

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

AÑO **54** DESDE 1963

EN

Mayo 2017
Volumen 7
Número 2

CONCRETO[®]

WWW.REVISTACYT.COM.MX



PORTADA

**Panorama internacional
de los prefabricados de concreto**



\$60.00

ISSN 0187-7895

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



DIPLOMADOS

TECNOLOGÍA DEL CONCRETO



ESTRUCTURAS DE CONCRETO



DURACIÓN 120 HORAS EN 10 MÓDULOS
\$33,000 + I.V.A. c/u

Inician el 26 de mayo de 2017, concluyen en mayo de 2018

Insurgentes Sur 1846, Col. Florida,
Delegación Álvaro Obregón, C.P. 01030

Tel. 5322 5740

www.imcyc.com

IMPERMEABILIZANTES

SOMOS MÁS DE LO QUE IMAGINAS



DESCUBRE NUESTROS
IMPERMEABILIZANTES QUE PREVIENEN
Y DETIENEN FILTRACIONES Y HUMEDAD



DESCARGA LA APP
CONOCE NUESTRAS 7 LÍNEAS
Y DESCUBRE TODO LO QUE
PUEDES HACER CON FESTER



fester.com.mx

01 800 FESTER 7 (337837 7)

CATÁLOGO • FICHAS • TIENDAS

GROUTS Y
ANCLAJES

ADHESIVOS PARA
CONCRETO

AUXILIARES Y
ADITIVOS PARA
CONCRETO

SELLADORES Y
RESANADORES

REPARADORES

TRATAMIENTOS
PARA
SUPERFICIES

AVANCES EN LOS PREFABRICADOS DE CONCRETO

Los prefabricados de concreto son una opción vanguardista que además de ofrecer gran variedad de usos permiten ahorrar tiempo y dinero. Su durabilidad, resistencia y versatilidad continúan consolidándolos como una de las mejores alternativas en la construcción, así se muestra en la sección de PORTADA, donde se ejemplifican algunas de sus aplicaciones y ventajas. El concreto prefabricado puede ser estructural o arquitectónico.

En VOZ DEL EXPERTO contamos con la experiencia del Ing. Rogerio Venancio, gerente de servicios técnicos LATAM de *GCP Applied Technologies*, quien nos habla de la importancia de evitar los “*bugholes*”, pequeñas cavidades o burbujas presentes en la superficie del concreto con diámetro máximo de 15 mm, para prevenir imperfecciones estéticas. Menciona incluso las principales técnicas que pueden disminuir su aparición en las superficies verticales en los elementos de concreto. De la misma forma, buscamos destacar en TECNOLOGÍA la filosofía de la nueva norma ACI 562-16, su contenido, su relación con otros códigos o normas, algunos de sus requisitos destacables y, como influencia, un proyecto típico de reparación de concreto. En INGENIERÍA, el artículo del mes describe los usos de los paneles estructurales con prefabricados y de como optimizan la eficiencia de la construcción y proporcionan un aspecto decorativo usando mediante la variación del tamaño, textura y la forma de los paneles, para crear y responder estéticamente a las necesidades de los clientes.

Cada vez son más las empresas que reconocen que los prefabricados son una opción eficaz, rápida y versátil, muestra de ello se presenta en MEJOR EN CONCRETO, donde se aprecian diversos diseños, tipo de fabricación e instalación de elementos prefabricados en varios ambientes, públicos o privados, que cumplen con la misión de “vestir” un espacio con piezas funcionales que contengan al mismo tiempo funcionalidad, y un toque de distinción y elegancia. Sus aplicaciones saltan a la vista en hoteles, luminarias de camino (fibrocemento), escaleras, columnas, basureros y arbotantes de concreto.

Otro de los temas importantes de este número, se refiere al uso de materiales alternativos, es por ello que en ESPECIAL hablamos sobre el uso de la ceniza volante, la escoria granulada de alto horno, el humo de sílice y las puzolanas naturales y los beneficios que generan en el comportamiento del concreto hidráulico, ya que además de mejorar las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido, su uso ayuda a disminuir el deterioro del medio ambiente y al ahorro en el consumo de energía.

Y hablando de proyectos con prefabricados, la sección de INTERNACIONAL muestra su espectacular manejo en el proyecto [Misfit] fit de la prestigiosa firma de arquitectos *Batay-Csorba Arquitectos* establecida por Andrew Batay-Csorba y Jodi Batay-Csorba en Canadá. Una fachada de concreto prefabricado con grandes innovaciones a nivel de diseño y un reto tecnológico que demuestra las infinitas posibilidades del concreto, el cual puede aplicarse en diseños novedosos e impactantes sin demeritar en sus grandes ventajas a nivel constructivo. A nivel nacional, los prefabricados de concreto dan forma y eficacia a la ejecución del proyecto del Tren Interurbano México-Toluca, esta importante obra de ingeniería resolverá los problemas de movilidad urbana y unirá lazos entre estas dos importantes zonas del país. Además, el tiempo de construcción y calidad de la obra se han optimizado gracias al uso de prefabricados.

En QUIEN Y DÓNDE quisiéramos recordar y realizar un homenaje póstumo a una de las figuras más emblemáticas de la ingeniería mexicana, el Ing. Alejandro Graf López. Hombre de conducta intachable que supo construir una trayectoria limpia y profesional en el ámbito de la construcción.

Finalmente, el CONCRETÓN de este mes trae a ustedes la Norma Mexicana que establece el procedimiento a seguir para determinar la granulometría de la arena de sílice utilizada en la elaboración de morteros de cementantes hidráulicos y DIEZ EN CONCRETO hace una breve semblanza de algunas de las aplicaciones más usuales que se realizan con elementos prefabricados.

¡Agradecemos su lealtad y constante retroalimentación!

Los editores



DISEÑO
CERTIFICACIÓN
CALIDAD
SOPORTE TÉCNICO
EQUIPO



01 800 CONCRETO | 01 800 26627386



2 EDITORIAL

6 BUZÓN

8 NOTICIAS

- Noruega: túnel único en su tipo.
- Casas impresas en 3D.
- El tren que atraviesa departamentos.
- Aprovechamiento de energía gracias a las estructuras submarinas.
- Arranca construcción de Trolebici en CDMX.
- Nueva planta energética para el Metro CDMX.
- FOVISSSTE y la construcción de viviendas sustentables.
- Edificación de una montaña artificial de concreto.

12 POSIBILIDADES

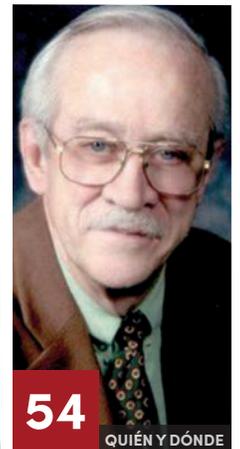
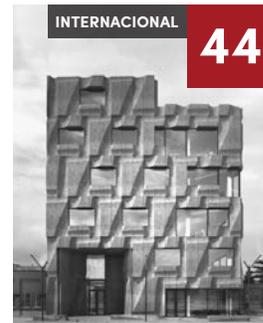
- Elementos prefabricados de concreto.
- Resistencia a tensión por reflexión/compresión.
- Deformidad del concreto.

16 PORTADA

Panorama internacional de los prefabricados de concreto

22 VOZ DEL EXPERTO

Bugholes: cómo disminuir los problemas estéticos en la elaboración de elementos prefabricados de concreto premezclado.



- 26 TECNOLOGÍA**
Novedades en la actualización del ACI 562-16. Evaluación, reparación y rehabilitación de edificaciones de concreto.
- 32 INGENIERÍA**
Consideraciones iniciales para la construcción de elementos de concreto hidráulico prefabricados.
- 38 MEJOR EN CONCRETO**
Prefabricados de concreto, materia prima del diseño arquitectónico.
- 40 ESPECIAL**
Evaluación físico-química de una ceniza para verificar su cumplimiento como material cementante suplementario para uso en concreto hidráulico.
- 44 INTERNACIONAL**
Innovación en tecnología y diseño con concreto prefabricado: [Misfit] Fit, Toronto.
- 50 ESTADOS**
El tren interurbano México Toluca: una conexión sobre rieles.
- 54 QUIÉN Y DÓNDE**
Alejandro Graf López: maestro, líder y patriarca responsable.
- 59 CONCRETÓN**
Granulometría de la arena de sílice. NMX-C-239-ONNCCE-2016.
- 63 DIEZ EN CONCRETO**
Estructuras de concreto y prefabricados.
- 64 PUNTO DE FUGA**
Ponga la basura en su lugar.

 buzon@mail.imcyc.com

 [/Cyt imcyc](#)

 [@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 DE
CONCRETO A. C. C.

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Lic. Miguel Garza Zambrano

Vicepresidentes

Lic Pedro Carranza Andresen

Ing. Daniel Méndez de la Peña

Ing. José Torres Alemany

IMCYC

Director General

Ing. Roberto Uribe Afif

Gerencia Administrativa

MA. Rodrigo Vega Valenzuela

Gerencia de Difusión y Enseñanza

MA. Soledad Moliné Venanzi

Gerencia Técnica

Ing. Mario Alberto Hernández Hernández

REVISTA CYT

Editor

MA. Soledad Moliné Venanzi

smoline@imcyc.com

Arte y Diseño

D.G. Norma Angélica Luna

nluna@imcyc.com

Colaboradores

Enrique Chao, Juan Fernando González,

Raquel Ochoa, Adriana Valdés

Comercialización

Verónica Andrade

(55) 5322 5740 Ext. 230

vandrade@imcyc.com

Victoria Barrera

(55) 5322 5740 Ext. 212

vbarrera@imcyc.com

Carlos Hernández

(55) 5322 5740 Ext. 212

chernandez@imcyc.com

Berenice Salas

(55) 5322 5740 Ext. 234

bsalas@imcyc.com

Adriana Villeda

(55) 5322 5740 Ext. 216

avilleda@imcyc.com



Circulación Certificada por:
PricewaterhouseCoopers México

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

Comentarios

"Disfruto mucho los temas relevantes que abordan en su publicación los textos son ágiles, amenos y de fácil entendimiento".

Ing. Francisco García López

"Agradezco profundamente su edición de tendencias del concreto: diseño, sustentabilidad y vanguardia, lo leí con gran interés".

Ing. Ramón Ley Cárdenas

"Espero cada mes su revista, aprendo y me mantengo al día de los avances de la industria y sus repercusiones".

Ing. Carlos López Gómez

"Me agrada mucho que sus expertos sean personalidades que están vigentes y que aportan temas de infraestructura nacional".

Ing. Mario Díaz Sánchez

"Son interesantes los obras que mencionan a nivel estatal, es prueba de que el avance en el país es constante".

Ing. Guadalupe Santos Hidalgo

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: smoline@mail.imcyc.com

IMCYC ES MIEMBRO DE:



Construcción y Tecnología en Concreto. Volumen 7, Número 2, Mayo 2017. Publicación mensual editada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., ubicado en Insurgentes Sur 1846, Col. Florida, Delegación Álvaro Obregón, C.P. 01030, Tel. 5322 5740, www.imcyc.com, correo electrónico para comentarios y/o suscripciones: smoline@mail.imcyc.com. Editor responsable: MA. 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: Preppensa Digital, S.A. de C.V., Caravaggio 30, Col. Mixcoac, México, D.F. Tel.: 5611 9653. Este número se terminó de imprimir el día 30 de Abril de 2017, con un tiraje de 5,000 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (IMCYC).

Precio del ejemplar **\$60.00 MN.**

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

ESTA REVISTA SE IMPRIME EN PAPEL SUSTENTABLE



ENFOCADOS EN PRODUCTOS DE ALTO DESEMPEÑO

Grace Construction Products, la marca de conocida y de confianza, tiene un nuevo nombre – GCP Applied Technologies. Nuestra larga historia de productos de alto desempeño nos lleva hacia el futuro. Hemos estado liderando las industrias de Construcción y de Empaques por generaciones. Este enfoque en alto desempeño nos ha llevado a la creación de cerca de 900 patentes y descubrimientos que han cambiado al mundo. De hecho, la industria de los aditivos de concreto empezó en Grace; nuestros super plastificantes, por ejemplo, han permitido que edificaciones alcancen alturas que previamente eran imposibles. Estamos enfocados en desarrollar productos con distintas ventajas de desempeño. Nuestra investigación en aditivos de concreto y cemento está creando como resultado una infraestructura global con una menor emisión de carbono.

GCP Applied Technologies —
Redefiniendo el estandar de desempeño

gcpat.com/performance

Aprenda más acerca de la historia de GCP Applied Technologies con respecto al desempeño e innovación. Visite nuestro sitio web.

PICTURED:
Zakim Bridge, Boston, USA

The visual piedmont of Boston's multi-billion dollar "Big Dig", this is the widest asymmetrical cable-stayed bridge in the world and the first in the United States.

THE BRAND YOU KNOW AND TRUST HAS A NEW NAME

GRACE





Noruega: Túnel único en su tipo



Pasando a través de una montaña, será el primer túnel marítimo en el mundo. Uno de sus principales propósitos es evitar que los barcos

naveguen por las peligrosas aguas del mar de la península de Stad, al suroeste de Noruega, en donde a menudo existen fuertes tormentas y marejadas y muchos navíos deben esperar a que se calmen las aguas antes de poder navegar frente a sus costas.

Se removerán ocho millones de toneladas de roca para abrir paso a un túnel para buques cuyas dimensiones serán 1.7 kilómetros de largo, 36 metros de ancho y 27 de alto. Por el cual podrán cruzar buques, cruceros, veleros, barcos a vapor y otras embarcaciones menores y se estima una afluencia de entre 70 y 120 naves al día.

Esta magna obra cuyo costo alcanza los 315 millones de dólares tendrá una duración de entre tres a cuatro años. **C**



Casas impresas en 3D

La primera casa construida en el lugar íntegramente con una impresora 3D está en Stupino Town, en la región de Moscú, la cual cuenta con área de 38 metros cuadrados y un costo de tan sólo 10 mil dólares, incluyendo cableado, acabados y aislamiento.

La construcción de los muros autoportantes, las paredes interiores y la envolvente se realizó in situ en un sólo día con una impresora tipo grúa que aplicó el material a su alrededor. La cual al terminar fue retirada desde el techo.

El proyecto que comenzó a fin de 2016 tiene como objetivo probar la capacidad y versatilidad de la máquina de impresión 3D y demostrar a la industria de la construcción que esta nueva tecnología será fundamental para las edificaciones del futuro. La impresora es de tamaño pequeño, fácil de transportar y no requiere una preparación previa prolongada ya que cuenta con un sistema de estabilización



propio, puede construir desde adentro y desde afuera y cumple con dos funciones: elabora la mezcla de materiales e imprime.

El material que funge como "tinta" es una mezcla compuesta por cemento que puede aplicarse en ambientes que superan los 5°, aunque la maquinaria puede emplearse con temperaturas inferiores a -35°. Se busca que se puedan usar nuevos materiales como los geopolímeros, que permitirán la impresión bajo cualquier condición climática. **C**



El tren que atraviesa departamentos



Al sureste de China, en la poblada ciudad de Chongqing, un grupo de arquitectos e ingenieros encontraron una solución para construir una

ruta de tren sin demoler ni un solo edificio en una urbe con problemas espaciales: hacer un monorriel que entra, literal, en una torre de viviendas de 19 pisos. Incluso a estación de Liziba de la Línea 2 del tren se encuentra dentro del edificio, entre los pisos sexto y octavo.

Para los residentes del edificio donde se construyó la estación Liziba, tener el paso del monorriel elevado no resulta una molestia ya que el sonido es similar al que hace un lavavajillas, gracias al material especial instalado durante su construcción.

En una ciudad con 49 millones de habitantes repartidos en 80,300 kilómetros cuadrados

exige soluciones creativas ante la urbanización y los problemas de espacio. **C**



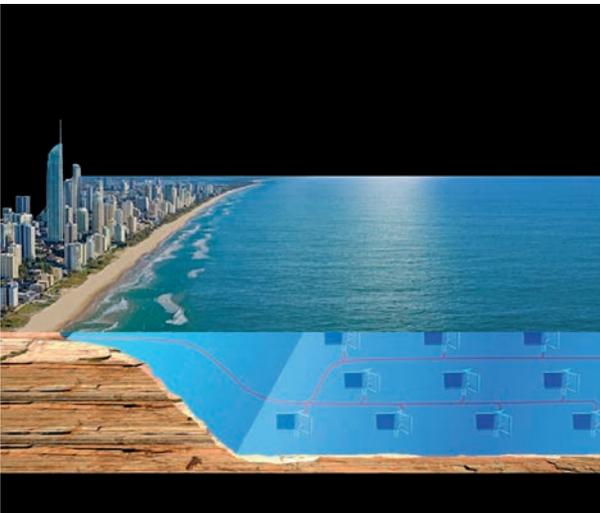
Aprovechamiento de energía gracias a las estructuras submarinas

En Ensenada, Baja California se está llevando a cabo el desarrollo de una estructura que sumergida en el mar sea capaz de focalizar la energía generada por las olas del mar, la cual será captada por un dispositivo desarrollado por especialistas del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California y

financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Secretaría de Energía.

Cada frente de ola produce una cantidad específica de energía, la energía generada en 100 metros de frente de ola será concentrada en 5 metros causando así que incremente artificialmente la cantidad de energía contenida en la estructura de captación para posteriormente transformarla en energía eléctrica.

Se han diseñado tres tipos diferentes de estructuras de concentración de energía para evaluar la eficiencia de focalización respecto a sus características físicas, estos diseños están siendo estudiados mediante simulaciones numéricas y prototipos a escala hechos con fibra de vidrio; sin embargo en la práctica las estructuras serían de elementos prefabricados de concreto y geotextiles. **C**





Arranca construcción de Trolebici en CDMX



Se tiene proyectada para los próximos meses la ampliación de infraestructura de transporte público multimodal y ciclista con 35 kilómetros más a la red de ciclovías, informó la Secretaría de Movilidad.

El proyecto consiste en acondicionar carriles de transporte público Trolebús de manera que puedan ser utilizados por ciclistas.

La propuesta fue elaborada por el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP) y la organización Bicitekas, en la que se contempla la intervención de la Línea A de Trolebús que van de la terminal de Autobuses del Norte a la Central de Autobuses del Sur, habilitando una ciclovía en Eje Central, agregando 35 kilómetros más a la red de ciclovías y favoreciendo el proyecto Ecobici.

