establecer una alianza con nuestros proveedores para que haya una mejoría en precios, entregas, diversidad de productos, etcétera”. **C**

EL CONCRETO EN LA OBRA

# PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

CONCRETÓN - Febrero 2015



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



## Concreto Hidráulico- Dosificado en masa. Especificaciones y métodos de ensayo (Parte II).

Norma Mexicana  
NMX-C-155-ONNCCE-2014.

Número  
**90**

SECCIÓN  
COLECCIONABLE



# Concreto hidráulico. Dosificado en masa. Especificaciones y métodos de ensayo (Parte II).

Por: Enrique Chao



industria de la construcción - Concreto hidráulico - Dosificado en masa - Especificaciones y métodos de ensayo. En este resumen se presenta la segunda parte de tres de la Norma Mexicana **NMX-C-155-ONNCCE-2014**.

El lector puede aprovechar la siguiente información para familiarizarse con los procedimientos básicos de la misma; sin embargo, debemos recalcar que esta presentación no reemplaza el estudio completo que se haga de la Norma.

## OBJETIVO

Esta norma establece especificaciones para la elaboración del concreto hidráulico y métodos de ensayo para su control en estado fresco y endurecido, así como lineamientos para su comercialización.

## CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma es aplicable al concreto hidráulico de peso normal, dosificado en masa, para uso estructural y mezclado por medios mecánicos.

## CONTROL DE LA PRODUCCIÓN Y DEL CONCRETO EN OBRA

El productor debe realizar la toma de muestras a fin de determinar tanto si el concreto está produciéndose de acuerdo con los requisitos señalados en la presente norma como cumpliendo con las frecuencias de muestreo. El usuario, o a quien se designe, debe realizar el muestreo a pie de obra con la frecuencia y el mínimo de muestras indicadas en la norma.

## DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO DEL CONCRETO

### Precisión de la dosificación

#### • Cemento

La masa de cemento debe determinarse en una tolva báscula.

#### • Agregados

Cuando los agregados se dosifiquen individualmente, la cantidad indicada por la tolva báscula debe tener un margen de tolerancia.

#### • Agua de mezclado

Se considera como agua de mezclado, al agua agregada a la revoltura, al hielo añadido, si es el caso, y al agua libre de los agregados y aditivos. El agua agregada debe ser medida por masa o por volumen con una tolerancia determinada del agua de mezclado total requerida. Al hielo agregado se le determina su masa.

#### • Adicionates y aditivos

Los aditivos líquidos pueden dosificarse por masa o por volumen, ambos con una tolerancia específica. Los aditivos y adicionantes en polvo deben dosificarse por masa y cumplir con la misma tolerancia que los aditivos líquidos.





## REQUISITOS PARA EL EQUIPO DE DOSIFICACIÓN

### • Depósitos y tolvas

Las plantas dosificadoras deben estar provistas de depósitos con compartimientos separados, adecuados para el agregado fino y para cada uno de los tamaños de agregado grueso utilizados. Cada compartimiento del depósito debe ser diseñado y operado en tal forma que la descarga a la tolva bascula sea sin obstáculos, eficiente, con un mínimo de segregación.

Debe contarse con instrumentos de control que puedan interrumpir la descarga del material en el momento que la tolva báscula contenga la cantidad deseada. Las tolvas básculas deben ser construidas de manera que eliminen acumulaciones de materiales de tara y que descarguen completamente.

### • Básculas

Se admitirá un cierto error máximo o error lineal en el rango de su capacidad total. Para la verificación y calibración de las básculas, se requiere de un equipo calibrado. Deben estar equipadas con un indicador suficientemente sensible para mostrar movimientos.

La longitud y espaciado de las marcas de la escala para instrumentos analógicos debe estar diseñada y numerada de tal manera que las lecturas de las pesadas sean hechas fácilmente y sin ambigüedades; los trazos de la escala deben consistir de líneas de igual espesor y este espesor debe ser constante.

Para instrumentos digitales, las cifras que forman los resultados deben ser de un tamaño, forma y claridad que puedan leerse fácilmente.

Los instrumentos de pesajes electrónicos o híbridos deben ser diseñados y fabricados de tal forma que, cuando se exponga a perturbaciones:

- a) No ocurran fallas evidentes
- b) Las fallas significativas sean detectadas y corregidas por un sistema de verificación y ajuste.

### • Medidores de agua

Los aparatos para la medición del agua añadida deben ser capaces de proporcionar la cantidad requerida a la revoltura, con la tolerancia establecida en esta Norma. Deben estar arreglados de tal forma que las mediciones no sean afectadas por variaciones de presión en la tubería de abastecimiento del agua y los tanques de medición deben estar equipados con vertederos y válvulas para su calibración, a menos que se proporcionen otros medios para determinar rápidamente y con exactitud la cantidad de agua en el tanque.

### • Medidores de aditivos

El equipo de medición del aditivo debe proporcionar a la revoltura la cantidad requerida



con la tolerancia establecida y debe contar con válvulas y vertederos para su calibración, a menos que se proporcionen otros medios para determinar rápidamente y con exactitud, la cantidad de aditivo en el dispositivo.

#### • Mezcladoras y revolvedoras

Las mezcladoras pueden ser estacionarias o camiones mezcladores.

#### • Mezcladoras estacionarias

Es recomendable que tengan una o más placas metálicas en las cuales esté claramente marcada la velocidad de mezclado de la olla, y la capacidad máxima en términos de volumen de concreto mezclado cuando es utilizada para mezclar totalmente al concreto. Las mezcladoras estacionarias deben estar equipadas con un dispositivo que permita controlar el tiempo de mezclado.

#### • Camión mezclador o agitador

Se recomienda que una o más placas de metal sean colocadas en un lugar visible del camión mezclador o agitador, en las cuales estén claramente marcadas las capacidades de la unidad en términos del volumen, como mezclador y como agitador y la velocidad mínima de rotación de la olla, aspas o paletas. Cuando el concreto es parcialmente mezclado en mezcladora estacionaria o totalmente mezclado en camión, el volumen de concreto no debe exceder en cierto porcentaje el volumen total de la unidad.

#### • Requisitos de mezclado

El concreto debe ser mezclado por medio de una de las combinaciones de operación que se señalan y debe verificarse la eficiencia del mezclado del concreto de acuerdo con los requisitos de uniformidad indicados.

#### • Concreto mezclado en planta

Las mezcladoras deben ser operadas dentro de los límites de capacidad y velocidad designados por el productor del equipo. El tiempo de mezclado debe ser medido desde el momento en que estén todos los materiales en el interior de la mezcladora, incluyendo el agua. Deben hacerse ensayos de uniformidad, para determinar el tiempo de mezclado requerido con el equipo que vaya a emplearse. Cuando se hayan hecho ensayos de uniformidad de mezclado, el tiempo de mezclado puede ser reducido si se logra un mezclado satisfactorio.

#### • Concreto mezclado parcialmente en la planta

En esta operación se inicia el mezclado del concreto en una revolvedora estacionaria y se completa en el camión. El tiempo de mezclado en la revolvedora estacionaria puede ser exclusivamente el requerido para entremezclar los ingredientes y después de cargar el camión mezclador, a la velocidad de mezclado recomendada por el productor, para que el concreto alcance los requisitos indicados por la Norma.





#### • **Concreto mezclado en camión**

Cuando el concreto sea mezclado totalmente en el camión mezclador, se requieren de 70 a 100 revoluciones a la velocidad de mezclado indicada por el fabricante del equipo, antes de tomar la muestra.

Si se requieren revoluciones adicionales en el camión mezclador, éstas deben desarrollarse a la velocidad de agitación indicada por el fabricante del equipo. En caso de duda sobre la uniformidad de mezclado, el supervisor puede realizar los ensayos indicados y, con base en los resultados, aceptar o rechazar el uso de la unidad. En caso de rechazo, la unidad no puede utilizarse hasta que la condición sea corregida. Cuando se encuentre satisfactorio el mezclado de alguna revolventadora, puede considerarse igualmente satisfactorio el mezclado de revolventadoras del mismo diseño y con el mismo estado de espas y limpieza interna del interior de la revolventadora.

#### **TRANSPORTE Y ENTREGA DEL CONCRETO**

La descarga total del concreto debe hacerse dentro de la hora y media posterior a la introducción inicial del agua de mezclado, siempre y cuando no se empleen aditivos modificadores del tiempo de fraguado. Este tiempo de entrega se puede modificar por acuerdo entre el productor y el usuario en función de condiciones ambientales, lugar y tipo de obra, características del concreto y aditivos empleados. El responsable de la calidad del concreto en estado fresco, antes de la llegada a la obra, es el productor; una vez aceptado, la responsabilidad corresponde al usuario.