Actualmente, en Corredor Cero Emisiones Eje 7-7A Sur, Línea D del Trolebús, se está implementado exitosamente la convivencia entre ciclistas y transporte público, ambos circulan sobre un carril confinado. Se tiene como objetivo garantizar la movilidad segura, tanto para peatones como para ciclistas y automovilistas. **C**



Nueva planta energética para el Metro CDMX

Se planea que a partir de 2018 el Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC) de la Ciudad de México use energía eléctrica generada a partir del tratamiento de basura recolectada de las distintas colonias de la Ciudad de México. La propuesta presentada ante el Jefe de Gobierno, Miguel Ángel Mancera y será el consorcio Proactiva Medio Ambiente-Veolia el encargado de diseñar, construir, operar y dar mantenimiento a la planta de aprovechamiento de residuos sólidos.

La planta estará ubicada en el Bordo de Poniente, el relleno sanitario más grande de América Latina; contará con 10 plantas de termovaloración y un contrato por 33 años, posterior a la expiración de este se llevará a cabo la construcción de un parque ecológico en las inmediaciones de la estación Tláhuac del Metro.

Únicamente en consumo de electricidad, el STC gasta entre 1,500 a 1,700 millones de pesos, la construcción del sistema podría bajar a la mitad el costo de las facturas, estimando que de energía al 50% de las redes del metro. **C**





Juntos participamos en las grandes obras de México



**QUIMICRET
CARBO A 20**

Aditivo líquido de alto
desempeño con alta
plasticidad y
sin segregación.

Utilizado para la fabricación de dovelas para
soportar los grandes esfuerzos a los que se
enfrentará el túnel del Tren México-Toluca,
aplicando más de 300, 000 litros.



La Planta de Imperquimia tiene la capacidad técnica y de producción para enfrentarse a las obras más importantes.

SOLUCIÓN

01800 (7378358)
RESUELVE



imperquimia.com



ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO



María del Carmen Martínez Bravo
mmartinez@imcyc.com

El concreto prefabricado se refiere a la colocación del concreto en alguna ubicación diferente de su posición final en la estructura, usualmente en una planta. Cuando estos elementos han sido curados hasta alcanzar una resistencia suficiente para su manejo, son removidos de sus moldes y trasladados a la estructura, el concreto prefabricado puede ser estructural o arquitectónico. El estructural incluye vigas, trabes, viguetas, columnas, pilas, pilotes, cabezas de pilotes, losas, paneles portantes de muros de carga, etc. Este concreto puede ser convencionalmente reforzado o presforzado. Referente al arquitectónico típico, incluye paneles de muros con ventanas, portaluces, coberturas de columnas, etc. Este concreto puede ser sin refuerzo, convencionalmente reforzado o presforzado.

El concreto presforzado contiene refuerzo de tensión, bien sea pretensado, postensado o una combinación de ambos, para incluir

esfuerzos internos que contrarrestan los esfuerzos de tensión inducidos por cargas impuestas. Este tipo de puede ser prefabricado o colocado en sitio. Cuando es prefabricado la tensión se aplica ya sea por pretensado o postensado, cuando se coloca en sitio los tendones son reforzados por postensado. En el pretensado, los tendones de refuerzo se instalan y se esfuerzan según se especifique, posteriormente el concreto es colocado y compactado alrededor de ellos para asegurar la adherencia adecuada a los tendones. Después de que el concreto desarrolló la resistencia mínima necesaria, se liberan los esfuerzos de tensión de los tendones y la adherencia entre el acero y el concreto produce la compresión requerida en el concreto.

El postensado requiere tensar los tendones después de que el concreto se ha endurecido, es colocado alrededor de huecos o ductos a través de los cuales se insertan los tendones de acero ya sea antes o después de la colocación del concreto, después de que el concreto desarrolla la resistencia mínima necesaria, los tendones son estirados a la tensión requerida y anclados al concreto en los extremos para retener la tensión en el acero y así desarrollar compresión en el concreto. Los tendones pueden permanecer sin adherencia, con grasa o cera insertada entre los tendones y ductos, o pueden ser adheridos por la lechada inyectada en los ductos. Algunos tendones son encapsulados en camisas de plástico selladas con calor sobre una parte o todo su tramo para evitar adherencia en donde se desee.

Con el objetivo de asegurar una producción exitosa de este tipo de concretos, los supervisores deben estudiar los requisitos del Proyecto y certificarse como Técnico en pruebas al concreto en la Obra - Grado I y Supervisor especializado en obras de concreto. **C**





RESISTENCIA A TENSIÓN POR FLEXIÓN / COMPRESIÓN

▼
María del Carmen Martínez Bravo
mmartinez@imcyc.com

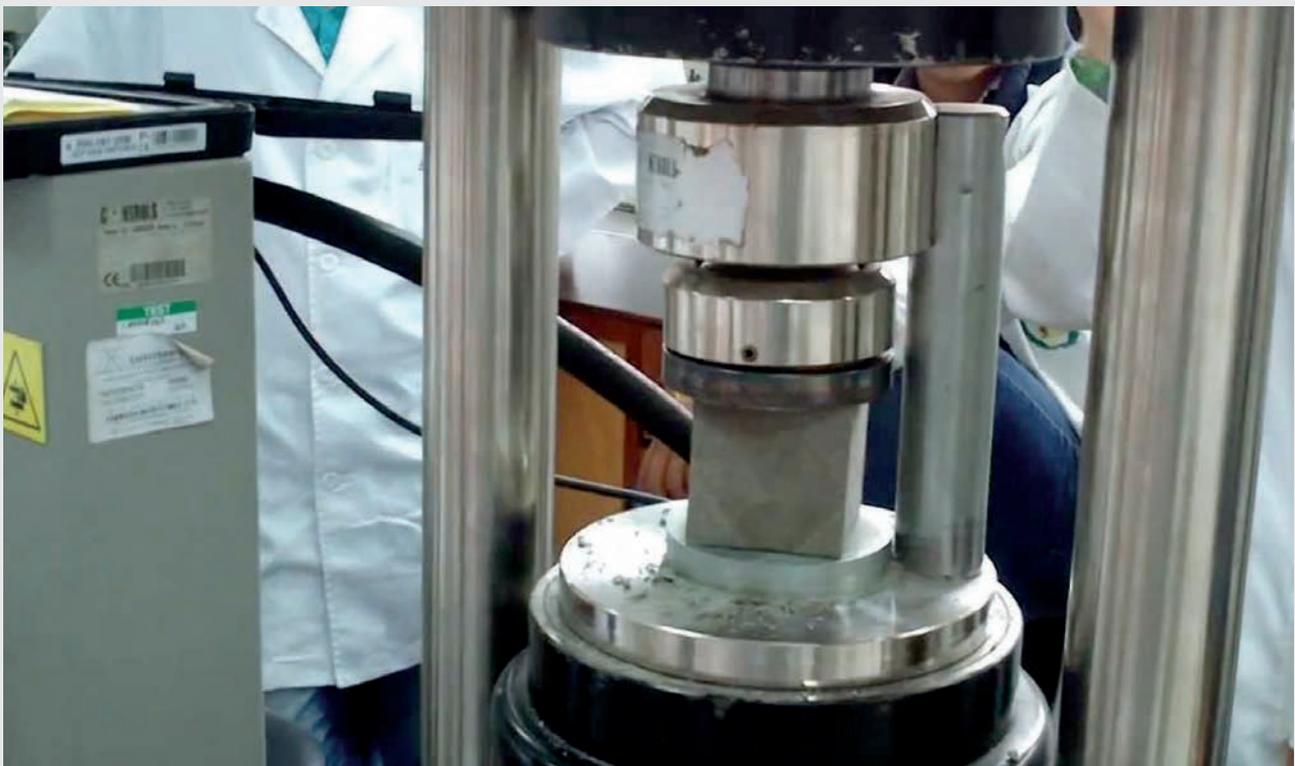
En la resistencia del concreto a tensión por flexión se encuentra influida por ciertas características y propiedades de los agregados tales como su dureza y resistencia, textura superficial y forma de la partícula, cuando estas características no son favorables se dificulta alcanzar altas resistencia a tensión por flexión aun empleando muy bajas relaciones a/c. Es necesario tener esto en cuenta cuando se realizan las indagaciones preliminares relativas al suministro de agregados.

Para definir la relación a/c para un diseño de concreto cuyo requisito es cumplir con una determinada resistencia de proyecto a tensión por flexión (f'_f) puede ser adecuado estimar la resistencia de proyecto a compresión (f'_c) la cual sería teóricamente correspondiente,

considerando que entre ambas resistencias existe una correlación:

$$f'_f = k\sqrt{f'_c}$$

Siendo el valor de K una variable en función principalmente de las propiedades y características de los agregados, particularmente del agregado grueso y el nivel de resistencia del concreto. Generalmente su intervalo de variación se encuentra entre 0.60 y 0.96 para resistencias expresadas en MPa. ⁽¹²⁶⁾ En particular tratándose del caso de un concreto Clase 1 de la Ciudad de México el valor de K recomendado es de 0.63 ⁽²⁵⁾ lo cual se sitúa en el límite inferior del intervalo de variación tal vez debido al modesto desempeño en este aspecto de los agregados que se utilizan.



$f'_f (MPa)$	RESISTENCIA A COMPRESIÓN CORRESPONDIENTE		Relación a/c estimada
	$f'_c (MPa)$	$f'_{cr} (MPa)^{(+)}$	
3.0	15.0	15.0 + 4.5	0.71
3.5	20.0	20.0 + 4.5	0.62
4.0	25.0	25.0 + 4.5	0.54
4.5	32.5	32.5 + 5.0	0.46
5.0	40.0	40.0 + 5.5	0.39
5.5	47.5	47.5 + (++)	(++)
6.0	57.5	57.5 + (++)	(++)

Con base a lo anterior, cuando contamos con agregados de buenas características y propiedades es posible considerar un valor medio para K del orden de 0.8 es decir, $f'_f = 0.8 \sqrt{f'_c}$. Por consiguiente es posible estimar la resistencia a la compresión correspondiente a partir de la resistencia a tensión por flexión mediante la expresión $f'_f = (f'_{cr} / 0.8)^2$. Una vez estimado el valor de la resistencia de proyecto a compresión correspondiente, procede definir la resistencia promedio requerida (f'_{cr}) con base a la siguiente Tabla, tomando en cuenta el grado de control en la producción y el nivel de la resistencia del concreto.

Con base en el conocimiento de f'_{cr} es posible establecer el valor de la relación a/c necesaria y de ahí continuar con el diseño

del concreto con base a los procedimientos usuales. En la tabla anterior se consideran valores de resistencia de 3 a 6 MPa, intervalo que suele operarse en la producción de concreto, considerando buenas condiciones de control de la calidad durante la producción del concreto. En el caso de los dos últimos valores, se consideran concretos de alta resistencia, por lo que el diseño del concreto requiere consideraciones especiales (ACI 211).

Para determinar la resistencia a la flexión y a la compresión del concreto se deben seguir los procedimientos con base a las normas NMX-C- ONNCCE / ASTM. **C**





DEFORMABILIDAD DEL CONCRETO

▼
María del Carmen Martínez Bravo
mmartinez@imcyc.com

El concreto endurecido al ser sometido a esfuerzos progresivos de compresión hasta la falla, exhibe deformaciones que denotan un comportamiento inelástico excepto en un intervalo inicial de esfuerzos inferiores a 40–45% del de falla en que ofrece un desempeño, semielástico. Esto último permite asignarle al concreto un módulo de elasticidad a compresión E_c el cual se determina por medio de los procedimientos con base a las normas NMX-C-ONNCCE / ASTM.

Los estudios que condujeron a la expresión de Módulo de elasticidad del concreto están resumidos en Pauw (1960) en donde E_c se define como la pendiente de la línea trazada desde un esfuerzo nulo hasta un esfuerzo de compresión de $0.45 f'_c$. El Módulo de elasticidad del concreto es sensible al módulo de elasticidad del agregado y la dosificación de la mezcla del concreto. Los valores medidos del Módulo de elasticidad pueden variar entre el 80 y el 120% de los valores calculados. De igual modo que el caso de la resistencia a tensión, el módulo de elasticidad (E_c) y la resistencia a compresión del concreto (f'_c) manifiestan una correlación del tipo $E_c = K\sqrt{f'_c}$ en donde el valor de K igualmente depende de los agregados, particularmente del agregado grueso, cuya propia deformabilidad actúa como límite del módulo elástico del concreto.

En caso de tener agregados de buena calidad y de peso normal (2,250 a 2,450 Kg/cm²) el Reglamento ACI 318 utiliza la siguiente expresión:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \text{ en MPa}$$

Este dato suele utilizarse para dimensionar elementos estructurales, definir la cantidad de acero de refuerzo, estimar deformaciones a partir de esfuerzos y calcular esfuerzos con base en

deformaciones, cuando es necesario el proyectista estructural especifica un Módulo de elasticidad en consonancia con la resistencia del proyecto, en este caso compete al constructor prever el suministro de una mezcla de concreto que permita satisfacer ambos requisitos de desempeño, resistencia y deformabilidad. Con este propósito, considerando la importancia de los agregados, es indispensable comprobar anticipadamente que se cumple con las expectativas del proyectista, las acciones a seguir son las siguientes:

- 1) *Seleccionar la relación a/c correspondiente al valor especificado E_c y f'_c*
- 2) *Ensayar 3 mezclas de concreto, una con el valor seleccionado de a/c y otras dos con una variación de ± 0.05 .*
- 3) *Determinar en cada mezcla la f'_c y el E_c a 28 días de edad.*
- 4) *Establecer por interpolación o extrapolación el valor ajustado de la relación a/c que permite satisfacer simultáneamente los valores de f'_c y E_c requeridos.*
- 5) *Ensayar una cuarta mezcla de concreto con esta última relación a/c para confirmar este cumplimiento.*

Cuando los resultados de estas pruebas hacen evidente la imposibilidad de alcanzar el valor del Módulo de elasticidad requerido, ni aun con menores relaciones a/c, lo que procede sería cambiar los agregados, especialmente los gruesos, por otros menos deformables, y repetir con ellos la misma secuencia de ensayos. En caso de que esta opción no sea factible, puede ser el caso, o los resultados no sean satisfactorios, se debe hacer del conocimiento de esta situación al proyectista estructural a fin de que considere realizar los cambios que sean necesarios. **C**

PANORAMA INTERNACIONAL DE LOS PREFABRICADOS DE CONCRETO



Por: Arq. Adriana Valdés Krieg



Cyt imcyc



@Cement_concrete

Fotografía: Google Images



La durabilidad, resistencia y versatilidad del concreto lo continúan consolidando día a día como una de las mejores alternativas en la construcción. Prueba de ello es que el uso de prefabricados de concreto ha permeado la industria constructora y las grandes obras de infraestructura desde hace varios años. Cabe señalar que de acuerdo a su relevancia cada año se realizan innovaciones con el uso de prefabricados siguiendo la intención ya sea de agilizar o de hacer más eficientes los procesos de construcción y de mejorar el desempeño de los materiales.

De manera paralela, también se han explorado las capacidades estéticas de los prefabricados y sus aplicaciones en proyectos arquitectónicos de vanguardia beneficiándose de las numerosas cualidades del concreto. En esta ocasión presentamos un panorama de algunas de las innovaciones recientes que involucran la aplicación de prefabricados de concreto en una escala internacional con la intención de rastrear las tendencias en prefabricados en un futuro cercano.

I - Prefabricados de concreto con impresión superficial o panel de concreto gráfico

Los paneles de concreto gráfico presentan una combinación interesante del uso de la impresión digital y las nuevas tecnologías para conseguir un resultado innovador. Para producir estos paneles se experimenta con diversos retardadores de fraguado y se imprime con retardador directamente sobre el encofrado. Con lo anterior es posible conseguir paneles de concreto prefabricado que reproduzcan cualquier imagen o fotografía. Esto resulta ideal para acabados de fachadas vanguardistas o inclusive para fines publicitarios.

II - Innovaciones con hormigón translúcido o conductor de luz

En la actualidad conviven dos variantes del concreto translúcido o conductor de luz.

En años recientes una de ellas fue generada en México y otra en Hungría. A continuación se mencionan las características de ambos materiales y sus componentes.

CONCRETO TRASLÚCIDO: INVENCION MEXICANA

Este innovador material se puede colar bajo el agua, es resistente a la corrosión y es 30 % más liviano que el concreto tradicional. Sin embargo, su principal ventaja es que permite el paso de 70 % de la luz natural y del calor en superficies de hasta 2 m de grosor. Este material está destinado principalmente a construcciones arquitectónicas con acabados estéticos, pero sus propiedades lo hacen ideal para emplearse en edificios ecológicos. No obstante, también se puede emplear en la edificación de plataformas marinas, presas, escolleras y taludes en zonas costeras, ya que sus componentes no se deterioran bajo el agua.

Características:

- *Su fabricación es similar a la del concreto común, ya que también se utilizan materiales como cemento blanco, agregados finos, agregados gruesos, fibras y agua.*
- *La diferencia es que se le incorpora un aditivo llamado Ilum, un polímero desarrollado por Joel Sosa y Sergio Omar Galván, ingenieros mexicanos egresados de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). Este aditivo le otorga al concreto la propiedad de permitir el paso de la luz.*
- *El concreto normal soporta un máximo de 350 kg/cm², mientras que el translúcido aguanta hasta 4,500 kg/cm².*
- *La resistencia del material no influye en su peso, pues el concreto translúcido es 30% más liviano que el concreto tradicional.*
- *La cimbra que sostiene provisionalmente una construcción hecha con concreto translúcido se puede retirar 48 horas después de haberse colocado, mientras que 90 % de su resistencia final se logra en menos de siete días.*



Productos y Aditivos para el Concreto

*Optimizan y mejoran
las propiedades de los concretos*

- *Desmoldantes*
- *Membranas de curado*
 - *Grouts*
- *Morteros para concreto*
 - *Adhesivos*



Busca a los expertos:
Línea PASA: 5870 0715 y 01800 7272 444
www.pasaimper.com

PASA, tecnología impermeable®



CONCRETO CONDUCTOR DE LUZ LITRACON, HUNGRÍA

Este tipo de concreto fue creado por el arquitecto húngaro Áron Losonczí. La principal diferencia entre ambos materiales es que mientras la pieza más grande de LiTraCon lograda hasta el momento mide apenas 30 por 60 cm, con el concreto traslúcido se pueden fabricar piezas más grandes. El LiTraCon permite ver formas y sombras a través de él, incluso con espesores de varios metros.

Características:

- *Componentes: 96% hormigón y 4% de fibra óptica. La fibra óptica se comporta como un simple aditivo por lo que las características mecánicas son similares a las del hormigón en masa.*
- *Densidad: 2100-2400 kg/m³*
- *Resistencia a compresión: 50N/mm²*
- *Resistencia a cortante: 7N/mm²*
- *Acabado: pulido*
- *Tamaño de los bloques: Tamaño máximo 1200x400 mm Espesor 25-500mm*
- *Colores: blanco, gris y negro*

III - Prefabricados que involucran concreto con impresoras 3D

En diversos países se realizan investigaciones e inversiones millonarias con el fin de buscar crear mecanismos eficientes y versátiles que logren incorporar la utilización de impresoras 3D para crear la estructura de una casa o edificio, en lugar de seguir con el proceso constructivo tradicional.

A nivel mundial destaca en primer lugar el caso de China en donde la compañía WinSun montó en años pasados diez casas en 24 horas, con un precio de 4.800 dólares por cada una de ellas. Cabe señalar que en la utilización de estas estructuras se utilizaron materiales residuales de otras construcciones como el cemento y otros residuos.

Para lograr el resultado obtenido la compañía utilizó cuatro impresoras 3D de gran tamaño para poder llegar a cubrir con garantías las proporciones de la casa, lo que implicó cubrir un espacio de 6 m de alto, por 10 m de ancho y 40 m de largo.

Recientemente, la misma compañía *Winsun Decoration Design Engineering Co.* desarrolló las construcciones más altas en 3D hasta la fecha en el parque industrial de Suzhou. Se trató de un bloque de departamentos de cinco pisos y de una mansión de 1,100 m², completamente decorada y lista para ser utilizada. Los edificios fueron edificados utilizando una impresora de 6.6 x 10 m de alto que acumula capas de una "tinta" hecha a base de una mezcla de fibra de vidrio, acero, cemento, agentes de endurecimiento y desechos de construcción reciclados.

Gracias a esta tecnología, la empresa fue capaz de imprimir las secciones de un edificio, las cuales son ensambladas de manera similar al proceso llevado a cabo con las placas de concreto prefabricadas, montando así la construcción definitiva. Cabe señalar que una vez demostradas las posibilidades, los dirigentes de la compañía tienen la intención de montar alrededor de cien fábricas a lo largo de China para refinar materiales y conseguir más materia prima para la construcción.

Ventajas de este sistema constructivo:

- *El éxito de esta tecnología radica en el uso de herramientas automatizadas que son combinadas con la robótica convencional.*
- *Entre las ventajas fundamentales se encuentran el acabado de las superficies y la velocidad de fabricación*
- *Menor cantidad de materiales (no necesita encofrados o sistemas de moldes)*
- *Menor consumo total de energía en todas las fases de construcción*
- *Menor pérdida de material (no produce desechos)*
- *Menor transporte de material, equipos y mano de obra*

Aunado a las innovaciones chinas anteriormente mencionadas, en la Universidad de Luxemburgo se está desarrollando el proyecto 'Freeform Construction Project'. Este proyecto de investigación lleva ya algunos años desarrollando piezas de hormigón de grandes dimensiones a través de la impresión 3D, entregando un rango inmenso de posibilidades a los procesos de manufactura y prefabricación en construcción y arquitectura. Lo que distingue este proyecto, es que a diferencia de las impresoras 3D tradicionales donde se utiliza yeso y pegamento; es que se utiliza concreto para generar estos nuevos componentes prefabricados a gran escala para la edificación.

De esta manera la impresión en concreto funciona en la base de una extrusión controlada de cemento a base de mortero, que es posicionado de manera precisa a través de información computacional. El proceso tiene un potencial considerable en arquitectura, ya que se pueden crear formas únicas sin la necesidad de materiales sólidos, utilizando los recursos de manera más eficiente. De acuerdo a lo visto, la impresión 3D parece ser una de las principales tendencias del concreto prefabricado para el futuro cercano en donde también se mezclan e intervienen otros materiales y elementos que de la mano del concreto logran avanzar a pasos rápidos y seguros en esta tecnología que aún se encuentra en su etapa inicial pero que cabe esperar será aplicada posteriormente en proyectos de gran escala.

IV - Concreto prefabricado para elementos arquitectónicos bioclimáticos

Recientemente MC Spain desarrolló un concreto de altas prestaciones, para la fabricación de elementos arquitectónicos bioclimáticos. Estos elementos aprovechan las condiciones climatológicas donde se ubican los edificios y, de este modo logran reducir los costos energéticos de los mismos. El objetivo de estos elementos bioclimáticos, que han sido fabricados en la empresa Casellas Xirgu, es el aprovechamiento de los procesos biológicos y las condiciones medioambientales del entorno. De este modo,



MC Spain desarrolló un concreto prefabricado reforzado con fibra de vidrio, así como con aditivos de tecnología Powerflow y aditivos reactivos puzolánicos como Centrilit NC. De acuerdo a su composición este hormigón ofrece resistencias a compresión de 120 MPa y a flexión de 22 MPa.

V - Concretos poliméricos

El concreto polimérico es aquel en el cual se sustituye parcial o totalmente, el cemento Portland por un polímero. En el caso del concreto lanzado la sustitución del cemento Portland es parcial. Cabe señalar que los hormigones poliméricos con sustitución total del cemento Portland por un polímero, se utilizan principalmente en prefabricados de concreto dado que tienen un fraguado muy rápido. son muy dúctiles y tienen una gran durabilidad.

Componentes:

- *Cemento Portland.*
- *Emulsión de polímero (poliésteres insaturados + estireno + catalizador endurecedor).*
- *Áridos.*
- *Eliminación parcial o total del agua de amasado.*
- *Fibras según las necesidades.*

Propiedades:

- *Dependen del tipo de polímero y de la cantidad utilizada.*
- *Fraguado muy rápido.*
- *Impermeable.*
- *Mayor durabilidad.*

- Resistente a la corrosión, a los ataques químicos, a los álcalis, al sulfato sódico y al ácido clorhídrico.
- Resistente al ciclo hielo-deshielo.
- Muy dúctil.
- Menor retracción.
- Buena adherencia a las armaduras y a los hormigones antiguos.
- Mejores características resistentes: a tracción y a flexión.
- Sensible a las altas temperaturas (se utilizan inhibidores).

Aplicaciones:

- En refuerzos y reparaciones de fraguado rápido, como concreto lanzado en capas de pequeños espesores.
- Como impermeabilizante y sellante de fisuras y juntas.

- Para reparar fisuras y grietas.
- Para rellenar taladros y huecos.
- Para reparar hormigones.
- Su uso más generalizado es en prefabricados.

A partir de esta breve revisión es posible tener una visión de algunas de las principales directrices que seguirá la producción e instalación de los concretos prefabricados en un futuro cercano. Como se ha visto las innovaciones se presentan a un ritmo acelerado y cada vez involucran tecnologías más novedosas, así como la convivencia del concreto con otros materiales. En la mayoría de los casos las innovaciones antes mencionadas también se preocupan por crear opciones que sean más amigables con el medio ambiente y muchas veces se adecuan a las necesidades de cada proyecto en particular. Seguiremos al pendiente del rumbo que tomarán estas tendencias. **C**

ADITIVOS ELEMENTS

Para una nueva era nuevas Soluciones



Fabricamos:
Aditivos para el concreto
Productos para pisos
industriales
Asesorías técnicas
Integración vertical
Private label

Ing. Rogerio Venancio

Ing. Rogerio Venancio, Gerente Servicios Técnicos LATAM, GCP Applied Technologies
Rogerio.venancio@gcpat.com

BUGHOLES: CÓMO DISMINUIR LOS PROBLEMAS ESTÉTICOS EN LA ELABORACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO PREMEZCLADO

El término en inglés “bugholes” es definido por el ACI 116R-90 como pequeñas cavidades o burbujas presentes en la superficie del concreto con diámetro máximo de 15 mm, sin embargo, es común encontrar burbujas con diámetros mayores. Las burbujas son generadas por el aire atrapado y/o el agua libre dentro del concreto en estado fresco que migra hacia la interfaz de la cimbra con la superficie del concreto, principalmente en las superficies verticales como muros y vigas como lo muestra la Figura 1:

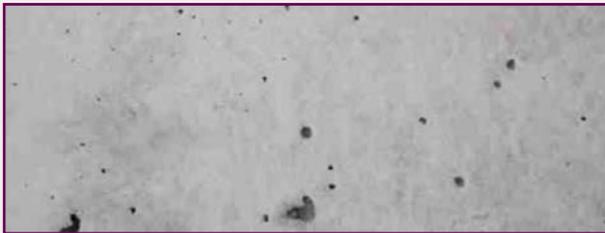


Figura 1: Burbujas en la superficie del concreto

El aire atrapado ocurre de forma natural durante el mezclado del concreto donde la pasta de cemento no logra llenar todos los espacios de la matriz cementicia. El aire atrapado es diferente del aire incorporado (incluido). El aire incorporado es intencionalmente añadido en el concreto con uso de aditivos incorporadores para fines de protección contra congelamiento y deshielo o para producir concretos ligeros utilizados como rellenos. Las burbujas de aire creadas por aditivos incorporadores, presentan diámetro entre 10 hasta 100 micrómetros y son difíciles de ver a simple vista.

El agua libre del concreto también es responsable en crear las burbujas en la superficie, puesto que se trata de agua adicional

utilizada para proporcionar la trabajabilidad del concreto, o sea, no es absorbida por los agregados ni consumida por el proceso de hidratación del cemento, donde una parte de esta agua fácilmente migra hacia la superficie del concreto a través de la exudación, otra parte queda envuelta por toda la matriz cementicia y obviamente otra parte migra hacia la interfaz de la cimbra con la superficie del concreto formando las burbujas después de que el agua se evapora. Cuanto más viscoso es el concreto, mayor es la posibilidad de aparición de burbujas en las superficies verticales de los elementos debido al aire atrapado o el agua libre que tiende a quedar más retenida en la matriz cementicia.

Las burbujas en la superficie de los elementos prefabricados de concreto premezclado ocasionan problemas estéticos, donde frecuentemente es necesario rellenarlas con pastas de cemento, provocando disminución en la productividad de las plantas de concreto y aumentando los costos. Habiendo mencionado los principales mecanismos que contribuyen para la formación de burbujas, resulta más fácil entender las principales técnicas que pueden disminuir su aparición en las superficies verticales en los elementos de concreto, considerando que es prácticamente imposible eliminar todas las burbujas.

Las principales técnicas se describen a continuación:

- **Aumento de la energía y modo de vibrado**
Para lograr disminuir las burbujas, al momento del vaciado del concreto en la cimbra, se debe colocar el concreto en capas delgadas. En el caso de uso de vibrador de inmersión, se debe evitar tocar el vibrador en la superficie de la cimbra.

ENFOCADO EN ALTO DESEMPEÑO

Soluciones en
aditivos
para cemento
y concreto

Reductores de
agua de alto
rango

ADVA™

- Adecuado para varias aplicaciones con un rango variado de relación agua/cemento
- Larga permanencia sin retraso de fraguado
- Rápido desarrollo de resistencias iniciales
- Eficiente control reológico

Phoenix Aeropuerto

LA MARCA CONOCIDA Y DE CONFIANZA, TIENE UN NUEVO NOMBRE

GRACE



Más
información
visite nuestro sitio Web
GCPAT.com/innovation



Figura 2: Efecto del espesor del aceite desmoldante en la aparición de burbujas en la superficie.

- **Utilizar concretos más trabajables**

El uso de un concreto autocompactable con menor tensión de cizallamiento (menos viscosos) y con distribución granulométrica óptima, reduce la necesidad de vibración provocando una mayor facilidad de las burbujas para salir por la parte superior, lo que resulta en superficies verticales con menor formación de burbujas. Además, los concretos autocompactables, son producidos con el uso de superplastificantes de alta dispersión, es decir, presentan óptima trabajabilidad sin tener necesariamente una alta cantidad de agua libre.

- **Mejorar las técnicas de colado (vaciado) del concreto en los elementos**

Utilizar mejores técnicas de colado del concreto como por ejemplo evitar la formación de remolinos o tiros directos desde grandes alturas, también favorece la disminución de burbujas, considerando que durante el vaciado, es ideal que el concreto resbale por la cimbra en vez de solamente caer.

- **Mantener las caras internas de las cimbras siempre limpias**

Las superficies de las cimbras que se encuentren sucias con restos de concreto que provoca irregularidades en dichas caras, dificulta la salida de las burbujas hacia la superficie del concreto. Lo ideal es que las cimbras tengan siempre superficies lisas.

- **Utilizar aceites desmoldantes de buena calidad y aplicarlos correctamente**

El aceite desmoldante tiene un papel fundamental en la calidad de las superficies. Los aceites de baja calidad generalmente pueden crear muchas burbujas. Lo ideal es que el aceite desmoldante sea capaz

de crear una película fina, homogénea y jabonosa que posibilite a la burbuja resbalar hacia la superficie del concreto. En la figura 2 se observa un ejemplo del impacto del espesor del aceite desmoldante en la aparición de burbujas en la superficie.

No hay un requerimiento normativo para definir el grado de burbujas admisibles, pero actualmente existen algunos procedimientos en desarrollo para intentar cuantificar el porcentaje admisible de burbujas en las superficies verticales de los elementos. Este procedimiento consiste básicamente en tomar una fotografía de la superficie y someter la imagen a un análisis a través de un software específico. El software tiene la capacidad de calcular el área de las burbujas (píxeles negros) con relación al área total (píxeles blanco) de la superficie del concreto considerada (Figura 3).



Figura 3: Análisis de imagen - Cálculo de la fracción de burbujas - Píxeles negros versus píxeles blancos. aparición de burbujas en la superficie.

Como se ha visto, la formación de burbujas en las superficies verticales de los elementos, puede dejar de ser un dolor de cabeza para la industria de los prefabricados, cuando se adopten sistemas de soluciones tecnológicas que engloban desde la optimización de la mezcla de concreto, las técnicas de aplicación del concreto y la utilización de aceites desmoldantes de buena calidad, así como su correcta aplicación. **C**



CONCRETOS FORTALEZA



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

La capacidad instalada es de 40,000 m³ mensuales; sin embargo, la capacidad de suministro es del orden de los 25,000 m³. Cuenta con una flota moderna de 45 camiones, todos equipados con GPS y conectados al despacho central para tener una mayor eficiencia en el servicio al cliente; además, los camiones tienen una serie de equipamientos que lo hacen amigable con la sociedad otorgando un margen de seguridad a ciclistas, motociclistas y automovilistas en general.

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



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

Actualmente cuenta con una plantilla de 65 personas, el volumen per cápita es por encima a los 3500 m³.

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

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



¡De esto estamos hechos!



Ing. Gustavo Tumialan.
Ph.D., F.A.C.I.
Simpson Gumpertz
and Heger, Miembro
del Comité ACI 562.
Estados Unidos.



Reproducción autorizada
por la revista Noticreto
137, de Julio – Agosto 2016.
Editada por la Asociación
Colombiana de Productores
de Concreto – ASOCRETO.

Novedades en la actualización del ACI 562-16 Evaluación, reparación y rehabilitación de edificaciones de concreto



➤ *Prueba de carga de una losa de concreto con gatos hidráulicos.*
Foto: Cortesía Simpson Gumpertz and Heger.

Este artículo describe la filosofía de la nueva norma ACI 562-16, su contenido, su relación con otros códigos o normas, algunos de sus requisitos destacables y, como influencia, un proyecto típico de reparación de concreto.

INTRODUCCIÓN

Se estima que los proyectos de reparación de edificios de concreto en los Estados Unidos cuesta entre 18,000 y 25,000 millones de dólares cada año, y se calcula que una porción significativa de tales proyectos, alrededor del 50%, se dedica a corregir reparaciones que no han tenido un desempeño satisfactorio, especialmente por fallas en el diseño y/o construcción de las reparaciones, y a errores en la selección de los métodos o de los materiales.

La ausencia de una norma específica para la reparación de edificaciones de concreto multiplica la variedad de prácticas para la evaluación y reparación, y resta la confianza en la efectividad y durabilidad de las reparaciones. Adicionalmente –y debido a la ausencia de una norma específica para estructuras existentes– con mucha frecuencia las decisiones sobre la manera de reparar una estructura conllevan a satisfacer los criterios de normas dirigidas a edificaciones nuevas, como es el caso del ACI 318. Por lo mismo, las reparaciones pueden resultar con frecuencia demasiado costosas o hasta puede que se decida demoler y reconstruir.

En 2004, el *American Concrete Institute (ACI)* junto al *International Concrete Repair Institute (ICRI)* y otras entidades como universidades, ingenieros, contratistas y fabricantes desarrollaron un plan estratégico para la industria de la reparación, protección y reforzamiento de estructuras de concreto en los Estados Unidos, recogido en el documento titulado *Vision 2020*.

Entre sus objetivos, Vision 2020 incluía el desarrollo de una norma para la reparación/rehabilitación de concreto que debía cumplir los siguientes objetivos específicos:

- Establecer las prácticas y requisitos para la evaluación, diseño, selección de materiales y construcción de las reparaciones.
- Elevar el nivel y mejorar el desempeño de las reparaciones.
- Establecer responsabilidades claras entre propietario, ingenieros y contratistas.
- Proveer a los encargados de estudiar, tramitar y otorgar licencias de construcción los medios para evaluar el diseño de la rehabilitación.

Siguiendo los lineamientos de Vision 2020, en 2006 el ACI estableció el Comité 562 – Evaluación, Reparación y Rehabilitación de Edificaciones de Concreto, cuya misión principal es desarrollar la norma. Después de varios años de trabajo, en 2013 el Comité 562 publicó el documento *Code Requirements for Evaluation, Repair and Rehabilitation of Concrete Buildings* (ACI 562-13). Similarmente al ACI 318, el ACI 562 debe ser actualizado siguiendo el denominado “ciclo del código” del *International Building Code* (IBC) y *International Existing Building Code* (IEBC) que es de tres años. Recientemente ha sido publicada una nueva edición del ACI 562, el (ACI 562-16).

FILOSOFÍA DE LA NORMA ACI 562

El objetivo principal del ACI 562 es establecer requisitos mínimos para evaluar y reparar estructuras de concreto, que resulten en alternativas económicas para la reparación y protección, pero que, ante todo, preserven la vida y protejan el patrimonio.