Cuando un camión mezclador o agitador se utiliza para transportar concreto mezclado completamente en revolventadoras estacionarias, durante el transporte la olla debe girar a la velocidad de agitación especificada. El concreto mezclado en la planta puede ser transportado en equipo no agitador, el cual debe satisfacer los requisitos siguientes: la caja del equipo de transporte debe ser metálica, lisa e impermeable, y equipada con compuertas que permitan controlar la descarga del concreto y que eviten la segregación, fuga de mortero o lechada. Debe cubrirse la caja del camión para proteger al concreto. El concreto debe ser entregado en el lugar de trabajo con un grado satisfactorio de uniformidad.

#### **BASES DE CONTRATACIÓN**

##### **Clasificación**

La contratación del concreto industrializado (premezclado) se clasifica en tres grupos, según la forma de cómo se deslindan las responsabilidades del diseño entre productor y usuario. Los tres grupos en los que se clasifica la contratación del concreto hidráulico industrializado son:

**Grupo 1.-** El usuario asume la responsabilidad del diseño y debe especificar lo siguiente:

- a) Las fuentes de abastecimiento de los componentes del concreto.
- b) El contenido de cemento en kg. por m<sup>3</sup> de concreto fresco.

- c) El contenido de agua, en litros por  $m^3$  de concreto con agregados en condición de saturados y superficialmente secos.
- d) Dosificación de arena y grava.
- e) Cuando se requiera el empleo de un aditivo, debe especificarse el tipo, el nombre y la dosificación del mismo.

El responsable de seleccionar las cantidades de los materiales que intervienen en el concreto, debe considerar los requisitos de trabajabilidad, colocación, durabilidad y masa unitaria en adición a aquéllos de diseño estructural. La información proporcionada por el usuario, y aceptada por el productor, debe archivar en la planta, asignándole una clave, la cual debe incluirse en la remisión de entrega.

**Grupo 2.-** El productor asume la responsabilidad del diseño. El usuario debe especificar los requisitos del concreto solicitado.

**Grupo 3.-** El productor asume la responsabilidad del diseño y el usuario fija el contenido mínimo de cemento.

El usuario debe especificar, además de lo estipulado en la norma, el contenido mínimo de cemento en  $kg$  por  $m^3$  de concreto fresco. El contenido mínimo de cemento, debe ser mayor o igual al que se requiere para alcanzar la resistencia. Esta cantidad se elige para mejorar la durabilidad bajo las condiciones de servicio esperado, así como para obtener una mayor trabajabilidad y facilidad de acabado. Cualquiera que sea la resistencia que alcance el concreto, no debe disminuirse la cantidad mínima de cemento especificado sin la aprobación escrita del usuario.



#### **Datos del pedido**

Los datos del pedido de concreto deben aparecer además en las notas de remisión de las entregas.

- Nombre.
- Lugar de entrega.
- Número de esta norma.
- Cantidad de  $m^3$  de concreto fresco.
- Resistencia especificada a compresión en  $MPa$  ( $kg/cm^2$ ).
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Revenimiento solicitado en el lugar de entrega.
- Información relacionada con durabilidad, incluida en las especificaciones del proyecto (por ejemplo, clasificación de exposición del concreto, relación a/c máxima, tipo de cemento, contenido mínimo de cemento, etc).

#### **Datos opcionales del pedido**

Opcionalmente, a solicitud del usuario, en el cuerpo del contrato de suministro pueden señalarse los datos siguientes y aparecer en las notas de remisión de las entregas.

- Contenido de aire en el sitio de descarga, cuando se especifique concreto con aire incluido.
- Tipo o tipos requeridos de cemento, pero si no lo especifica, el cemento empleado queda a elección del productor.
- Uso de agregado ligero que satisfaga los requisitos del proyecto.
- Uso de aditivos.
- Uso de agregados especiales o adicionantes, como barita, mármol, fibra y otros.
- Requisitos adicionales a lo indicado en esta norma.