El ACI 562 reconoce que las edificaciones existentes de concreto incluyen enorme variedad de sistemas y elementos estructurales, que tienen diferentes antigüedades, que fueron diseñadas con diferentes códigos y construidas con diversos materiales, muchos de ellos ya en desuso, y que por lo tanto pueden exhibir deterioro y un sinnúmero

de problemas estructurales. Es así como, ante la gran variedad de problemas que pueden encontrarse en los proyectos de reparación y rehabilitación, el ACI 562 no es una norma con requisitos prescriptivos, por el contrario, ofrece requisitos basados en el desempeño de tal manera que permite la flexibilidad en la evaluación de las estructuras y en el diseño de las reparaciones. Este enfoque admite diferentes criterios de ingeniería, fundamentados en la teoría y la práctica, y además fomenta la aplicación de soluciones creativas para planear las reparaciones, ya que para un problema puede haber diferentes soluciones.

APLICABILIDAD DEL ACI 562

El ACI 562 es aplicable a proyectos de evaluación, reparación y rehabilitación de edificaciones existentes. Una edificación es existente cuando está en uso permanente y tiene permiso legal de ocupación o de uso. Esto implica que si durante la construcción de una edificación surge algún problema que exige una evaluación o reparación, esta se debería realizar en el marco del ACI 318 porque la edificación aún no está en uso.

Las provisiones del ACI 562 cubren elementos de concreto estructurales de la superestructura y la subestructura, incluyendo elementos estructurales prefabricados de concreto. También cubren elementos no estructurales cuando el deterioro o falla representan un riesgo para la integridad física de las personas. Un ejemplo de esto es el de los parapetos de concreto que, en caso de mostrar deterioro, pueden dejar caer pedazos de concreto o colapsar del todo.

ORGANIZACIÓN DEL ACI 562

La organización de la norma ACI 562 sigue intuitivamente la secuencia de las fases de un proyecto de reparación de estructuras de concreto. Los tres primeros capítulos proveen criterios para establecer los requerimientos y parámetros del proyecto, el código base de diseño y otros requisitos generales. El código base de diseño es el código local que reglamenta las condiciones bajo las cuales deben diseñarse y construirse las evaluaciones y reparaciones estructurales.

CAPITULO	TITULO	DESCRIPCIÓN
Capítulo 1	Requisitos generales	Información general respecto al código base para el diseño y otra información general.
Capítulo 2	Notaciones y definiciones	Definiciones de la terminología y notaciones usadas en la norma.
Capítulo 3	Normas referidas	Lista de normas o estándares usadas en la norma.
Capítulo 4	Base del diseño	Código base para el diseño y métodos de conformidad.
Capítulo 5	Cargas, combinaciones de carga y factores de reducción	Combinaciones de cargas y factores de reducción para el uso en la evaluación y diseño.
Capítulo 6	Evaluación y análisis	Consideraciones y procedimientos para la evaluación y análisis de edificaciones existentes.
Capítulo 7	Diseño de las reparaciones estructurales	Criterios para el diseño de las reparaciones estructurales.
Capítulo 8	Durabilidad	Criterios para la durabilidad de las reparaciones.
Capítulo 9	Construcción	Consideraciones durante la construcción, incluyendo requisitos para estabilidad y apuntalamiento.
Capítulo 10	Aseguramiento de la calidad	Consideraciones de pruebas de campo y laboratorio para el aseguramiento de la calidad.
Capítulo 11	Referencias	Lista de referencias usadas en los comentarios a la norma.

► **Tabla 1 – Contenido del ACI 562.**
Foto: Cortesía ACI.

En los Estados Unidos el código base es generalmente el código de cada jurisdicción (estado, ciudad) que en muchas ocasiones es el IBC o IEBC adoptado por la jurisdicción después de introducir ciertas enmiendas. En el caso de Colombia, el código base de diseño sería la NSR-10.

Los capítulos 4, 5 y 6 proveen requisitos relacionados con la investigación de campo, la evaluación de la estructura y el análisis. Los capítulos 7 y 8 enumeran requisitos para el diseño de las reparaciones y los criterios de durabilidad a ser incorporados en las reparaciones. Los capítulos 9 y 10 enumeran requisitos relacionados con la implementación de las reparaciones, como son la construcción y el aseguramiento de la calidad. La Tabla 1 presenta los diferentes capítulos del ACI 562.

RELACIÓN ENTRE EL ACI 562 Y EL ACI 318

El ACI 562 se apoya en el ACI 318-14 como recurso para diseñar las reparaciones estructurales. Por ejemplo, los requisitos de adherencia entre el material de reparación y el elemento de concreto descritos en el Capítulo 7 del ACI 562-16 fueron desarrollados a partir de los requisitos para corte horizontal en el Capítulo 16 del ACI 318-14.

En el Capítulo 5 del ACI 562-16, las combinaciones de carga para el análisis de las estructuras y diseño de las reparaciones, así como los factores de reducción, son similares a los que se incluyen en los Capítulos 5 y 21 del ACI 318-14. De igual manera, se incluyen en el Capítulo 27 del ACI 318-14 los factores de reducción cuando se han verificado las dimensiones, geometría y propiedades de elementos estructurales existentes.

ALGUNOS REQUISITOS IMPORTANTES DEL ACI 562

La mayor parte de los ingenieros que trabajan en el diseño y reparación de estructuras de concreto están familiarizados con varios de los procedimientos especificados en el ACI 562-16. Ciertamente existen procedimientos que requieren adquirir conocimientos o desarrollar nuevas habilidades para aplicar la norma. Algunos ejemplos de estos conocimientos o habilidades son la evaluación de las condiciones existentes de estructuras, uso de pruebas no destructivas, comprensión de las causas del deterioro del concreto y de las deficiencias estructurales, análisis estructurales no convencionales, diferentes estrategias y materiales de reparación, e inspección del proceso de reparación.

EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

Las propiedades y dimensiones que describen los planos y especificaciones originales pueden utilizarse para evaluar estructuras existentes. El ACI 562-16 también permite el uso de propiedades históricas de los materiales, para lo cual incluye unas tablas que enumeran las propiedades históricas para el concreto y el refuerzo de acero utilizados a través de diferentes periodos del siglo XX. El ACI 562-16 fomenta la aplicación de pruebas de campo y laboratorio para obtener propiedades in-situ de los materiales, así como el uso de dimensiones de la estructura obtenidas o verificadas con mediciones de campo. En tales casos, el ACI 562-16 permite aplicar mayores factores de reducción: por ejemplo, en el caso de flexión se usa un valor de 1,0 en vez de 0,9. La evaluación estructural siempre debe considerar los efectos del deterioro, en las propiedades y secciones de los elementos estructurales.

Una herramienta útil en la evaluación de estructuras son las pruebas de carga. ACI 562-16 especifica el uso del ACI 437-13 (*Code Requirements for Load Testing of Existing Concrete Structures*), que incluye protocolos y criterios de aceptación para pruebas de cargas según los métodos monofónicos y cíclicos de la carga.

DISEÑO DE REPARACIONES ESTRUCTURALES

El diseño de las reparaciones estructurales en el marco del ACI 562-16 se basa en principios del comportamiento y diseño de concreto estructural, que en muchos casos son aplicados en el diseño de estructuras nuevas siguiendo el ACI 318. De esta manera, las estructuras reparadas o reforzadas



➤ Reforzamiento de vigas con materiales compuestos FRP.
Foto: Cortesía BASF.

deben tener resistencias mayores o iguales que la demanda basada en combinaciones de carga mayoradas, y deben tener suficiente rigidez para prevenir problemas durante su vida útil de servicio. También el diseño del reforzamiento debe incluir principios de compatibilidad de deformaciones y equilibrio de fuerza.

El ACI 562-16 incluye requisitos exclusivos del diseño de las reparaciones y pone énfasis a consideraciones sobre el comportamiento de la estructura durante todas las fases del proceso de reparación que, de ser ignoradas, llevan a ineficiencias o fallas de la reparación. Enumera requisitos para la adherencia entre el material de reparación y el sustrato de concreto, consideraciones para la interacción entre los elementos reparados o reforzados con el resto de la estructura, además de consideraciones para la selección de materiales y detalles a incluir en las reparaciones.

Es de resaltar que el ACI 562-16 permite el uso de materiales compuestos de polímeros reforzados con fibra (FRP) para el reforzamiento de elementos estructurales. Los comentarios en la norma hacen referencia a documentos publicados por el comité ACI 440 para garantizar que el diseño sea propiamente realizado y el refuerzo de FRP sea incorporado a los elementos estructurales existentes.

DURABILIDAD

Uno de los objetivos más importantes del ACI 562 es lograr reparaciones duraderas, pues el alto número de reparaciones que fallan se debe a la falta de consideraciones adecuadas a la durabilidad. En estructuras reparadas este no es un aspecto simple, pues depende del tipo de estructura, de su exposición al ambiente que la rodea, y de la vida de servicio deseada.

Cuando sea aplicable, el ACI 562-16 exige que el diseño de la reparación incluya aspectos de durabilidad que deben considerar la interacción del área reparada con el resto de la estructura. Un ejemplo es la recomendación para el uso de ánodos en las reparaciones a fin prevenir el “efecto del anillo anódico” en concreto adyacente, que es una indicación de corrosión del refuerzo en zonas que inicialmente no mostraban deterioro.



➤ **Ánodos en la reparación de concreto deteriorado debido a corrosión del refuerzo.**
Foto: Cortesía Simpson Gumpertz and Heger

Otro ejemplo son las consideraciones para seleccionar un sistema de protección que ofrezca una reparación duradera. Estos sistemas pueden incluir impermeabilizantes, sellantes, recubrimientos anti-carbonatación, ánodos, etc.

La ausencia o la deficiencia en el mantenimiento de estructuras expuestas al medio ambiente puede llevar a que las reparaciones no sean duraderas o que aparezcan nuevas áreas con deterioro. Hasta las estructuras con algún nivel de protección pueden deteriorarse si, por ejemplo, no se reparan los recubrimientos y las juntas o fisuras selladas. Aunque la frecuencia del mantenimiento es dictada por el dueño de la estructura, el ACI 562-16 exige que el ingeniero responsable por las reparaciones trace lineamientos para el mantenimiento de la estructura una vez esta sea reparada de tal manera que el dueño sepa las necesidades de mantenimiento específicas.

CONSTRUCCIÓN

La reparación de elementos estructurales – en particular la remoción de materiales o de elementos estructurales adyacentes– pueden debilitar temporalmente la estructura y crear efectos adversos a la estabilidad local o global. Entre otros ejemplos, la remoción parcial o total de una viga aumenta la altura no soportada de una columna, la remoción de concreto y de estribos en una columna puede producir pandeo local del refuerzo vertical, y la remoción o reparación de un elemento estructural puede causar sobreesfuerzos en otros elementos estructurales.

El ACI 562-16 incluye consideraciones para asegurar la estabilidad de los elementos estructurales durante la construcción de las reparaciones. La norma exige particularmente que los planos y especificaciones definan requisitos para mantener la estabilidad estructural, como el apuntalamiento o arriostamiento de los elementos durante todas las fases de la reparación.

Un punto a resaltar es que el ACI 562-16 no demanda que el ingeniero responsable del proyecto diseñe el apuntalamiento o arriostamiento porque es una responsabilidad típica del contratista. En tal sentido requiere que el apuntalamiento o arriostamiento sea diseñado por un ingeniero que trabaje directamente para el contratista.

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

El ACI 562-16 determina que los planos o especificaciones incluyan requisitos para inspeccionar las reparaciones durante la construcción y una vez que estén construidas. También exige incluir las pruebas de campo o de laboratorio requeridas por el código base. Como en cualquier proyecto, el ingeniero puede especificar pruebas adicionales si las características del proyecto y su criterio así lo requieren. El comentario de la norma incluye una lista de ítems y ensayos que se pueden incluir en programa de control de calidad.



➤ **Apuntalamiento y arriostamiento durante el remplazo de losas de concreto deterioradas.**
Foto: Cortesía Simpson Gumpertz and Heger

IMPACTO DEL ACI 562

El ACI 562-16 expone requisitos mínimos para evaluar y reparar estructuras de concreto con el objeto de defender la vida y proteger el patrimonio. Esta norma señala el estándar de cuidado a seguir por los ingenieros en proyectos de este tipo. La utilización del ACI 562-16 suministrará a los ingenieros requisitos consistentes para la evaluación y reparación de estructuras de concreto. Así mismo proveerá a los encargados de expedir licencias de construcción los medios para examinar los planos y las especificaciones. **C**

Tecnología aplicada para un concreto de mejor calidad



AIRtrac™ y ADVA Cast 585 proporcionan un sistema completo para controlar el aire.

- AIRtrac™ **mide** el contenido total del aire y la temperatura, durante el mezclado.
- AIRtrac™ ayuda a **controlar**. Produce visibilidad completa a través de tableros con indicadores de desempeño. Usa la información para hacer ajustes a los diseños, mejorar la calidad y eficiencia, y reducir el concreto fuera de especificación.
- AIRtrac™ **monitorea** en tiempo-real la información en la planta de mezclado y vía remota iPhone app.
- **Desempeño** – Use Adva® Cast 585 aditivo reductor de agua de alto desempeño, especialmente formulado para la Industria del concreto prefabricado/prestresado para proveer un sistema de aire controlado de superior calidad.



Ing. Luis García Chowell,
Asesor de Dirección General
del IMCYC.
lgarcia@mail.imcyc.com



Fotografías: Google Images

Consideraciones iniciales para la construcción de elementos de concreto hidráulico prefabricados



La amplia popularidad del concreto hidráulico como material de construcción es atribuible a que encuentra disponible en casi todos los sitios de la república y del mundo y a las propiedades que le imparten sus constituyentes; es relativamente sencillo y fácil de fabricar y moldear y, comparándolo con otros materiales, es económico y durable en su estado final endurecido. La sencillez de su elaboración y la versatilidad de sus características ha propiciado que se ofrezca a la industria de la construcción en diferentes formas; una de estas formas es como elemento estructural prefabricado, presentación que en fechas recientes se ha elevado su demanda como por ejemplo en paneles estructurales arquitectónicos con lo que se aumenta la eficiencia de la construcción y que además les proporciona un aspecto decorativo usando materiales de recubrimiento y variando el tamaño, textura y la forma de los paneles, para crear y responder estéticamente a las necesidades de los clientes. Otra forma de elaborar elementos prefabricados, que también ha incrementado su demanda, es la técnica de colar elementos de concretos en posición horizontal en el sitio de la obra y después, voltearlos a su posición final en la estructura (tilt-up).

Los paneles prefabricados para muros, pueden ser de dos clases para soportar carga y para no soportar cargas; ambas clases de paneles se pueden fabricar con concreto de masa normal o con concreto ligero en una planta de producción en donde se establece la calidad del producto, la cual se mantiene en forma constante.

Su producción se puede dirigir a varios tipos de paneles, como por ejemplo: Paneles sólidos; paneles aislantes; paneles esculturales, paneles con huecos, etc. Poniendo énfasis en los paneles para muros con presentación arquitectónica como paneles con terminado de la superficie con agregado expuesto o de superficies lisas y tersas.

En este tipo de construcción de elementos estructurales, los convenios contractuales deben señalar con claridad la asignación de la autoridad y las responsabilidades para los diseñadores y para los constructores de estructuras de concreto prefabricado con la finalidad de que posteriormente se eliminen discusiones y controversias ya que éstas, pueden ser situaciones particularmente penosas cuando las partes involucradas difieren o no están de acuerdo sobre definiciones básicas y sobre decisiones provenientes de la autoridad especificadora. El Comité ACI 533 ha publicado un suplemento de guías para el diseño el cual debe ser utilizado junto con el Reglamento ACI 318.

En México, la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural ha integrado un comité para la revisión estructural de diseños para diferentes tipos de estructuras con objeto de que se eliminen

defectos o deficiencias y así poder garantizar a la sociedad un diseño seguro y eficiente desde el punto de vista de comportamiento estructural; en el caso de elementos prefabricados, esta revisión y aprobación de un diseño y las tolerancias en los elementos, es muy conveniente por ser una fabricación en serie que involucra mucho dinero y tiempo.

MATERIALES

Los materiales que se utilizan en la fabricación y erección de los paneles de concreto prefabricados para muros, son los mismos que se utilizan para elaborar concreto estructural en el sitio de la obra, aunque también en los paneles prefabricados de concreto para muros, frecuentemente se utilizan materiales especiales en los que se incluyen agregados para ser expuestos y para recubrimientos con el objetivo de mejorar la apariencia estética, aditivos especiales, insertos, etc.

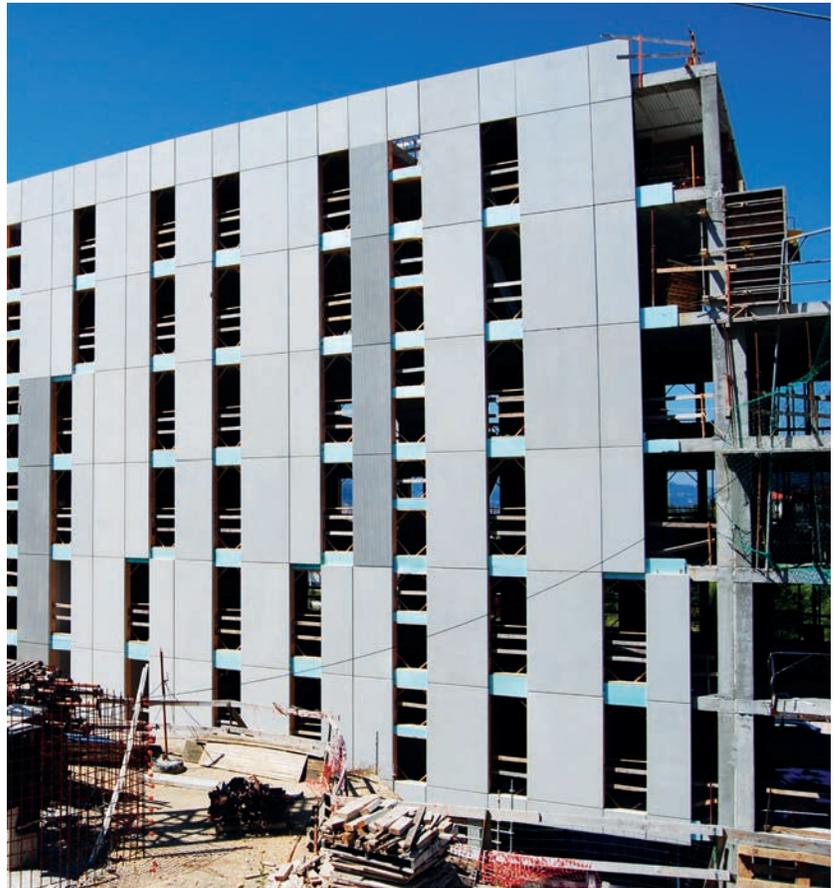


- **Cemento.-** Los cementos que se utilizan son portland que cumplan con los requisitos especificados en la norma NMX-C-414; cuando se emplea un cemento especial, hay que tomar precauciones para asegurar que la resistencia a temprana edad sea la considerada y además, que todo el cemento a utilizar en la producción sea de la misma marca y tipo.

- **Agregados.-** Los agregados de masa normal, deben cumplir con lo indicado en la NMX-C-111 y los agregados ligeros, cumplir con la norma NMX-C-299. La verificación de los requisitos de calidad, debe ser más estricta.

- **Agregados de recubrimiento.-** La uniformidad de los agregados regularmente se obtiene por medio de las cribas con tamaño estándar, para obtener el balance entre los agregados finos y los gruesos; la granulometría óptima es la que la combinación de sus tamaños da como resultado la máxima masa volumétrica. Muchas mezclas de concreto con frecuencia limitan el tamaño máximo del agregado grueso por las dimensiones del panel a fabricar, por la distancia entre las varillas de refuerzo o por la distancia entre el acero de refuerzo y la cara interior de la cimbra.

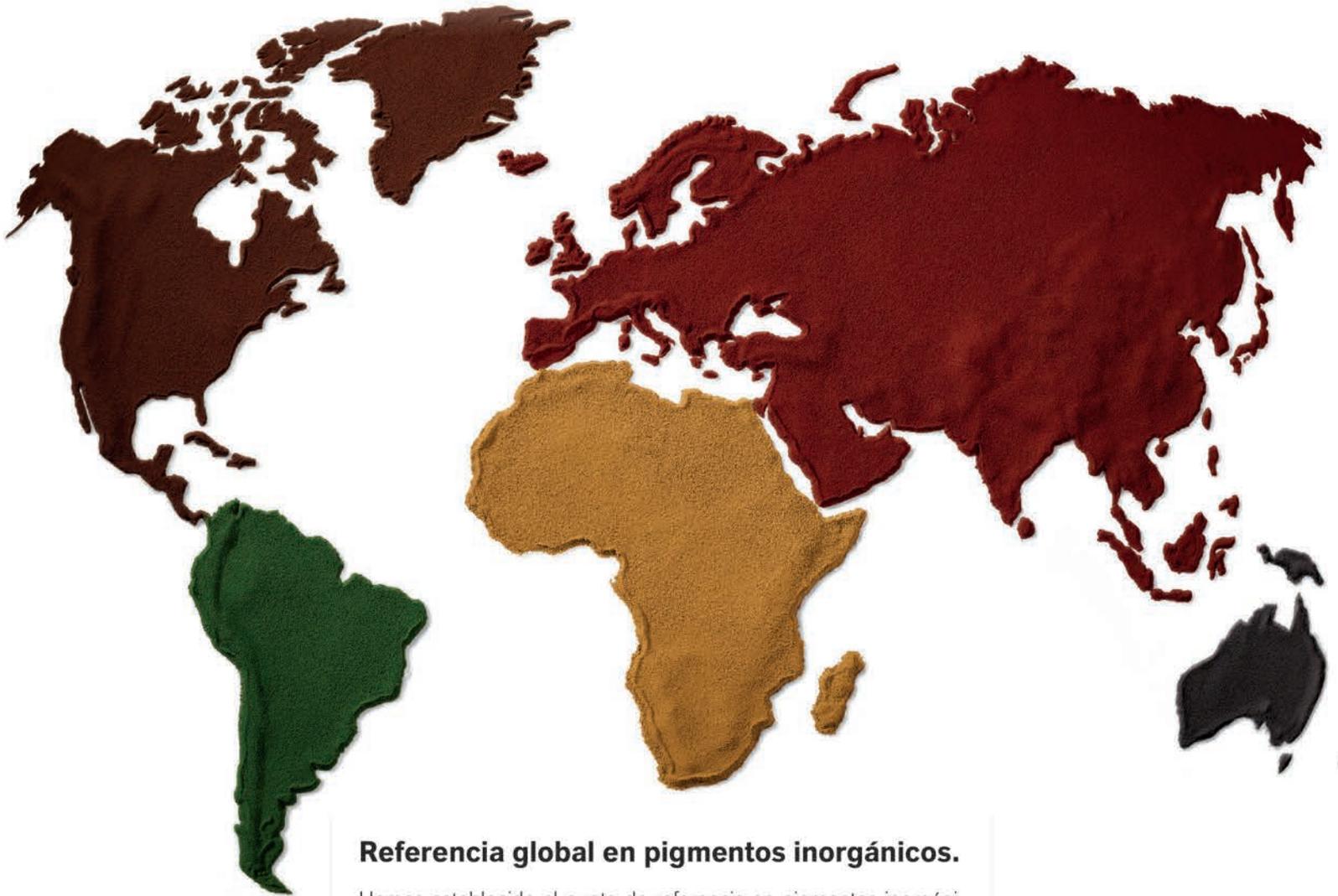
Los agregados de recubrimiento decorativos, sólo se utilizan en la fabricación de paneles con superficies descubiertas (agregado expuesto) por su costo. El espesor de esta capa es función del tamaño del agregado y se recomienda que este espesor sea de 1.5 veces el tamaño máximo del agregado pero nunca menor a 25 mm; dichos agregados deben almacenarse en la cantidad total a emplear en un proyecto, ya que de no ser así, se pueden originar cambios indeseables en el color o la textura.



Todos los agregados para recubrimiento, deben tener un historial de buen servicio y muestren que son adecuados por ensayos de laboratorio antes de poder utilizarlos; los ensayos de laboratorio, incluyen los estudios petrográficos y ensayos de expansión (NMX-C- 180).

- **Aditivos.-** En general los aditivos químicos y adiciones cementantes o no, pueden emplearse para cambiar en forma específica propiedades de la mezcla de concreto, siempre y cuando cumplan con las limitaciones y recomendaciones, como por ejemplo en los contenidos de cloruros en los materiales para evitar la corrosión; en México que es un país tropical, se considera que no es conveniente utilizar aditivos acelerantes, que reducen el tiempo de fraguado e incrementan la resistencia temprana, sobre todo si contienen cloruro de calcio; sí existe una demanda para tener resistencias altas a corta edad, primero, hay que verificar el efecto que tienen sobre la

QUALITY LEADS.



Referencia global en pigmentos inorgánicos.

Hemos establecido el punto de referencia en pigmentos inorgánicos de alto rendimiento en una escala global. Nuestras líneas de productos confiables **Bayferrox®** y **Colortherm®** proporcionan pigmentos sintéticos de óxido de hierro y óxido de cromo para una gran variedad de aplicaciones, como recubrimientos, construcción y plásticos. Más de 90 años de experiencia en fabricación y tecnologías de procesos altamente sustentables. Más de cien tonos de colores diferentes nos convierten en el proveedor por elección para nuestros clientes alrededor del mundo. bayferrox.com



QUALITY WORKS.

LANXESS
Energizing Chemistry



resistencia del concreto a edades posteriores y en la estabilidad volumétrica de los elementos ya que incrementan la contracción por secado. Los aditivos reductores de agua de la mezcla, si es conveniente utilizarlos para reducir el sangrado y la eflorescencia del concreto o para aumentar la trabajabilidad sin adición de agua a la mezcla de concreto. Solamente, para los aditivos reductores de agua tipo A (norma ASTM), es necesario verificar su compatibilidad con el cemento y con cualquier tipo de inclusor de aire, si va a ser utilizado en la mezcla. Los aditivos retardantes, normalmente no se utilizan en los paneles prefabricados de concreto para muros, excepto cuando se fabrican en climas cálidos.

- **Materiales colorantes.**- Estos materiales, pigmentos y pinturas, se utilizan para elevar la tonalidad del color del concreto pero para aprobar su utilización, es necesario efectuar ensayos para confirmar la estabilidad del color y su desempeño ya que por ejemplo, los compuestos orgánicos no son estables, sobre todo en los colores negro, azul y verde. Los pigmentos que se tienen que utilizar, son óxidos minerales finamente molidos.

Algunos pigmentos sintéticos pueden reaccionar con otros productos que se utilizan en la elaboración del concreto sobre todo en terminados de agregado expuesto.

La experiencia indica que no se deben emplear cantidades de pigmento mayores al 10% por ciento del peso del cemento pues afectan adversamente la calidad del concreto.

- **Materiales aislantes.**- Actualmente, existen una gran variedad de materiales que se utilizan para obtener las propiedades de aislamiento térmico y acústico en los paneles prefabricados que forman un muro tipo sándwich. Esta característica es muy importante pues como sabemos, México ya es un país eminentemente urbano; por estadísticas, el 78% de la población vive en una ciudad. Esta transformación obliga a tener vivienda vertical, pero ésta, debe proporcionar el confort y los requisitos mínimos de habitabilidad lo cual obliga a realizar ensayos cuyos resultados confirmen que se cumplen con los requisitos de aislamiento térmico y acústico, además de los requisitos estructurales del diseño. Los materiales que actualmente se utilizan son concreto celular, concreto elaborado con agregados ligeros

porosos como grava de espuma de poliuretano o de espuma de poli-estireno o capas de estos materiales plásticos, etc. Como estos materiales son porosos, posiblemente requieran de un recubrimiento con membrana impermeable antes de su uso, para prevenir que absorban parte del agua de mezclado del concreto fresco.

El acero de refuerzo utilizado en los paneles prefabricados actualmente es a base de varillas corrugadas, mallas electro soldadas o materiales presforzados; también, se incluyen la nervadura y los tirantes de cortante usados en los paneles de tres capas tipo sandwich. Estos materiales deben cumplir con los requisitos de las normas correspondientes, como por ejemplo: NMX-B-6 " Varillas corrugadas y lisas de acero procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto", ACI-311 y ACI 318 y deben ser protegidos contra la corrosión, sobre todo

cuando por requerimientos estéticos se necesita reducir el recubrimiento mínimo indicado en los Reglamentos de construcción o bien, utilizar varillas de acero inoxidable o el galvanizado de las mallas de acero electo soldadas o el empleo de pinturas de tipo epóxico para revestir las varillas o los insertos en el panel.

• **Materiales para el curado del concreto.**- En la construcción de elementos prefabricados, se prefiere utilizar líquidos que forman membranas para el curado en lugar de agua, fieltros húmedos u otros materiales húmedos y la autorización para su empleo, debe ser apoyada por resultados de ensaye de laboratorio y experiencia del usuario. Si la superficie de los paneles posteriormente se pintará, las membranas de curado deben ser removidas. No se hacen comentarios sobre los procesos constructivos, por no ser parte del alcance de esta presentación. **C**

Organizadores:

FICEM
FEDERACIÓN INTERAMERICANA
DEL CEMENTO

Federación Iberoamericana
del Hormigón Premezclado
FIHP

En alianza con:
structuralia
Formación especializada

PREMIO VIVIR EN CONCRETO

La Federación Interamericana del Cemento (FICEM) y la Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado (FIHP), a través de su Comité de Vivienda y Urbanismo, convocan a la primera edición del premio "Vivir en Concreto 2017".

¡INSCRIPCIONES
ABIERTAS!

Realice su inscripción del 1 de marzo al 1 de mayo de 2017 a través de la **web oficial del concurso**.

Bases del concurso, registro y más información en: www.ficem-fihp.org/premiovivirenconcreto

En caso de tener alguna duda, inquietud o requerir asesoría, escriba un correo con su solicitud a: premio-vivirenconcreto@ficem.org

CON EL APOYO DE:



PREFABRICADOS DE CONCRETO, MATERIA PRIMA DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO



Juan Fernando González G.



Fotografías: Google Images

Los alcances del concreto son superlativos, sobre todo cuando se echa mano de los elementos prefabricados. Un ejemplo vivo de esta aseveración es el Museo Internacional del Barroco, obra monumental localizada en la ciudad de Puebla en la que están presentes muros curvos y alabeados de hasta 15 metros de altura que se inclinan hasta 17° desde la vertical.

El diseño de este recinto (obra del arquitecto japonés Toyo Ito), fue posible gracias al sistema de muros y losas de concreto prefabricado que, además de servir como estructura del edificio, proporcionaron el acabado final. Sirva la referencia para decir que el concreto ha dejado de ser materia prima exclusiva de los ingenieros, toda vez que ha demostrado un sinfín de posibilidades en el ámbito de la arquitectura y urbanismo.

HOTELES Y PREFABRICADOS

Cada vez son más las empresas que ofrecen diseño, fabricación e instalación de elementos prefabricados en todo tipo de ambientes, sean públicos o privados, que cumplen con la misión de “vestir” un espacio con piezas funcionales que se conviertan, al mismo tiempo, en un toque de distinción y elegancia. Los ejemplos saltan a la vista por todas partes. En muchos hoteles, por ejemplo, se utilizan elementos prefabricados como luminarias de camino (fibrocemento), escaleras de fibrocemento martelinado, basureros y arbotantes de concreto polimérico.

Los detalles de concreto prefabricado se integran fácilmente al paisaje natural de las playas, zonas montañosas o selváticas, y es por eso que muchas veces los usuarios de las



instalaciones hoteleras se sorprenden cuando descubren que una fuente, una barda o una lámpara se construyó con elementos provenientes del cemento. Es el caso, por ejemplo, de diversas “piedras” prefabricadas que se usan en el perímetro de las albercas y los restaurantes, así como los marcos de cancelería y sardineles que se combinan con piedra de cantera en muchas de las habitaciones de hoteles de 5 estrellas y Gran Turismo.

REGENERACIÓN DE ESPACIOS

El mobiliario urbano de concreto prefabricado se utiliza en parques, plazas, calles y estaciones de transporte público, lugares en los que hay un tráfico de personas muy intenso y en los que los materiales están expuestos a varios tipos de ataques (el vandalismo, el más grave de todos). De allí que cada una de estas piezas o accesorios deban contar con una gran resistencia, así como un bajo costo de mantenimiento.

Hay que decir que este tipo de elementos arquitectónicos (bancas, mesas, botes de basura, arbotantes, arriates para árboles, bollardos, jardineras y mesas de juego, entre otros) pueden construirse con una gran variedad de acabados, colores y texturas de acuerdo con las necesidades de la historia, la arquitectura y el paisajismo del lugar.

Por otra parte, vale la pena destacar el uso que tiene el concreto prefabricado en edificios o espacios que son considerados históricos y que no pueden ser modificados o “modernizados”, según marcan los lineamientos gubernamentales. Ante ello, el concreto prefabricado es ideal para proponer acabados aparentes en lugares en los que se debe respetar la arquitectura y los materiales originales. Un ejemplo frecuente es la colocación de tabletas prefabricadas de concreto en un piso falso, bajo el cual se ordenan las instalaciones de telefonía, datos, electricidad, etcétera.

> ELEMENTOS PREFABRICADOS ARQUITECTÓNICOS

- *Económicos.*
- *Resistentes y durables*
- *De rápida elaboración.*
- *Fácil instalación.*
- *Sin mantenimiento.*
- *Variedad en colores y acabados.*
- *Ecológicos.*

> PREFABRICADOS Y LOS MUEBLES

- *Algunos elementos prefabricados de concreto son ideales y versátiles al momento de la elección de los muebles, toda vez que se puede elegir entre muchas texturas y formas que aporten una personalidad única al hogar.*
- *El gris, color tradicional del concreto, combina con lo que sea, lo que permite que se pueda cambiar el diseño tantas veces como se desee.*
- *Algunos elementos prefabricados en color blanco le dan un toque de distinción y elegancia a espacios significativos.*



PIEZAS DE ARTE EN EL HOGAR

Aunque todavía son pocos los despachos de arquitectura que se han especializado en el desarrollo de piezas prefabricadas de concreto destinadas a vestir espacios residenciales y de oficinas, hay las suficientes opciones para elegir entre varios diseños de floreros, macetas, fruteros de gran tamaño, lámparas, mesas laterales y mobiliario propio de una terraza.

Mención aparte merecen los elementos de un baño, entre los cuales destacan las tinas, los lavabos, los marcos para los espejos y algunas piezas especiales como toalleros, percheros o repisas, que bien pueden combinarse con detalles de acero, cobre o barro. **C**

EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE UNA CENIZA PARA VERIFICAR SU CUMPLIMIENTO COMO MATERIAL CEMENTANTE SUPLEMENTARIO PARA USO EN CONCRETO HIDRÁULICO



Ing. Roberto Uribe Afif

ANTECEDENTES

El uso de los materiales adicionantes como son la ceniza volante, la escoria granulada de alto horno, el humo de sílice y las puzolanas naturales generan muchos beneficios en el comportamiento del concreto hidráulico, ya que además de mejorar las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido, su uso ayuda a disminuir el deterioro del medio ambiente y al ahorro en el consumo de energía.

Los materiales anteriormente mencionados, se clasifican como materiales cementantes suplementarios o aditivos minerales. La mayoría son subproductos de procesos industriales que no tienen un uso establecido y muchas veces se consideran como desechos del proceso. Sin embargo, se les ha encontrado un uso importante en la industria de la construcción y específicamente en la elaboración del concreto hidráulico, y debido a las mejoras que se logran en el concreto, su utilización se ha incrementado.

Los principales efectos en el concreto en estado fresco son: el consumo menor de agua en la mezcla; la mejora en la trabajabilidad y facilidad en su colocación, ya que estos materiales adicionantes generan un aumento en la cohesión del concreto, lo que provoca una disminución en la segregación y el sangrado de las mezclas. En estado endurecido algunos de estos materiales suplementarios pueden contribuir a mejorar las características mecánicas de los concretos como son: la resistencia a compresión, a la flexión y a tensión para elaborar concretos de alta resistencia ($f'c > a 400 \text{ kg/cm}^2$). En la producción de concreto masivo, su uso disminuye el consumo de cemento portland, mitiga la generación de calor y minimiza

la aparición de fisuras de contracción térmica. Su empleo también mejora la permeabilidad y la densidad del concreto al incrementarse la resistencia a la carbonatación. Otro de sus beneficios es el de inhibir reacciones perjudiciales en el concreto. Todas estas cualidades contribuyen a que se construyan estructuras más durables y sustentables.