## ENTREGA Y ACEPTACIÓN

### • Entrega

En caso de que el usuario no esté preparado para recibir el concreto, el productor no tiene responsabilidades por las limitaciones de revenimiento mínimo y contenido de aire después de un período total de espera de 30 min a la velocidad de agitación y, de aquí en adelante, el usuario asume la responsabilidad sobre las condiciones del concreto.

### • Aceptación

En caso de que la resistencia a la compresión sea la base de aceptación, y cuando los resultados de ensayos de resistencia obtenidos por un laboratorio autorizado por las partes que intervienen en la obra, en muestras obtenidas de la unidad de transporte, en el punto de entrega y realizadas siguiendo las normas correspondientes, no cumplan con las especificaciones de esta Norma mexicana, el productor de concreto y el usuario deben entablar pláticas para llegar a un acuerdo satisfactorio.

En caso de no llegar a un acuerdo, la decisión debe partir de un grupo de tres técnicos con una capacidad reconocida en la materia, uno de los cuales debe ser nombrado por el usuario, otro por el productor y el tercero escogido de común acuerdo por los anteriores. La responsabilidad del costo de dicho arbitraje debe ser definida por el grupo. La decisión es inapelable, excepto que se modifique por una disposición legal.

### • Responsabilidades

El responsable de la calidad del producto a pie de obra conforme a las especificaciones solicitadas por el usuario, es el productor del mismo. El responsable de mantener la calidad del concreto entregado a pie de obra, del transporte dentro de la obra, de su colocación, acomodo, consolidación y curado, es el usuario.

El propietario de la obra puede delegar la responsabilidad del cumplimiento de los requisitos especificados en esta norma, al director responsable de obra o su equivalente, según el reglamento de construcciones de la región de que se trata. El cumplimiento de los requisitos especificados se comprueba al tener resultados satisfactorios de los ensayos de verificación y control emitidos por un laboratorio de competencia técnica comprobable, autorizado por el responsable de obra. Para verificar las especificaciones que se establecen en esta norma, deben utilizarse los métodos de ensayos señalados en las referencias. **C**

#### NOTA:

Tomado de la Norma Mexicana Industria de la Construcción - Concreto Hidráulico - Dosificado en Masa - Especificaciones y Métodos de Ensayo NMX-C-155-ONNCCE-2014.

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, en México, D.F. O bien, en las instalaciones del IMCYC.

## ➤ Seguridad prefabricada

**E**s indudable que el concreto armado trajo consigo un rango mayor de seguridad cuando del desarrollo de las ciudades contemporáneas se habla, en todos lados podemos ver a este material que históricamente ha revolucionado la forma en que vivimos. Los sistemas de prefabricación, además han reducido los errores de manufactura propios del ser humano y con ello la industria ha expandido sus utilidades alcanzando soluciones que hoy no sólo se encuentran en tierra firme.

Ejemplo de ello es Living Shoreline Solutions Inc., empresa con sede en Estados Unidos (Dade City, Florida) que en años recientes ha brindado una solución eficaz para la protección de litorales y costas en todo el mundo ante la amenaza de movimientos telúricos que incrementan la marea, así como los procesos de erosión natural de arrecifes y playas.

Su principal objetivo es proteger de este problema a la costa oeste de los Estados Unidos y para ello, pretenden que en los próximos años se puedan reunir más de 500 millones de dólares para colocar entre 200 y 300 prismas piramidales de concreto prefabricado que tendrán una altura de 5 metros y que tienen una serie de perforaciones con lo cual se reducen las olas sin obstaculizarlas.

El primer caso de éxito se ha realizado en el parque nacional Egmont Key en el estado de Florida, una isla que es también un refugio natural (desde 1974) de especies salvajes (flora y fauna) que por su valor ambiental ha sido protegido con este sistema ya que en los últimos años ha reducido casi la mitad de su superficie por la erosión. En espera de que las autoridades del país norteamericano visualicen que el concreto prefabricado puede ser la solución para la protección del medio ambiente, la tecnología del concreto sigue poniéndose a prueba. **C**



Fotografías: Cortesía Living Shoreline Solutions



### Índice de Anunciantes

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES  
IMCYC

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

HENKEL CAPITAL S.A. DE C.V.

REVISTA EQUIPAR

TIERRA ARMADA S.A. DE C.V.