El objetivo principal de este estudio fue el de evaluar una muestra de ceniza, determinar sus características físico-químicas y su índice de actividad hidráulica, así como verificar su cumplimiento con las especificaciones establecidas en la norma ASTM C-618

ESPECIFICACIONES

La norma que indica los requisitos que deben cumplir los materiales adicionantes como la ceniza en estudio es la ASTM C-618, esta norma incluye tres tipos de cenizas o puzolanas:

- **Clase N:**

Puzolanas naturales crudas o calcinadas como tierras diatomáceas, sílex opalino y esquistos, tobas y cenizas volcánicas o pumicitas volcánicas calcinadas o no calcinadas y diversos materiales que requieren calcinación para inducir propiedades satisfactorias, tales como algunas arcillas y esquistos.

- **Clase F:**

Cenizas volantes normalmente producidas por la quema de antracita o carbón bituminoso. Esta clase de ceniza volante tiene propiedades puzolánicas.

• **Clase C:**

Cenizas volantes normalmente producidas a partir de lignito o carbón subbituminoso. Esta clase de ceniza volante, además de tener propiedades puzolánicas, también tiene algunas propiedades cementantes.

MÉTODO DE ENSAYO

Los métodos utilizados para los ensayos de la ceniza fueron las siguientes: Normas Americanas (ASTM) y su equivalente en Normas Mexicanas (NMX).

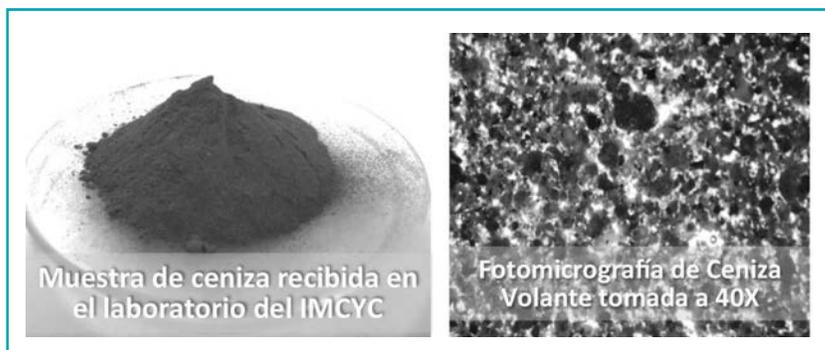
• **ASTM C-114 / NMX C-131**

Análisis químico de cementos hidráulicos.

• **ASTM C-311 / NMX C-273**

Muestreo y ensayo de ceniza o puzolana natural para uso en concreto de cemento portland / Determinación de la actividad hidráulica de las adiciones con cemento portland ordinario.

El procedimiento químico no se describirá en este artículo, sólo se realizará una breve descripción del procedimiento que se sigue para determinar la actividad hidráulica de la muestra.



Los requisitos químicos y físicos que deben cumplir las muestras de ceniza volante para poder emplearse como adición al cemento se describen en las tablas 1 y 2, respectivamente.

1.- Preparación de la muestra de ceniza

Secar la muestra de ceniza a masa constante a una temperatura de $100 \pm 5^\circ$.

Tabla 1: Requisitos químicos

			Clase N	Clase F	Clase C
Suma total	Dióxido de Silicio (SiO_2)	(mín.)	70.0 %	70.0 %	50.0 %
	Óxido de Aluminio (Al_2O_3)				
	Óxido de Hierro (Fe_2O_3)				
Trióxido de Azufre (SO_3)	(máx.)	4.0 %	5.0 %	5.0 %	
Contenido de humedad	(máx.)	3.0 %	3.0 %	3.0 %	
Pérdida por calcinación	(máx.)	10.0 %	6.0 %	6.0 %	

Tabla 2: Requisitos físicos

			Clase N	Clase F	Clase C
Finura, cantidad retenida en la malla No. 325 ($45\mu\text{m}$)	(máx.)		34 %	34 %	34 %
Resistencia Índice de Actividad Puzolánica	Con cemento portland a 7 días, min respecto al testigo	(mín.)	75 %	75 %	75 %
	Con cemento portland a 28 días, min respecto al testigo	(mín.)	75 %	75 %	75 %
Sanidad, expansión o contracción en autoclave	(máx.)		0.8 %	0.8 %	0.8 %

Moler la muestra hasta obtener una finura igual a la malla No. 325 (retenido en la malla, entre 4 y 8 %).

2.- Preparar una mezcla de mortero testigo y otra de mortero de prueba para elaborar cubos para su ensaye a compresión a 7 y 28 días.

El índice de actividad hidráulica de la muestra de ceniza se realizó con la sustitución de cemento en un 30 %, empleando las cantidades de cada componente como se muestra en la siguiente tabla:

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el análisis físico-químico de la muestra de ceniza volante, se considera que el material es adecuado para ser utilizado como adición con cemento portland para la elaboración concreto hidráulico. La muestra de ceniza cumple con los requisitos físicos y químicos mínimos especificados en la norma ASTM C618 para calificarla como ceniza volante de buena calidad. Se recomienda realizar ensayos con mezclas de concreto para verificar su eficiencia y poder determinar el nivel de sustitución que se puede lograr con este tipo de ceniza. **C**

Tabla 3: Composición de las pastas de mortero ensayadas

Material	Cantidad	
	Testigo	Prueba
Cemento Portland CPO 40 R	500 g	350 g
Arena graduada	1,375 g	1,375 g
Ceniza a ensayar	---	150 g
Agua	242 g	250 g
Resultados		
Resistencia a compresión (Promedio a 28 días)	43.8 MPa	36.4 MPa
Desviación con respecto al testigo	N. A.	83 %

Tabla 4: Resultados de las muestras ensayadas

	Resultados	Especificación		
	%	Clase N %	Clase F %	Clase C %
Requisitos químicos				
Dióxido de Silicio (SiO ₂) + óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃) + óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃), mín %	90	70	70	50
Trióxido de Azufre (SO ₃), máx. %	0.35	4.0	5.0	5.0
Pérdida por calcinación, máx. %	4.9	10.0	6.0	6.0
Humedad, máx. %	0.11	3.0	3.0	3.0
Álcalis disponibles (Na ₂ O), máx. %	0.64	1.5	1.5	1.5
Requisitos físicos				
Índice de actividad puzolánica a 28 días, mín. %	83	75	75	75
Expansión en autoclave, máx. %	-0.02	0.8	0.8	0.8



GRUPO RODTAM SA DE CV

Su proveedor confiable de **CENIZA VOLANTE**
¡¡REDUZCA SU CONSUMO DE CEMENTO!!!

Sustituyendo CENIZA VOLANTE (FLY-ASH) por cemento, en una proporción de hasta 25%, usted no solamente podrá producir un hormigón más denso y duradero, sino que también mejorará en el concreto, la trabajabilidad, la resistencia a los sulfatos, la resistencia a la compresión y a la flexión e igualmente, reducirá la permeabilidad, la exhudación, la segregación, el encogimiento y el calor de hidratación.

La CENIZA VOLANTE (FLY-ASH) es un material puzolano de silicio y aluminio que reacciona químicamente con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento portland, formando compuestos que tienen propiedades cementantes considerables, por lo que puede reducirse el consumo de cemento sin perder resistencia

GRUPO RODTAM SA de CV suministra CENIZA VOLANTE (FLY-ASH) a granel en todo el territorio nacional a los mejores precios y siempre a tiempo, impulsando la competitividad de nuestros clientes.

**¡¡Solicite su presupuesto y haga la prueba....
seguro se convencerá!!**



(492)1660303
(492)1565666

mrodriguez.m4@gmail.com
www.gruporodtam.com
www.cenizavolante.mx

Innovación en tecnología y diseño con concreto prefabricado: [Misfit] Fit, Toronto



Por: Adriana Valdés



Cyt imcyc



@Cement_concrete

Fotografías: [Misfit] Fit, Toronto



En diversas ciudades del mundo se han revitalizado vecindarios antiguamente industriales con la intención de albergar el creciente crecimiento demográfico y

constituir una alternativa novedosa para la creación de *lofts*, estudios de artistas, galerías, oficinas, restaurantes y cafés convirtiéndose en lugares de moda alternativos dentro de las grandes urbes.

De acuerdo a sus características y habitantes, normalmente este tipo de vecindarios de reciente creación reutilizan edificios existentes o incluyen nuevos proyectos arquitectónicos con una propuesta de vanguardia. Entre ellos se encuentran, por ejemplo, Williamsburg en New York, Dalston en el este de Londres, Amsterdam-Noord en Amsterdam, Fitzroy en Melbourne o Liberty Village en Toronto.

En particular, el Liberty Village de Toronto tiene sus orígenes desde fines del siglo XVIII cuando militares británicos se establecieron ahí y posteriormente, de acuerdo a la instalación de varias vías ferroviarias de tren que la separaron del resto de la ciudad, fue desarrollada con un uso industrial principalmente a lo largo del siglo XIX. Sin embargo, poco a poco estas industrias fueron decayendo dejando la zona en una franca decadencia a mediados del siglo XX. Atendiendo a su ubicación privilegiada y a su potencial, en 2001 se fundó *The Liberty Village BIA Business Improvement Area* con la intención de desarrollar la zona. Desde el 2004 a la fecha este distrito ha presentado un crecimiento sostenido de espacios habitacionales, comerciales y una gran cantidad de tiendas y restaurantes.

Dentro de este vecindario en desarrollo constante se encuentra el proyecto [Misfit] fit de la prestigiosa firma de arquitectos Batay-Csorba Arquitectos establecida desde el 2012 por Andrew Batay-Csorba y Jodi Batay-Csorba en Canadá. Se trata de un proyecto para un edificio de oficinas de seis pisos y 2,973 m².

En él se incluye una fachada de concreto prefabricado que a nivel de diseño y tecnológica representa una innovación y demuestra una vez más las infinitas posibilidades del concreto, el cual puede aplicarse en diseños novedosos e impactantes sin demeritar en sus grandes ventajas a nivel constructivo. En esta ocasión se presenta un panorama del diseño y características constructivas de [Misfit] fit centrándonos en su fachada, pues en ella confluyen paneles de concreto prefabricado en un intrincado diseño geométrico.

de los arquitectos fue que el proyecto se integrara al tejido urbano. Aunado a esto, buscaron una alternativa de diseño y conceptual al proyecto de muro-cortina de vidrio que rompe completamente con la identidad histórica y arquitectónica de esta zona. Siguiendo esta intención los arquitectos exploraron el contexto urbano más amplio de Toronto y el del propio distrito (Liberty Village).

En específico, se enfocaron en la aplicación de concreto prefabricado en Toronto y su historia en el desarrollo de la ciudad. Cabe señalar que, a pesar de que este método de construcción prevalece en la ciudad, generalmente su utilización no ha sido vista con buenos ojos; ya que en la mayoría de los casos los paneles prefabricados producidos en serie se organizan de una manera muy rígida, creando un patrón estático y pesado. Los arquitectos consideran que en lo general este

“Es interesante ver esta investigación rigurosa del potencial del concreto prefabricado...como un antídoto de las cortinas de vidrio o de las aplicaciones con ladrillo. La discontinuidad, repetición y relaciones entabladas entre los elementos crean una dinámica fachada...”

David Sisam, Juez de Canadian Architect.

EL PROYECTO: MISFIT (FIT), TORONTO

El proyecto, que aún se encuentra en desarrollo y que en el 2016 fue galardonado con el premio del Mérito otorgado por Canadian Architect; se compone de cuatro pisos de espacio de oficina flexible, comercio, y un jardín de esculturas/espacio para eventos en la azotea. De acuerdo a uno de los jueces de Canadian Architect, en dicho espacio para eventos se aprecia una vista de la ciudad y se distinguen las geometrías y líneas de los paneles creando un enclave a cielo abierto que se acerca a lo escultórico. Al crear este diseño la intención

tipo de construcciones presentan una superficie continua, por lo que su estética tiende a resultar en un volumen monótono y monolítico.

De acuerdo a la firma constructora, al analizar la riqueza arquitectónica de Liberty Village se buscó revitalizar el uso del concreto prefabricado. Siguiendo esta intención, la dupla de arquitectos analizó los detalles de ladrillo que se encuentran dentro de los edificios históricos de diversas fábricas, los cuales generan superficies con una continuidad y discontinuidad paralela, especialmente presente alrededor de las aberturas de las ventanas y de las puertas, en las líneas de techo y a lo largo de las líneas de la estructura vertical.

Es importante destacar que estos detalles dependen de un cierto equilibrio entre los elementos. Este tipo de estructuras con movimiento resaltan en comparación con la apariencia pesada común entre los proyectos tradicionales de concreto prefabricado.

En [Misfit] fit al mismo tiempo que se mantienen las ventajas constructivas y económicas de la utilización del concreto prefabricado por medio de la producción serial, se aprovechan las técnicas avanzadas de fabricación y moldes reutilizables para lograr que el proyecto vaya más allá de la mera repetición.

De esta manera, el sistema de revestimiento de la fachada se centra en tres características principales:

- *Discontinuidad de panel a panel*
- *Amontonamiento y repetición*
- *Equilibrios tenues.*

PANELES DE CONCRETO PREFABRICADO

Como se ha dicho, la intención de la fachada fue lograr una geometría compleja manteniendo un costo y tiempos de producción adecuados. De acuerdo a la firma de arquitectos, los

paneles individuales están diseñados independientemente sin tener en cuenta la agregación total o unidades adyacentes. Al ser colocados juntos en la fachada, su incompatibilidad es evidente, permitiendo que cada elemento sea leído por sí solo dentro de la gran estructura de la fachada. Los bordes y perfiles individuales están pronunciados, no como una singularidad, sino como un conjunto de objetos que han encontrado su equilibrio.

Aunado a esto, en el diseño se enfatizan las esquinas como un lugar en donde los perfiles de los paneles están totalmente expuestos y donde se evidencian las discontinuidades. Dentro del diseño también se crean ciertas aperturas por medio de la eliminación de unidades, un proceso ajeno a la lógica de los prefabricados. Aquí se logra una apariencia integral por medio de la repetición vertical donde las filas de paneles se relacionan entre sí. De esta manera, los paneles similares se relacionan imperfectamente, pero justo lo necesario, para ofrecer un sentido de movimiento. Este proceso rompe con la estrategia tradicional de repetición y homogeneidad en los proyectos con concreto prefabricado. De manera contraria, en este proyecto se busca que las características imperfectas y los desajustes entre los paneles produzcan nuevos efectos formales, de percepción y espaciales.





• **Fabricación de los paneles de concreto prefabricado:**

Se crearon moldes para dos paneles únicos. Cada uno de esos paneles fue después subdividido en seis subpaneles que podían ser removidos para agregar aperturas en la fachada.

• **Proceso de fabricación:**

- 1) Fresado del panel positivo - Cada subpanel es fresado y terminado para producir un volumen positivo.
- 2) Preparar el molde o matriz (*formliner*) - El subpanel es rodeado por sus cuatros lados de acuerdo a una altura estándar.
- 3) Vaciar la matriz (*formliner*) de goma o caucho - La goma o caucho líquido es vaciado en el molde para crear una matriz (*formliner*) negativa del subpanel.
- 4) Se remueve la matriz (*formliner*) - Una vez que el caucho o goma se asienta, todo el encofrado es removido y descartado. Esta matriz (*formliner*) puede ser reutilizada hasta 50 veces.

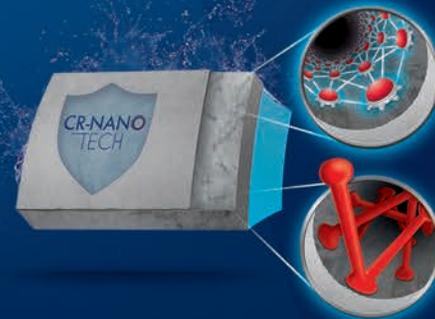


CR-NANOTECH

NUEVA GENERACIÓN
DE IMPERMEABILIZANTES CEMENTOSOS



TECNOLOGÍA QUE FORMA PARTE DEL CONCRETO
DE MANERA PERMANENTE



TECNOLOGÍA
HÍBRIDA

Protección Permanente
+ Rápida Acción



NANO-ACTIVOS

Agentes hidrofóbicos que penetran en poros y capilares del concreto.



TECHNO-FILL

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



TÚNELES



ALBERCAS



CISTERNAS



CONTENEDORES



PRESAS

www.fester.com.mx
01 800 FESTER 7





- 5) Ensamblar las matrices (*formliner*)
- La fachada se estructura en una repetición de los 12 subpaneles individuales. Para crear paneles más grandes, los subpaneles pueden ser colocados juntos para reducir el número de vaciados individuales.
- 6) Preparar el molde del panel -
Una vez que los subpaneles han sido acomodados de acuerdo a las necesidades del proyecto son unidos con otros en sus cuatro orillas externas y también de manera interna de manera que se acomoden las aperturas necesarias.
- 7) Vaciado del panel de concreto -
El concreto es vaciado dentro del molde con una cobertura de hasta un mínimo de 2". Cuando aún está fresco se añade un refuerzo y el concreto restante es vaciado.
- 8) El panel se remueve del molde -
Una vez asentado, el encofrado es removido y el panel de concreto es separado. Las matrices (*formliners*)



se limpian y pueden ser reutilizadas posteriormente, repitiendo exactamente el mismo proceso hasta conseguir el resultado final.

Después de haber analizado los componentes de concreto prefabricado en la fachada se hace posible evidenciar una vez más la gran versatilidad del concreto en un sentido tecnológico y en uno estético, pues es posible generar creaciones de vanguardia que vayan más allá de las preconcepciones que se tienen sobre el concreto prefabricado o sobre sus aplicaciones más frecuentes en obras de arquitectura e ingeniería. **C**

Aditivo para concretos sin contracción



- Permite losas monolíticas de hasta 1,500 m² sin juntas.
- Incrementa la resistencia a la abrasión entre 30% y 40%
- Minimiza el alabeo, mejorando el desempeño de la losa.
- Menor mantenimiento de los pisos

Ventas:
Tel. 01 800 1111 422
svaldezj@gcc.com



Asistencia Técnica: asistec@gcc.com
Av. Homero 3507 Complejo Industrial
CP 31109, Chihuahua, Chih.

El tren interurbano México Toluca: una conexión sobre rieles



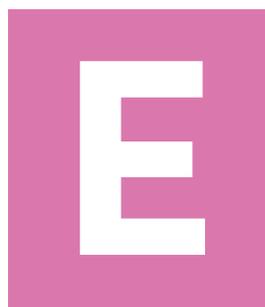
Por: Raquel Ochoa Martínez

[Cyt imcyc](#) [@Cement_concrete](#)

Fotografías: Cortesía de SCT



Los prefabricados de concreto dan forma y eficacia a la ejecución del proyecto del Tren Interurbano México-Toluca. Esta obra de ingeniería resolverá los problemas de movilidad urbana y unirá lazos entre estas dos importantes zonas del país.



El corredor que abarca entre la zona poniente de la Ciudad de México y lo largo de la zona metropolitana del valle de Toluca, desde Lerma hasta Zinacantepec, es uno de los tramos de comunicación más problemáticos para la movilización urbana ¿Sería posible una ruta que conectará ágil y eficazmente el tránsito de una población a otra del corredor poniente de la Ciudad de México-Toluca? Para la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y un equipo especializado de constructores la respuesta fue sí.

A partir de 2014 se construye el Tren Interurbano Ciudad de México-Toluca (TIMT), una obra que a decir de la SCT tiene por objetivo atender la problemática de transporte que se presenta en el corredor que abarca la zona metropolitana del valle de Toluca y el poniente

de la Ciudad de México. Alcanzar la meta de movilidad y bienestar para los usuarios de la nueva ruta fue el gran reto para los constructores, a decir de la SCT la solución fue un servicio de transporte de alta capacidad de tipo ferroviario interurbano, que constituyera una alternativa superior de transporte de pasajeros segura, rápida, cómoda, accesible en precio y ecológicamente sustentable.

Poner en marcha la gran obra de ingeniería para el transporte necesitó de la participación de expertos constructores. Los trabajos iniciaron con la entrada de un grupo de ingenieros para estudiar y analizar la zona del corredor que uniría a estas dos importantes poblaciones (Valle de Toluca y Ciudad de México).

Para la construcción del TIMT se están edifican elementos estructurales de concreto y acero a lo largo 58 kilómetros de longitud, aproximadamente. El triunfo de este proyecto cambiará para siempre la ruta de movilidad del corredor Toluca -Valle de México.

ANTECEDENTES

El proyecto del TIMT es parte del Plan Nacional de Infraestructuras del Gobierno Federal. En 2014 comenzó la aventura constructiva del TIMT. El diseño conceptual del sistema ferroviario está fraguado en los estudios de las necesidades y demandas de las poblaciones involucradas, al mismo tiempo que en la exploración, estudios y análisis de un equipo de ingenieros sobre la mejor ruta para eficientar la movilidad urbana, la infraestructura óptima en transporte ferroviario, el tipo de estructura y superestructura; así como el tipo y características de los materiales a utilizar.

La apuesta fue poner en marcha el proyecto del TIMT en 2018. Para lograr la construcción de una ruta rápida y económica que conecta a estas dos poblaciones se hizo realidad con el proyecto del TIMT. Este proyecto adquirió mayor viabilidad al incrementarse las relaciones comerciales, labores y familiares entre las dos poblaciones. La SCT en conjunto con una élite de constructores de gran experiencia dirigió a un ejército de trabajadores de diversas especialidades y destrezas. El colosal proyecto ha llevado a los ingenieros hasta sus límites. Hombres, tecnología y diseño fueron claves para superar los desafíos que ha enfrentado la ejecución de proyecto durante todo el proceso.

La nueva estructura, detalló en su informe la SCT, favorecerá a la integración logística y aumentar la competitividad derivada de una mayor interconectividad, así como evaluar las necesidades de infraestructura a largo plazo para el desarrollo de la economía, considerando el desarrollo regional, las tendencias demográficas, las vocaciones económicas, entre otros.

CARACTERÍSTICAS DEL TITVM

En total, para la colosal ruta de transporte se debe cubrir una distancia de casi 58 km. A partir del 2018 el nuevo medio de transporte movilizará a más de 230,000 pasajeros por día, alcanzando los 500,000 usuarios diarios en el año 2047, según proyecciones de la SCT. Para SENER, una de las firmas designadas en la construcción del proyecto, la nueva red se desarrolla en un entorno en el que las dificultades



orográficas y ambientales son de gran magnitud, lo que ha llevado a diseñar un recorrido en el que túneles y viaductos suponen el 92% del trayecto. A lo largo de sus 57.8 km, hay casi 49 km de viaductos en total y se ha proyectado un túnel bi-tubo de 4.7 km de longitud, conectado con galerías transversales cada 240 metros.

En la construcción de esta mega estructura se necesitaron más que buenos deseos. Paralelamente a los trabajos constructivos una colosal actividad se llevaba a cabo en las plantas ubicadas en Texcoco, Estado de México: la producción de prefabricados de concreto esenciales para dar forma, solidez y eficacia a la gran vía ferroviaria. Por las características de la ruta ferroviaria el diseño se dividió en tres tramos integrados por dos viaductos y un túnel. La vía de transporte tendrá seis estaciones, todas elevadas: Zinacantepec, Terminal de Autobuses, Metepec, Lerma, Santa Fe y Observatorio.



Elementos de la composición de los viaductos del tramo I:

- Pilas de cimentación (5,083)
- Zapatas (1,115)
- Columnas (1,234),
- Cabezales (994)
- Trabes (1,841)
- Losas (877)
- Acabados (939)

Elementos de composición del tramo II:

- Túneles (2)
- Dovelas (1,153 anillos)

Elementos del tramo III:

- Pilas (2,746)
- Micropilotes (1,410)
- Zapatas (438)
- Columnas in situ y prefabricadas (436)
- Capiteles in situ y prefabricados (397)
- Trabes (prefabricadas (598)

Asimismo, el proyecto general considera la edificación de otras edificaciones como el centro de control y telecomunicaciones de estaciones, talleres y cocheras, entre otros.

MANOS A LA OBRA

La obra civil del proyecto general del TIMT consta de tres tramos: dos viaductos elevados y un túnel. La idea fue construir en tiempo record de cuatro años una estructura de calidad, eficiente, segura y con un ciclo de vida largo. Una vez trazada la ruta, el equipo comenzó enterrando los cimientos a grandes profundidades - desde 20 hasta 45 metros de profundidad-, para poder sostener el enorme peso de la estructura y las tecnologías de transporte.

El grupo de constructores se enfrentó a limitaciones en el diseño geométrico en el tramo III, el tramo correspondiente a la Ciudad de México. El reto para superar las dificultades orográficas y urbanas fue la reducción de velocidad de diseño.

Según informes de la SCT, las dificultades orográficas del terreno obligaron al empleo de pendientes superiores a lo habitual para el sistema de transporte ferroviario.

Una de las principales soluciones para la ejecución justo a tiempo del proyecto fue el uso de diferentes tipologías de concreto, entre ellas los prefabricados. Esta solución permitió la eficiencia y rapidez en la ejecución del proyecto. Y es que, el proceso industrializado de prefabricados proporcionaba un acabado de calidad, adaptación a la geometría del trazo (curvatura y pendientes).



Para la resistencia del diseño fue necesario un tipo de concreto para la cimentación. Este concreto, nada común, debía de alcanzar una mezcla exacta. Asimismo, las columnas se construyeron paso a paso, y para consolidar la resistencia necesaria se utilizaron mayas de acero.

Cabe señalar que en la perforación del túnel se llevó a cabo con tuneladoras y colocación de los anillos. Estas tuneladoras estaban preparadas para trabajar en circunstancias secas o presencia de agua, permitiendo la continuidad de las tareas de perforación sin pausa y de forma segura. Así las cosas, aunque parecía imposible el TIMT está por concluirse. Los beneficios serán muchos: reducción de emisiones contaminantes, disminución de tiempos de viaje, disminución en gastos de operación vehicular, generación de 17 mil empleos directos, disminución de accidentes, mayor movilidad para las personas, servicio directo a centros de trabajo, entre muchos otros beneficios. **C**

➤ DATOS DE INTERÉS

- **Nombre del Proyecto:**
Tren Interurbano Toluca-Valle de México.
- **Inicio de obra civil:**
Julio 2014.
- **Fin de obra:**
Abril 2018.
- **Longitud total:**
57.87 km.
- **Tramos:**
I: Zacantepec - La Marquesa: 36.17 Km.
II: Túnel doble Vía: 4.70 km.
III: Santa Fe - Observatorio: 17 km.
- **Total de estaciones:**
6.
- **Demanda:**
230,000 pasajeros por día.
- **Velocidad máxima:**
160 km/h.
- **Tiempo:**
39 minutos de recorrido de terminal a terminal.
- **Estaciones:**
2 terminales (Zacantepec y Observatorio)
4 estaciones intermedias (terminal de autobuses, Metepec, Lema y Santa Fe) todas elevadas.
- **Equipo:**
30 trenes eléctricos.



simplemente

**CALIDAD Y
CONFIANZA**

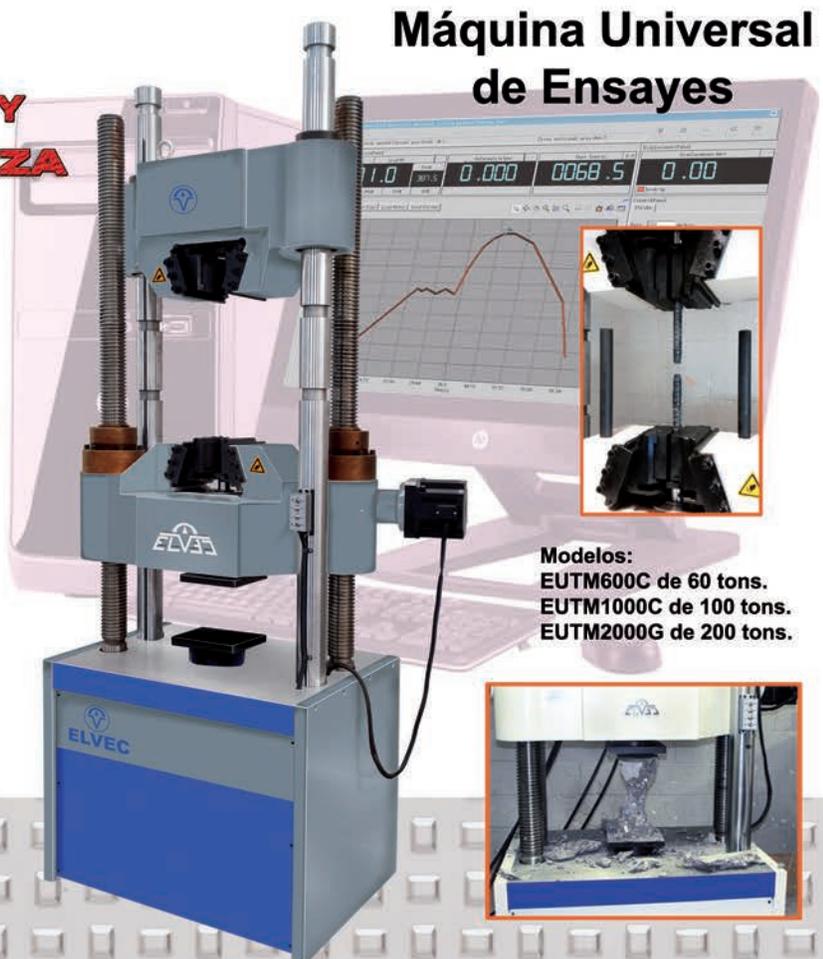
**EQUIPO PARA ENSAYE DE MATERIALES
DE CONSTRUCCION**

La tecnología de punta a tu alcance



be the best!!

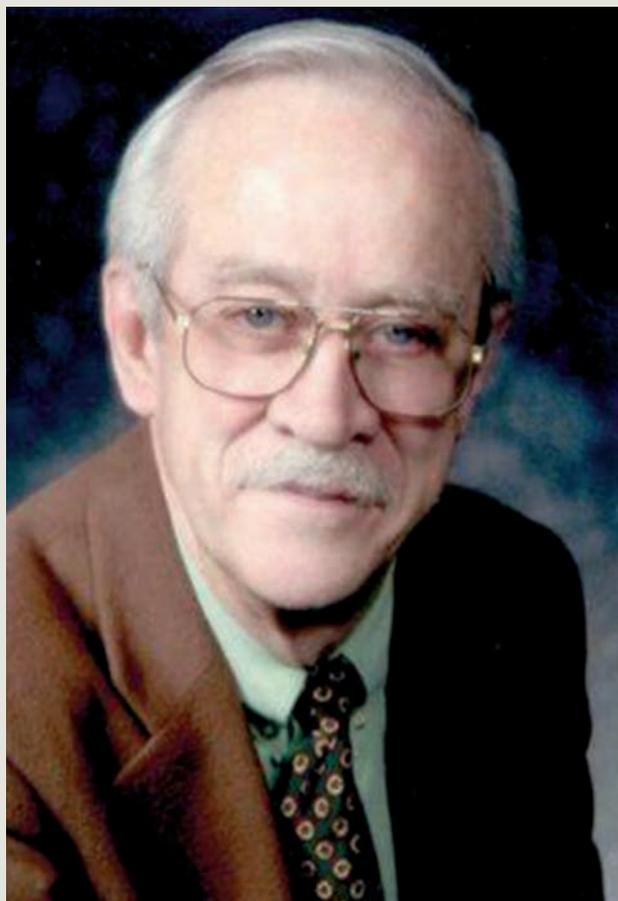
**ELVEC, S.A. DE C.V.
www.elvec.com.mx**



Máquina Universal de Ensayes

Modelos:
EUTM600C de 60 tons.
EUTM1000C de 100 tons.
EUTM2000G de 200 tons.





ALEJANDRO GRAF LÓPEZ: MAESTRO, LÍDER Y PATRIARCA RESPONSABLE



Por: Juan Fernando González



Cyt imcyc



@Cement_concrete

Fotografía: Cortesía AIMMGM

“El comportamiento del Ing. Graf López, así como la expresión de sus ideas, siempre fueron una guía para los jóvenes que aspiran a conocer y aprender todo aquello que se relacione con su profesión, pero también de tópicos culturales, políticos o relacionados con la música. Al entender el país en que vivimos y la forma en que se vive en otros países, se puede incidir en el progreso personal, familiar y de la sociedad”.

Ing. Luis García Chowell

E

El 12 de abril de 2017 dejó de existir una de las figuras más notables de la ingeniería mexicana de los siglos XX y XXI, un hombre de conducta intachable que supo construir una

trayectoria limpia y profesional en el ámbito de la construcción, rebasada tan sólo por su capacidad para aglutinar a su alrededor a una numerosa familia que siempre reconoció su liderazgo natural y su capacidad para ofrecer lo mejor de sí mismo.

Hacer una semblanza de un personaje de este tipo parece fácil, pero es todo lo contrario debido a la numerosa información relacionada con su quehacer académico, gremial y profesional. *Construcción y Tecnología en Concreto* solicitó la colaboración del ingeniero Luis García Chowel, amigo muy cercano del protagonista de esta sección, para saber un poco más sobre la filosofía de vida y la trayectoria del ingeniero Alejandro Graf López.

...SE HACE CAMINO AL ANDAR

El ingeniero Graf López fue parte de las primeras generaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México que egresaron de la naciente Ciudad Universitaria localizada al sur de la capital de la República Mexicana. Muy pronto, a partir de 1954, el Ing. Graf López se convertiría en profesor de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en la División de Licenciatura, en la División de Estudios Superiores y en la División de Educación Continua. Simultáneamente con esta labor, nuestro personaje fue Residente en la construcción de casas y edificios en obras realizadas por "Ingenieros Civiles Asociados" (ICA).

Aunque faltan muchos datos por anotar acerca de la vida profesional del Ing. Graf López, resulta interesante indagar en las mayores aportaciones que realizó al ámbito de la ingeniería mexicana. Nuestro asesor, el Ing. García Chowel, analiza:



► HIPERACTIVIDAD TÉCNICA Y GREMIAL

- El Ing. Graf López organizó e impartió diversos cursos en el Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto (IMCYC).
- Fue miembro de los comités ACI 121 (Quality Assurance Systems for Concrete /Aseguramiento de la Calidad) y ACI 214 (Evaluation of Results of Tests Used to Determine the Strength of Concrete /Evaluación de Resultados de la Resistencia) al interior del American Concrete Institute.
- Fue, asimismo, presidente y reorganizador de la Sección Centro y Sur de México del ACI.
- Miembro del Colegio de Ingenieros Civiles, de The Concrete Society (Inglaterra), de la American Society for Concrete Construction y de la American Society for Testing and Materials.

“Desde el punto de vista de la normalización, fue promotor de la creación de un organismo descentralizado para reconocer la competencia de los laboratorios de ensayo; esta entidad se llamó Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas (SINALP), que actualmente es la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (EMA), cuyo funcionamiento se supervisaba por representantes de AMIC y de ANALISEC, junto con funcionarios de la DGN.

“La investigación a nivel internacional la realizó el Ing. Graf y se determinó que el sistema de Nueva Zelanda era el que se adaptaba mejor a las condiciones de México. El SINALP nació como un organismo sin intenciones de lucro, con el objetivo de mejorar la calidad y productividad de la construcción”, apunta.

Además, comenta el Ing. García Chowell, “consiguió la aprobación de los directores de las empresas de concreto premezclado para darle impulso en México al ACI, Capítulo México, instituyendo la reunión mensual de socios e invitados en la que se presentaba una

conferencia técnica dictada por profesionistas destacados y al final, se ofrecía un brindis para propiciar las relaciones entre los participantes a estas reuniones. También consiguió, con ayuda de otros miembros de este capítulo —actualmente llamado Sección Centro Sur de México—, que el ACI Internacional accediera a que se impartieran los cursos de certificación para técnicos de Campo nivel 1 y de Supervisores de Obras de Concreto; realizada la aprobación, la integración del grupo de profesores y examinadores se llevó a cabo con el beneplácito de un directivo de ACI Internacional que vino a México exprofeso a realizar el examen de los candidatos”.

¿Cómo fue la actividad académica de Graf López? García Chowell abre el cajón de su memoria y señala que su amigo fue un formador de profesionistas conocedores de la tecnología del concreto, lo que, indudablemente fue determinante para que los procesos ligados a la construcción pudieran ejecutarse con mayor calidad y productividad.

En la Universidad, “además de ser un buen estudiante, su entusiasmo por la actividad social gremial le impulsó a pertenecer y fortalecer agrupaciones estudiantiles como la que en esos tiempos se llamaba ONEI y después, ya como profesionista, siguió participando en actividades gremiales para el desarrollo de conceptos como ética y honestidad profesional”, apunta.