CICM

EQUIPO DE ENSAYE CONTROLS S.A. DE C.V.

OPTICRETOS S.A. DE C.V.

2ª DE FORROS

3ª DE FORROS

4ª DE FORROS

1

3

7

29

32 Y 33

39

Si desea anunciarse en la revista,  
contactar con:

Lic. Renato Moyssén

(55) 5322 5740 Ext. 216

rmoysen@mail.imcyc.com



buzon@mail.imcyc.com.



/Cyt imcyc

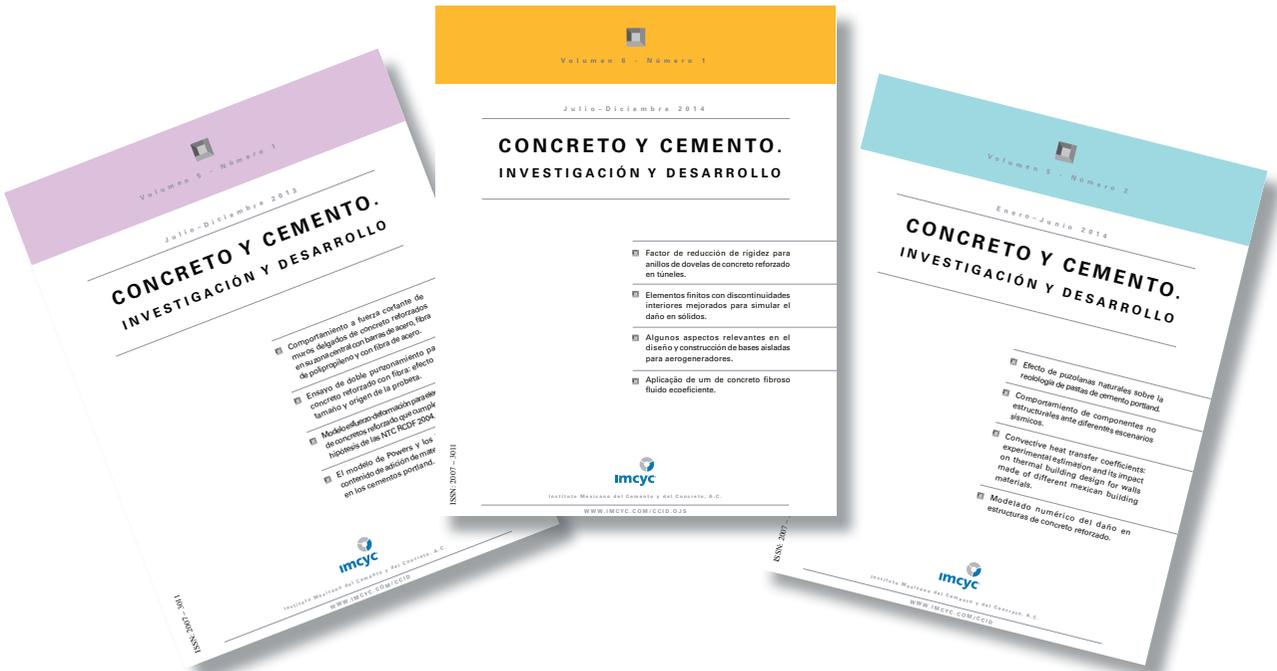


@Cement\_concrete



"Un mundo de  
soluciones  
en concreto"

# CONCRETO Y CEMENTO. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO



## Invita a los investigadores

de México, América Latina, Estados Unidos, Canadá,  
España y Portugal a publicar los resultados  
de sus investigaciones.

La única revista arbitrada en  
la materia, en América Latina  
e indexada por el CONACYT  
(Consejo Nacional de Ciencia  
y Tecnología).

Consulte Requisitos para Autores  
[www.imcyc.com/ccid](http://www.imcyc.com/ccid)  
y suba su artículo ON LINE



Nos comprometimos a impulsar el Programa de Infraestructura más importante para el crecimiento del país...

y estamos cumpliendo 



Al desarrollar el proyecto del Nuevo Aeropuerto como el generador de empleo más importante del país.



Al crecer el Sistema de Transporte Colectivo Metro del D.F. y Estado de México en un 25%.



Al construir la 2da. y 3ra. etapa del Tren Eléctrico de Guadalajara y la línea 3 del Metro de Monterrey.