CAMINOS YUXTAPUESTOS

Muchas veces, los valores personales pueden interferir con los procedimientos que se siguen en algunas empresas, lo que, al final de cuentas, puede repercutir directamente en el rendimiento profesional de un ejecutivo o directivo. ¿Qué sucedió en el caso del ingeniero Graf López? Recurrimos de nueva cuenta al Ing. García Chowell para saber más de este asunto:

“El Ing. Graf López fue un católico sensato que, con la instrucción jesuita que recibió, buscaba la hermandad y amistad sincera para que sus relaciones con los ex compañeros de universidad se desarrollaran y fortalecieran, siempre con la disposición de ayudar y hablando con la verdad, lo que se traducía en un ambiente de trabajo cordial y tranquilo para enfrentar los problemas del día a día.

“Sin enojos, muchas veces expresó que, al concluir un acuerdo sobre alguna reclamación, deberíamos salir con un nuevo amigo. Asimismo, formó una familia cuyas relaciones entre sí fueron siempre amables, con ese amor fraterno que a la fecha se mantiene, siendo la honestidad, el

respeto y la alegría la forma de comportarse para que la familia se mantenga unida en forma permanente”, establece García Chowel.

DE VIVA VOZ

Yo ingresé a Servicios profesionales Tolteca por invitación del Ing. Jorge Mario Villaseñor, quien trabajaba en el área de cementos. Él era amigo del Ing. Graf y tenían relaciones de trabajo. Una de mis responsabilidades era atender a los clientes internos, uno de los cuales era Preconcreto, empresa en la que trabajaba el Ing. Graf. De esta forma se inició nuestra relación directa e indirecta.



► PROMOTOR DEL CONOCIMIENTO

- Impulsó el primer curso para Supervisores de Concreto del ACI, fuera de los Estados Unidos de América.
- Primer presidente del Grupo Patrocinador (Sponsoring Group) de los cursos ACI en México
- Creador y coordinador del subcomité del concreto del entonces Consejo Consultivo de Normalización de la Industria de la Construcción, ahora ONNCCE.

“A los tres o cuatro años de ese suceso, hubo movimientos de personal en la División Concreto del Grupo Tolteca; el Ing. Villaseñor me informó que el Ing. Graf quería que fuera a trabajar con él. Acepté la invitación, lo que hizo que nuestra amistad se fortaleciera ya que desde el principio hubo mucha empatía entre nosotros.

Con el paso del tiempo, nuestro vínculo se extendió a nuestras esposas y familias y ha permanecido inalterable hasta hace unos días, cuando tuvo lugar el deceso de mi amigo. Como es lógico, hay muchos recuerdos de este tiempo.

“Cuando me presente a trabajar con él me dijo: ‘bienvenido, me da mucho gusto que hayas aceptado dejar el mundo civilizado del cemento e ingresar a la jungla del concreto’. En otra ocasión, habiendo pasado algún tiempo, nos dijo: ‘es necesario que pertenezcan al ACI para que aprendan como progresa el conocimiento del concreto y aplicar lo que conviene para la empresa, así que se inscribirán en el ACI con el compromiso de pertenecer a un comité y tener derecho a voz y voto’.

Así lo hicimos y yo pertencí al Comité 325, relacionado con pavimentos.

“Durante nuestra relación, él se dio cuenta que yo tenía una mala impresión de la jerarquía católica ya que yo pensaba que este grupo de personas se oponía a que la gente se educara y que habían sido los que instigaron la guerra cristera. El Ing. Graf, sin discutir mi opinión, me regaló un libro acerca de la guerra cristera con la intención de que ampliara mis conocimientos al respecto.

“Alejandro nunca fue conflictivo en sus relaciones. Siempre expresaba sus opiniones firmemente y con argumentos, pero nunca con gritos”, concluye. **C**

flooring symposium

LATIFS

17

Latin American Industrial
Flooring Symposium

Evento apoyado por el IMCYC



CONFERENCISTAS INTERNACIONALES

Para inversionistas, desarrolladores,
diseñadores e ingenieros

CIUDAD DE MÉXICO: 19/20 JUNIO

Sede en CDMX:

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.
Insurgentes Sur 1846, Col. Florida, C.P. 01030, Del. Álvaro Obregón, Ciudad de México

MONTERREY: 22/23 JUNIO

Sede en Monterrey:

Centro CONVEX

Ave. Morones Prieto 1500, Col. Nuevas Colonias, Monterrey, NL 64710 México

Chile • Perú • México • Guatemala

Organizado por  worldtechfloor®
Built on confidence

Tel. Directo (+52 55) 5322 5751
+52 55 5322 5740 Ext. 216
avilleda@imcyc.com
www.imcyc.com

EL CONCRETO EN LA OBRA

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

CONCRETÓN - Mayo 2017



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

GRANULOMETRÍA DE LA ARENA DE SÍLICE

Norma Mexicana

NMX - C - 329 - ONNCCE - 2016



Número

117

SECCION
COLECCIONABLE



GRANULOMETRÍA DE LA ARENA DE SÍLICE

Industria de la Construcción - Cementantes hidráulicos - Determinación de la granulometría de la arena de sílice utilizada en la preparación de los morteros de cementantes hidráulicos. **NMX - C - 329 - ONNCCE - 2016.**

Building industry - Hydraulic cements - Cements- Determination of the granulometry of the silica sand used in the preparation of hydraulic cements mortars. **NMX - C - 329 - ONNCCE - 2016.**

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

OBJETIVO

Esta Norma Mexicana, establece el procedimiento a seguir para determinar la granulometría de la arena de sílice utilizada en la elaboración de morteros de cementantes hidráulicos.

CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Mexicana, aplica a la arena de sílice empleada en la elaboración de morteros de cementantes hidráulicos.

REFERENCIAS NORMATIVAS

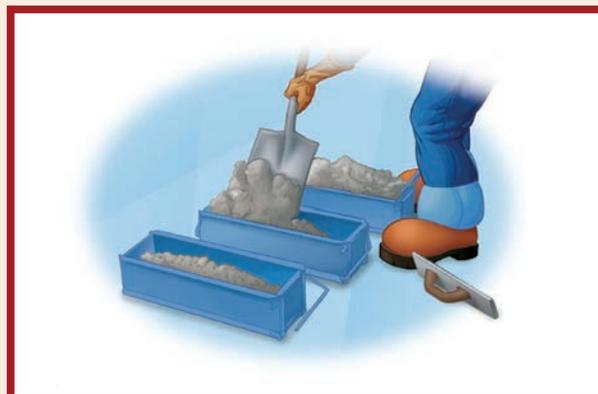
NMX-B-231-1990, Cribas para la clasificación de materiales granulares. (Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 9 de enero de 1991).

DESCRIPCIÓN

En el apartado MATERIALES AUXILIARES se establecen aquellos para llevar a cabo los procedimientos.

En el apartado EQUIPO, APARATOS E INSTRUMENTOS se establecen las características de los siguientes:

- *Maquina de cribado*
- *Esufa electrica*
- *Cribas*
- *Balanza*
- *Cuartheados*
- *Recipientes*



NOTA:

Tomado de la NORMA MEXICANA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN – CEMENTANTES HIDRÁULICOS - DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DE LA ARENA DE SÍLICE UTILIZADA EN LA PREPARACIÓN DE LOS MORTEROS DE CEMENTANTES HIDRÁULICOS. **NMX - C - 329 - ONNCCE - 2016.**

Usted puede obtener esta norma y las relacionadas con agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en: normas@mail.onncce.org.mx, o al teléfono del ONNCCE 5663 2950, en Ciudad de México o bien, en las instalaciones del IMCYC.

En el apartado de MUESTREO se establece el número de sacos para analizar de un lote y el método de selección.

En el apartado PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS se establece el procedimiento para preparar el contenido de los sacos para el tamizado.

En el apartado de CONDICIONES AMBIENTALES se establecen las condiciones que debe presentar el laboratorio al realizar el procedimiento.

En el apartado de PROCEDIMIENTO DE CRIBADO se establecen los siguientes métodos:

- *Método en el que se hace uso de una máquina*
- *Procedimiento manual.*

En el apartado de CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS se establecen las especificaciones para calcular la granulometría y reportarla.

NORMAS QUE SUSTITUYE

NMX-C-329-ONNCCE-2013

NORMAS DE REFERENCIA

- **ASTM C778- 13 (2013)**

Standard Specification for Standard Sand

• **NMX-Z-013-SCFI-2015**

Guía para la estructuración y redacción de normas (Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 18 de noviembre de 2015).

• **NOM-008-SCFI-2002**

Sistema general de unidades de medida (Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 27 de noviembre de 2002).

PUBLICACIÓN EN DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN

31 de enero de 2017. C



AUTOMAX E-MODULUS



50-C20E82 AUTOMAX E-Modulus controlando un bastidor de compresión EN 50-C46200 de 2,000 kN.



50-C20E82 AUTOMAX E-Modulus controlando un bastidor de compresión ASTM DE 2,00 kN 50-C46200 y un bastidor de flexión 50-C1201/BFR de 100 kN con accesorios.

50-C20E82 AUTOMAX E-Modulus controlando un bastidor de compresión EN 50-C4200 de 2,000 kN. Un bastidor de flexión 50-C1201/BFR de 100 kN con accesorios y un bastidor de compresión de concreto 65-L17210 de 300 kN de 100 kN con accesorios.



Con una marca  usted esta comprando un problema, con **CONTROLS** usted esta comprando una solución



Estructuras de concreto y prefabricados

◀ Por Ana Victoria Barrera Arenas

Actualmente el uso de elementos prefabricados en la construcción industrial contribuye a optimizar el tiempo y los recursos que conlleva realizar una obra. Representan una gran innovación en cuanto a diseño arquitectónico y estructural, y brindan numerosos beneficios constructivos y de operación a obras de vivienda, edificios públicos, edificios comerciales e industriales y de infraestructura.

A continuación les presentamos 10 de los tipos de obra que se realizan actualmente con elementos prefabricados.

10. Instalaciones deportivas

La construcción de instalaciones deportivas como estadios de fútbol, han adoptado una construcción de más del 50% de elementos prefabricados. Entre las aplicaciones se encuentra una cimentación prefabricada que consiste en la instalación de pilotes prefabricados dependiendo de las condiciones del terreno, cuyos pilares también son prefabricados. La fachada y acabados también son prefabricados, reduciendo al máximo los elementos contruidos in situ.

9. Centros comerciales e industriales

En la construcción de centros comerciales se emplean desde el piso del estacionamiento hasta el techo, elementos prefabricados de concreto ya que por su versatilidad pueden ser sometidos a ampliaciones sin generar grandes inconvenientes, los plazos de obra se ven reducidos y arquitectónicamente representan mayores claros y elementos constructivos más esbeltos.

8. Hoteles

Además de tener que contar con instalaciones especialmente diseñadas para la comodidad de sus huéspedes, los hoteles deben contar con sistemas de optimización de recursos y eficiencia energética y el uso de prefabricados de concreto brinda un aprovechamiento máximo en la construcción, además de proporcionar acabados únicos y estéticos para la fachada y elementos estructurales.

7. Hospitales

La construcción de hospitales y centros de salud se ve especialmente beneficiada con la construcción industrializada debido a que son lugares que deben contar con condiciones de extrema seguridad y características muy específicas desde las dimensiones de entradas y las habitaciones de los pacientes hasta las salas de quirófano.

6. Complejos corporativos

El desarrollo comercial y de servicios crece a pasos agigantados en las grandes ciudades, por lo que es necesario tener un lugar en donde poder establecerse y la construcción de edificios de oficinas con elementos prefabricados proporcionan una solución a esa necesidad. Además de su rápida edificación, brinda una estructura tipo panel, la cual hace más fácil la distribución de la áreas.

5. Viviendas particulares

Los elementos prefabricados de concreto son perfectos para la construcción de casas unifamiliares sencillas a precios económicos, así como también para residencias lujosas. Ambos tipos de edificio ofrecen a los constructores numerosas ventajas

en donde prácticamente no hay límites arquitectónicos debido a la planificación y diseño personalizado de los elementos estructurales y las fachadas, esto con una alta calidad y precisión añadidas. Así es que es posible construir increíbles y acogedoras casas que corresponden perfectamente con los deseos y necesidades de sus habitantes.

4. Condominios habitacionales

Además de representar una solución a los problemas de escasez de vivienda debido a que se pueden edificar rápidamente grandes cantidades de edificios de alta calidad, tienen la ventaja de poderse edificar estructuras de varias plantas en función de las normas locales, las cargas sísmicas, las cargas de viento, son adecuados para cualquier clima y se les puede dar cualquier forma. En México, por ejemplo, se pone especial atención al latente riesgo sísmico, por lo cual las estructuras prefabricadas son diseñadas especialmente para contrarrestar las cargas sísmicas.

3. Infraestructura

En las grandes ciudades es de gran valor llevar a cabo obras que afecten lo menos posible el ritmo de la misma. Por ello cuando se realizan obras viales, es de gran utilidad emplear elementos prefabricados ya que proporcionan un nivel de calidad y durabilidad alto, seguridad de construcción, minimiza la necesidad de mantenimiento, ofrecen una imagen estética de la obra y la optimización del tiempo de construcción. Lo que se traduce en que las necesidades de los habitantes se ven satisfechas en el menor tiempo posible y con un alto grado de calidad.

2. Presas

Las presas denominadas de fábrica son muros relativamente esbeltos, construidas con elementos prefabricados de concreto, las cuales debido a su geometría tienen características que proporcionan capacidades diferentes ante los empujes que ejerce el agua sobre el cuerpo de presa. En el caso de las presas arco-bóveda y contrafuerte las estructuras prefabricadas son diseñadas en función de las condiciones geomorfológicas del cuerpo de agua y el plan de contención del mismo.

1. Túneles

Todo tipo de túneles, desde los empleados en la industria minera hasta los de infraestructura de transporte subterráneo requieren del uso de elementos prefabricados reforzados para soporte del mismo y se han convertido en un factor crítico en el éxito de dichos proyectos debido a que garantizan una precisa calidad, las estrechas tolerancias requeridas, y la necesidad de cumplir con un calendario ajustado. **C**

Ponga la basura en su lugar

Hace mucho tiempo, en la década de los 70, surgió una efectiva campaña que hizo que la gran mayoría de la población de la Ciudad de México, entonces

Distrito Federal, tirará la basura en alguno de los cientos de contenedores que se colocaron en las calles más importantes de la metrópoli.

Hoy, quién sabe por qué, es muy baja la cantidad de estos accesorios que, la mayoría de las veces, lucen repletos de toda clase de desperdicios. Sirva la remembranza para decir que en los últimos años han surgido diversas compañías que ofrecen innovadoras líneas de productos prefabricados, dentro de las cuales se puede mencionar la de basureros hechos de mini concreto armado con fibra de vidrio alcalí resistente.

La tecnología de este tipo de accesorios ha relevado a las habituales armaduras metálicas, que, sobra decir, atentan contra la sustentabilidad. Además de todo, los profesionales de la arquitectura y el urbanismo tienen a su alcance una gran variedad de texturas, colores y terminados, entre los que se puede mencionar la cantera, el martelinado, lisos y madera de diversas regiones, que les permite modificar un ambiente frío en uno cálido y acogedor.

Estas piezas son sumamente rentables ya que necesitan muy poco mantenimiento, el cual puede disminuir si se les aplica un barniz sellador antigraffiti que los proteja de elementos contaminantes y de posibles ataques vandálicos. **C**



Índice de anunciantes

IMCYC	2º DE FORROS
CEMENTOS MOCTEZUMA S.A. de C.V.	3º DE FORROS
CONSTRUMAC S.A.P.I. DE C.V.	4º DE FORROS
HENKEL CAPITAL S.A. DE C.V.	1
CEMEX S.A.B DE C.V.	3
GCP APPLIED TECHNOLOGIES S.A. DE C.V.	7
IMPERQUIMIA S.A. DE C.V.	11
PROTECCION ANTICORROSIVA DE CUAHTILÁN S.A DE C.V.	18
ELEMENT 5 QUÍMICA APLICADA S.A. DE C.V.	21
GCP APPLIED TECHNOLOGIES S.A. DE C.V.	23
CONCRETO FORTALEZA S.A. DE C.V.	25
GCP APPLIED TECHNOLOGIES S.A. DE C.V.	31
LANXESS S.A. DE C.V.	35
FEDERACIÓN INTERAMERICANA DEL CEMENTO	37
GRUPO RODTAM S.A. DE C.V.	43
HENKEL CAPITAL S.A. DE C.V.	47
GRUPO CEMENTOS DE CHIHUAHUA S.A.B. de C.V.	49
ELVEC S.A. DE C.V.	53
RINOL MÉXICO S.A. DE C.V.	58
EQUIPO DE ENSAYE CONTROLS S.A. DE C.V.	62

Si desea anunciarse en la revista, contactar con:

- Verónica Andrade
(55) 5322 5740 Ext. 230 vandrade@imcyc.com
- Victoria Barrera
(55) 5322 5740 Ext. 212 vbarrera@imcyc.com
- Carlos Hernández
(55) 5322 5740 Ext. 212 chernandez@imcyc.com
- Berenice Salas
(55) 5322 5740 Ext. 234 bsalas@imcyc.com
- Adriana Villeda
(55) 5322 5740 Ext. 216 avilleda@imcyc.com





Moctezuma presente en las grandes obras de México

Torre Levant

10,000 m³

Cliente: Gutiérrez de Velazco
Boca del Río, Veracruz

www.cmoctezuma.com.mx

 **Concretos
MOCTEZUMA**

Un México nuevo
en construcción 

¿VOLADURAS? ¡NO! ¿SEGURO? ¡SÍ!

Dentro de la minería, los equipos **WIRTGEN** para minería de superficie, sustituyen el equipo destinado a voladuras, barrenados, perforación e incluso una primera etapa de trituración, de una manera altamente sustentable. Generan ahorros energéticos y económicos, incrementan la seguridad industrial durante la operación y brindan una mejor calidad de los materiales procesados contra el método tradicional.

+ DE 40 AÑOS SIEMPRE CON LAS MEJORES MARCAS.

PARA MAYOR INFORMACIÓN:

 **+52 (55) 5328 1738**

 **atencionaclientes@construmac.com**

 **Te atendemos en todo
el territorio nacional**

EQUIPO | REFACCIONES | SERVICIO | EDUCACIÓN

WWW.CONSTRUMAC.COM

MINERÍA | CONSTRUCCIÓN E INFRESTRUCTURA | CIMENTACIÓN